ISSN: 1646-9895

risti

Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação
Iberian Journal of Information Systems and Technologies

Julho 21 • July 21

©RISTI 2021 http://www.risti.xyz

Nº E43

risti
Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação
Iberian Journal of Information Systems and Technologies

Edição / Edition
N.º E43, 07/2021

ISSN: 1646-9895

Indexação / Indexing
Academic Journals Database, CiteFactor, Dialnet, DOAJ, DOI, EBSCO, GALE, Index-Copernicus, Index of Information Systems Journals, Latindex, ProQuest, QUALIS, SCImago, SCOPUS, SIS, Ulrich's.

Publicação / Publication
RISTI – Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação
Rua Quinta do Roseiral 76, 4435-209 Rio Tinto, Portugal
Web: http://www.risti.xyz

Director
Álvaro Rocha, Universidade de Lisboa, PT

Coordenadores da Edição / Issue Coordinators
Carlos Hernán Fajardo-Toro, Fundación Universitaria Konrad Lorenz, CO
José María Riola, Escuela Naval de Cadetes "Almirante Padilla" – ENAP, CO

Conselho Editorial / Editorial Board
A. Augusto Sousa, FEUP, Universidade do Porto, PT
Abel Méndez Porras, Instituto Tecnológico de Costa Rica, CR
Abel Suing, Universidad Técnica Particular de Loja, EC
Adolfo Lozano-Tello, Universidad de Extremadura, ES
Adrián Hiebra Pardo, Universidad de Santiago de Compostela, ES
Alberto Fernández, Universidad Rey Juan Carlos, ES
Alberto Freitas, FMUP, Universidade do Porto, PT
Alcinia Zita Sampaio, IST, Universidade de Lisboa, PT
Alejandro Peña, Escuela de Ingeniería de Antioquia, CO
Alexandre L'Erario, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, BR
Alicia García-Holgado, Universidad de Salamanca, ES
Alma Gomez-Rodríguez, Universidade de Vigo, ES
Ana Amélia Carvalho, Universidade de Coimbra, PT
Ana Beatriz Blanco-Ariza, Universidad Simón Bolívar, CO
Ana Isabel Veloso, Universidade de Aveiro, PT
Ana Maria Correia, ISEGI, Universidade Nova de Lisboa, PT
Ana Paula Afonso, Instituto Politécnico do Porto, PT
Anabela Mesquita, Instituto Politécnico do Porto, PT
Anacleto Correia, Escola Naval, PT
Angelica Caro, Universidad del Bío-Bío, CL
Ana Calvão, Universidade de Aveiro, PT
Ana Carla Amaro, Universidade de Aveiro, PT
Ana Melro, Universidade de Aveiro, PT
Ania Cravero, Universidad de La Frontera, CL
Aníbal Zaldivar-Colado, Universidad Autonoma de Sinaloa, MX
Antonia Mas, Universitat de les Illes Balears, ES

António Abreu, ISCAP, Politécnico do Porto, PT
António Coelho, FEUP, Universidade do Porto, PT
Antonio Fernández-Caballero, Unversidad de Castilla-La Mancha, ES
António Godinho, ISLA-Gaia, PT
Antonio Jesus Garcia Loureiro, Universidad de Santiago de Compostela, ES
Antonio Jiménez-Martín, Universidad Politécnica de Madrid, ES
Antoni Lluís Mesquida Calafat, Universidad de las Islas Baleares, ES
António Palma dos Reis, ISEG, Universidade de Lisboa, PT
António Pereira, Instituto Politécnico de Leiria, PT
Armando Mendes, Universidade dos Açores, PT
Arnaldo Martins, Universidade de Aveiro, PT
Arturo J. Méndez, Universidad de Vigo, ES
August Climent Ferrer, La Salle Open University, AD
Baltasar García Perez-Schofield, Universidad de Vigo, ES
Beatriz Rodríguez, Universidad de la Republica, UY
Beatriz Sainz de Abajo, Universidad de Valladolid, ES
Bernabé Escobar-Pérez, Universidad de Sevilla, ES
Borga Bordel, Universidad Politécnica de Madrid, ES
Bráulio Alturas, ISCTE - Instituto Universitário de Lisboa, PT
Brenda L. Flores-Rios, Universidad Autónoma de Baja California, MX
Carina Soledad González, Universidad de La Laguna, ES
Carlos Alexandre Silva, Instituto Federal de Minas Gerais, PT
Carlos Carreto, Instituto Politécnico da Guarda, PT
Carlos Morais, Instituto Politécnico de Bragança, PT
Carlos Regalao Noriega, Universidad Simón Bolívar, CO
Carlos Vaz de Carvalho, Instituto Politécnico do Porto, PT
Carmen Galvez, Universidad de Granada, ES
Carlos Rabadão, Politécnico de Leiria, PT
Carlos Rompante Cunha, Politécnico de Bragança, PT
Cesar Colazzos, Universidad del Cauca, CO
Ciro Martins, Universidade de Aveiro, PT
Cristina M.R. Caridade, ISEC, Politécnico de Coimbra, PT
Dalila Durães, Universidade do Minho, PT

Daniel Polónia, Universidade de Aveiro, PT
Daniel Riesco, Universidad Nacional de San Luis, AR
Dante Carrizo, Universidad de Atacama, CL
David Fonseca, Universitat Ramon Llull, ES
David Ramos Valcarcel, Universidad de Vigo, ES
Debora Paiva, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, BR
Diana Cecilia Yacchirema Vargas, Escuela Politécnica Nacional, EC
Dora Simões, Universidade de Aveiro, PT
Edna Dias Canedo, Universidade de Brasília, BR
Eduardo Amadeu Dutra Moresi, Universidade Católica de Brasília, BR
Eduardo Sánchez Vila, Universidad de Santiago de Compostela, ES
Edwin Juvenal Cedeño Herrera, Universidad de Panamá, PA
Enric Mor, Universitat Oberta de Catalunya, ES
Eusébio Ferreira da Costa, Escola Superior de Tecnologias de Fafe, PT
Eva Villegas, La Salle - Universitat Ramon Llull, ES
Fábio Marques, Universidade de Aveiro, PT
Fernando Bandeira, Universidade Fernando Pessoa, PT
Fernando Bobillo, Universidad de Zaragoza, ES
Fernando Moreira, Universidade Portucalense, PT
Fernando Paulo Belfo, ISCAC, Politécnico de Coimbra, PT
Fernando Ramos, Universidade de Aveiro, PT
Fernando Ribeiro, Politécnico de Castelo Branco, PT
Fernando Suárez, CPEIG, ES
Filipe Caldeira, Politécnico de Viseu, PT
Filipe Montargil, Politécnico de Lisboa, PT
Filipe Portela, Universiade do Minho, PT
Flor de María Sánchez Aguirre, Universidad César Vallejo, PE
Francisca Rosique Contreras, Universidad Politécnica de Cartagena, ES
Francisco Arcega, Universidad de Zaragoza, ES
Francisco Javier Lena-Acebo, Universidad de Cantabria, ES
Francisco Restivo, Universidade Católica Portuguesa, PT
Franyelit Suarez, Universidad de las Américas, EC
Gabriel Alberto García-Mireles, Universidad de Sonora, MX

Gabriel Guerrero-Contreras, Universidade de Cádiz, ES
Gerardo Gonzalez Filgueira, Universidad da Coruña, ES
Gladys Tenesaca Luna, Universidad Técnica Particular de Loja, EC
Gloria Maritza Valencia Vivas, Universidad de las Fuerzas Armadas, EC
Gloria Piedad Gasca-Hurtado, Universidad de Medellín, CO
Guilhermina Lobato Miranda, Universidade de Lisboa, PT
Hélder Gomes, Universidade de Aveiro, PT
Hélder Zagalo, Universidade de Aveiro, PT
Hélia Guerra, Universidade dos Açores, PT
Henrique S. Mamede, Universidade Aberta, PT
Higino Ramos, Universidad de Salamanca, ES
Inês Domingues, CI-IPOP, PT
Inés López, Universidad de Alcalá, ES
Isabel de la Torre, University of Valladolid, ES
Isabel Pedrosa, Instituto Politécnico de Coimbra, PT
Isidro Calvo, Universidad del País Vasco (UPV/EHU), ES
Isidro Navarro, Universidad Politécnica de Cataluña, ES
Ismael Etxeberria-Agiriano, Universidad del País Vasco (UPV/EHU), ES
Ivaldir de Farias Junior, Universidade de Pernambuco, BR
Ivan Garcia, Universidad Tecnologica de la Mixteca, MX
João Paulo Ferreira, ISEC, Politécnico de Coimbra, PT
João Reis, Universidade de Aveiro, PT
João Roberto de Toledo Quadro, CEFET/RJ, BR
Jacinto Estima, Universidade Europeia, PT
Javier Garcia Tobio, CESGA-Centro de Supercomputacion de Galicia, ES
Javier Medina, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, CO
Jeimy Cano, Universidad de los Andes, CO
Jezreel Mejia, Centro de Investigación en Matemática (CIMAT), MX
João Balsa, FC, Universidade de Lisboa, PT
João Paulo Costa, Universidade de Coimbra, PT
João Tavares, FEUP, Universidade do Porto, PT
João Vidal de Carvalho, ISCAP, Politécnico do Porto, PT
Joaquim Reis, ISCTE - Instituto Universitário de Lisboa, PT
Jorge Bernardino, ISEC, Politécnico de Coimbra, PT

Jorge Buele, Universidad Tecnológica Indoamérica, EC
Jorge Eduardo Ibarra-Esquer, Universidad Autónoma de Baja California, MX
Jorge da Silva Correia-Neto, Universidade Federal Rural de Pernambuco, BR
Jose Alfonso Aguilar, Universidad Autonoma de Sinaloa, MX
José Alvarez-Garcia, Universidad de Extremadura, ES
José Borbinha, IST, Universidade de Lisboa, PT
José Carlos Ribeiro, Politécnico de Leiria, PT
José Cascalho, Universidade dos Açores, PT
José Felipe Cocón Juárez, Universidad Autónoma del Carmen, MX
Jose J. Pazos-Arias, Universidad de Vigo, ES
José Luís Pereira, Universidade do Minho, PT
José Luís Silva, Instituto Universitário de Lisboa (ISCTE-IUL), PT
José Paulo Lousado, Instituto Politécnico de Viseu, PT
José Luis Pestrana Brincones, Universidad de Málaga, ES
José Luís Reis, ISMAI - Instituto Universitário da Maia, PT
Jose M Molina, Universidad Carlos III de Madrid, ES
José Machado, Universidade do Minho, PT
Jose Maria de Fuentes, Universidad Carlos III de Madrid, ES
Jose R. R. Viqueira, Universidade de Santiago de Compostela, ES
José Silvestre Silva, Academia Militar, PT
José Torres, Universidade Fernando Pessoa, PT
Josep M. Marco-Simó, Universitat Oberta de Catalunya, ES
Juan Angel Contreras Vas, Universidad de Extremadura, ES
Juan D'Amato, PLADEMA-UNCPBA-CONICET, AR
Juan M. Santos Gago, Universidad de Vigo, ES
Jugurta Lisboa-Filho, Universidade Federal de Viçosa, BR
Klinge Orlando Villalba-Condori, Universidad Católica de Santa María, PE
Leila Weitzel, Universidade Federal Fluminense, BR
Leonardo Bermon, Universidad Nacional de Colombia, CO
Leticia Morales Trujillo, Universidad de Sevilla, ES
Lilia Muñoz, Univerrsidad Tecnológica de Panamá, PA
Lucila Ishitani, PUC Minas, BR
Lucila Romero, Universidad Nacional del Litoral, AR
Luis Alvarez Sabucedo, Universidad de Vigo, ES

Luís Bruno, Instituto Politécnico de Beja, PT
Luis Camarinha-Matos, Universidade Nova de Lisboa, PT
Luís Cavique, Universidade Aberta, PT
Luis Chamba Eras, Universidad Nacional de Loja, EC
Luis Enrique Sánchez Crespo, Universidad de Castilla-La Mancha, ES
Luis Fernández Sanz, Universidad de Alcalá, ES
Luís Ferreira, Instituto Politécnico do Cávado e do Ave, PT
Luis Vilán-Crespo, Universidad de Vigo, ES
Luis Maria Romero-Moreno, Universidad de Sevilla, ES
Luisa Miranda, Instituto Politécnico de Bragança, PT
Lus Sussy Bayona Ore, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, PE
Luz María Hernández Cruz, Universidad Autónoma de Campeche, MX
Magdalena Arcilla Cobián, Universidade Nacional de Educación a Distancia, ES
Manuel Fernández-Veiga, Universidad de Vigo, ES
Manuel Jose Fernandez Iglesias, Universidad de Vigo, ES
Marcelo Marciszack, Universidad Tecnológica Nacional, AR
Marcelo de Paiva Guimarães, Universidade Federal de São Paulo, BR
Marcelo Zambrano Vizuete, Universidad Tecnica Del Norte, EC
Marco Javier Suarez Barón, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, CO
Marco Painho, ISEGI, Universidade Nova de Lisboa, PT
Margarita Ramirez Ramirez, Universidad Autonoma de Baja California, MX
Maria Amelia Eliseu, Mackenzie Presbyterian University, BR
Maria Cristina Marcelino Bento, UNIFATEA, BR
María de la Cruz del Río-Rama, Universidad de Vigo, ES
Maria de los Milagros Gutierrez, Universidad Tecnológica Nacional, AR
María del Mar Miras Rodriguez, Universidad de Sevilla, ES
Maria do Rosário Bernardo, Universidade Aberta, BR
Maria Hallo, Escuela Politécnica Nacional, EC
Maria Helena Garcia Ruiz, Universidad de Camtabria, ES
María J. Lado, Universidad de Vigo, ES
Maria João Ferreira, Universidade Portucalense, PT
Maria João Gomes, Universidade do Minho, PT
Maria José Angélico, Instituto Politécnico do Porto, PT

Maria José Escalona, Universidad de Sevilla, ES
Maria José Sousa, Universidade Europeia, PT
Mario Chacón-Rivas, Instituto Tecnológico de Costa Rica, CR
Mario José Diván, Universidad Nacional de La Pampa, AR
Marisol B. Correia, Universidade do Algarve, PT
Maristela Holanda, Universidade de Brasília, BR
Martín Llamas Nistal, Universidad de Vigo, ES
Martín López Nores, Universidad de Vigo, ES
Matías García Rivera, Universidad de Vigo, ES
Mercedes Ruiz, Universidad de Cádiz, ES
Miguel A. Brito, Universidade do Minho, PT
Miguel Ángel Conde, Univesidad de León, ES
Miguel Angel Olivero Gonzalez, Universidad de Sevilla, ES
Miguel Bugalho, Universidade Europeia, PT
Miguel Casquilho, IST, Universidade de Lisboa, PT
Miguel Ramón González Castro, Ence, Energía y Celulosa, ES
Mirna Ariadna Muñoz Mata, Centro de Investigación en Matemáticas (CIMAT), MX
Nelson Rocha, Universidade de Aveiro, PT
Nuno Lau, Universidade de Aveiro, PT
Nuno Melão, Politécnico de Viseu, PT
Nuno Ribeiro, Universidade Fernando Pessoa, PT
Oscar Mealha, Universidade de Aveiro, PT
Patricia Dias, Universidade do estado de Minas Gerais, BR
Patrícia Oliveira, Universidade de Aveiro, PT
Paula Prata, Universidade da Beira Interior, PT
Paulo Martins, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, PT
Paulo Pinto, FCT, Universidade Nova de Lisboa, PT
Paulo Rurato, Universidade Fernando Pessoa, PT
Paulo Urbano, FC, Universidade de Lisboa, PT
Pedro Araújo, Universidade da Beira Interior, PT
Pedro Palos, Universidad de Sevilla, ES
Pedro Sanz Angulo, Universidad de Valladolid, ES
Pedro Sobral, Universidade Fernando Pessoa, PT

Pedro Sousa, Universidade do Minho, PT
Pilar Mareca Lopez, Universidad Politécnica de Madrid, ES
Ramiro Delgado, Universidad de las Fuerzas Armadas, EC
Ramon Alcarria, Universidad Politécnica de Madrid, ES
Raul Laureano, ISCTE - Instituto Universitário de Lisboa, PT
Renato Maurício Toasa Guachi, Universidad Tecnológica Israel, EC
Rene Faruk Garzozi-Pincay, Universidad Estatal Península de Santa Elena, EC
Ricardo Andrés García León, Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña, MX
Ricardo J. Rodríguez, Universidad de Zaragoza, ES
Ricardo Linden, FSMA, BR
Rita Oliveira, Universidade de Aveiro, PT
Rita Santos, Universidade de Aveiro, PT
Robero Marichal, Universidad de La Laguna, ES
Roberto Theron, Universidad de Salamanca, ES
Rodolfo Miranda Barros, Universidade Estadual de Londrina, BR
Román Lara, Universidad de las Fuerzas Armadas, EC
Rubén González Crespo, Universidad Internacional de La Rioja, ES
Rui Cruz, IST, Universidade de Lisboa, PT
Rui José, Universidade do Minho, PT
Rui Pedro Marques, Universidade de Aveiro, PT
Rui S. Moreira, Universidade Fernando Pessoa, PT
Samuel Sepúlveda, Universidad de La Frontera, CL
Santiago Gonzales Sánchez, Universidad Inca Garcilaso de la Vega, PE
Sara Balderas-Díaz, Universidad de Cádiz, ES
Saulo Barbara de Oliveira, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, BR
Sérgi F. Lopes, Universidade do Minho, PT
Sergio Araya Guzmán, Universidad del Bío-Bío, CL
Sergio Gálvez Rojas, Universidad de Málaga, ES
Sérgio Guerreiro, Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias, PT
Silvia Fernandes, Universidade do Algarve, PT
Solange N Alves de Souza, Universidade de São Paulo, BR
Telmo Silva, Universidade de Aveiro, PT
Teresa Guarda, Universidad Estatal Península de Santa Elena, EC

Tomas San Feliu, Universidad Politecnica de Madrid, ES
Thiago Dias, CEFET-MG, BR
Valéria Farinazzo Martins, Universidade Presbiteriana Mackenzie, BR
Vera Pospelova, Universidad de Alcalá, ES
Verónica Vasconcelos, ISEC, Politécnico de Coimbra, PT
Vicente Morales, Universidad Técnica de Ambato, EC
Victor Flores, Universidad Católica del Norte, CL
Víctor H. Andaluz, Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, EC
Victor Hugo Medina Garcia, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, CO
Vitor Carvalho, Instituto Politécnico do Cávado e do Ave, PT
Vitor Santos, ISEGI, Universidade Nova de Lisboa, PT
Wagner Tanaka Botelho, Universidade Federal do ABC, BR

risti
Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação
Iberian Journal of Information Systems and Technologies

Recebido/Submission: 30/04/2021
Aceitação/Acceptance: 14/06/2021

Editorial

La digitalización y la industria 4.0, factores fundamentales para una propuesta de valor en el sector defensa

Digitization and Industry 4.0, key factors for value proposition in the defense sector

Carlos Hernán Fajardo-Toro[1], José María Riola[2]

cfajardo.toro.academico@gmail.com; jinvestigacionnaval@escuelanaval.edu.co

[1] Fundación Universitaria Konrad Lorenz

[2] Escuela Naval de Cadetes "Almirante Padilla" – ENAP. Cartagena de Indias, Colombia

Pages: xi-xiii

1. Introducción

La tendencia actual en los sistemas de producción es el uso de tecnologías digitales que permitan un uso más efectivo y eficiente de los recursos disponibles, y que, a su vez, satisfaga las necesidades del mercado surgiendo el concepto de cuarta revolución industrial o Industria 4.0. Los sistemas de seguridad y defensa no son ajenos a esto, lo que hace que cualquier desarrollo que se haga para este sector, debe estar basado en tecnologías digitales como factor clave para generación valor.

Dadas las características asociadas al concepto de Industria 4.0, que en el caso de defensa se le define como Defensa 4.0, hay una alta implicación de las ciencias informáticas, telecomunicaciones y electrónica en conjunción con las demás disciplinas, dado que finalmente todo busca dar soporte un proceso de decisiones adecuado y a tiempo, tanto en uso de recursos como de operación, algo que es realmente sensible y fundamental en sistemas de defensa.

Dado el impacto en competitividad que genera el concepto 4.0, se despertó un gran interés por parte de gobiernos, industrias y la academia, más cuando el correcto

desarrollo del modelo mismo implica una fuerte relación Empresa-Universidad-Estado, algo sobre lo que se sustentan las *mission oriented policies*, las cuales tienen por objeto el desarrollo de tecnologías específicas en línea con las metas del estado. Esta alianza resulta necesaria dado el alto costo de llevar a cabo los procesos de I+D+i de forma independiente, lo implicando la generación amplia de nuevo conocimiento, que en el caso de los gobiernos busca su modernización tecnológica, así como la de la sociedad para la que gobierna en busca de una mayor competitividad, y fomentando también el nacimiento y crecimiento de empresas de tecnología en todos los ramos.

En el caso de los sistemas de defensa, se está aplicando Internet de las cosas, computación en la nube, Inteligencia artificial, Big data, simulación, etc., tecnologías asociadas al concepto 4.0, buscando que haya conectividad eficiente en todos los procesos, facilidad de configuración, inteligencia y seguridad, que aspectos que responden a las necesidades y características geopolíticas de cada país.

Para lograr lo anterior, se requiere una gran inversión, en tiempo y dinero, para el desarrollo de TICs así como formación y entrenamiento del capital humano, en especial en lo relacionado tanto a captura como procesamiento de datos para extracción de información o automatización y control de procesos, lo que necesariamente implica un trabajo interdisciplinar para el correcto desarrollo e implementación de dichas tecnologías.

Esta edición de RISTI incluye temas de investigación multidisciplinares que abarcan paradigmas, metodologías de transferencia de conocimiento y estrategias de innovación que utilizan el conocimiento y la inteligencia en un sentido amplio, que pueden ser aplicados a la solución de problemas globales a nivel de gobierno, defensa, organización, industria, medio ambiente y comunidad.

2. Estructura

Los artículos presentados en esta edición fueron en su mayoría seleccionados de los artículos aceptados em la Conferencia Internacional Multidisciplinaria de Investigación Aplicada a la Defensa y Seguridad (MICRADS 2021), que se celebró en la Escuela Naval de Cadetes “Almirante Padilla”, en Cartagena, Colombia, entre 18 y 20 de agosto de 2021.

MICRADS 2021, es un foro internacional para investigadores y profesionales para presentar y discutir las recientes innovaciones, tendencias, resultados, experiencias y preocupaciones en las diversas perspectivas de la Defensa y Seguridad.

Este número de la Revista Ibérica de Sistemas y Tecnologías de la Información (RISTI), aborda temas multidisciplinares relacionados a: Big Data Analytics y Aplicaciones; Ciberseguridad y Ciberdefensa; Estrategia, geopolítica y Oceanopolítica; Ética, Computadoras y Seguridad; Medios, Tecnología Aplicada y Comunicación; Redes informáticas, Movilidad y Sistemas Penetrantes; Sistemas de Software, Arquitecturas, Aplicaciones y Herramientas; Tecnologías de la Información en Educación; Etc.

Agradecimientos

Expresamos nuestro agradecimiento a todos los autores y revisores involucrados en esta edición, esperando que este número de RISTI resulte una lectura útil para todos.

Un agradecimiento especial a todas las entidades que contribuyeron a este emprendimiento, haciendo de RISTI una referencia.

Índice / Index

EDITORIAL

La digitalización y la industria 4.0, factores fundamentales para una propuesta de valor en el sector defensa ix
Carlos Hernán Fajardo-Toro, José María Riola

ARTIGOS / ARTICLES

Desenvolvimento de um Modelo Teórico–Conceptual para Implementação de Veículos Elétricos: Estudo de Caso do Exército Português 1
Ricardo Santos, João Reis, Aneta Kazanecka, Marta Nowakowska

Tendencias alrededor de la investigación sobre el internet de las cosas en Colombia: un enfoque bibliométrico 15
Luis Fernando Garcés-Giraldo, Karla Neyra-Aleman, Orfa Patiño-Toro, Alejandro Valencia-Arias, Gustavo Moreno López, Jackeline Valencia, Martha Benjumea-Arias

Tendencias investigativas en el desarrollo ágil de software: un enfoque bibliométrico 28
Jovany Sepúlveda-Aguirre, Juan Carlos Ureta Medrano, Olga Inés Vélez Bernal, Martha Benjumea-Arias, Luis Fernando Garcés-Giraldo, Alejandro Valencia-Arias, Olga Padierna

Infraestructura Crítica y Ciberseguridad en Chile orientaciones para su consenso 41
Felipe A. Lopez, David Ruete, Gustavo Gatica

Estudio comparativo del nivel de acoso escolar en estudiantes de una institución pública y privada 56
Paola M. Villacis-Copo, Lenin F. Saltos, Yadira E. Ponce-Sanchez, Andrea Naranjo-Robalino, Marcelo V. Garcia

Técnicas Biplot para Bigdata en el estudio de ranking internacionales de Educación Superior y su apoyo a la gestión universitaria 69
Marcelo Ruiz, Claudio Ruff, Purificación Galindo

Gestión del Conocimiento como Estrategia Impulsora en Instituciones Bomberiles con Régimen Disciplinario. 87
Ángel Acevedo-Duque, Romel Ramón González-Díaz, Luiz Ovallez-Toledo, Santos Lucio Guanilo Gómez

Modelos de Gestión de la Investigación y Extensión en las Instituciones de Educación Superior y su impacto en el Desarrollo regional: Una revisión sistemática de la literatura 101
Nora Eliana Pino Ramos, Lillyana María Giraldo Marín, Erika María Londoño Montoya, Mauricio Antonio Bedoya Villa, Luis Joyanes Aguilar

El valor del dato y la generación de valor para las organizaciones 116
Juan David Gallego López, Lillyana María Giraldo Marín, Luis Joyanes Aguilar

Nivel de satisfacción en educación superior, en medio del COVID-19 127
Ledy Gómez-Bayona, Gustavo Moreno-López, Sandra Milena Palacio -López

A gestão da fronteira do Mediterrâneo Ocidental 140
Rocio Alonso, Luis Malheiro

Plataforma IoT de bajo-coste para aplicaciones de telemedicina 153
Andres Garces-Salazar, Santiago Manzano, Carlos Nuñez, Juan P. Pallo, Marco Jurado, Marcelo V. Garcia

Análise de sentimentos da população brasileira durante a pandemia de COVID-19 como ferramenta de exploração da expressão psicossocial no espaço cibernético 167
Carlos Eduardo de Lima Joaquim, Carlos Henrique Medeiros Barbosa, Edison Ishikawa

Comunicación gubernamental y redes sociales durante la pandemia de 2020 en Ecuador: derechos humanos y mensajes educativos 180
Vanessa Karina Duque-Rengel, Carmelo Márquez-Domínguez, Ketty Daniela Calva-Cabrera, Carmen Marieta Bayas Zambrano

Método para el diseño de *Living Lab*, apoyado por la metodología de aprendizaje basado en problemas para instituciones de formación para el trabajo 199
Vladimir Arenas Crespo, Lillyana María Giraldo Marín, María Clara Gómez-Álvarez

Guía metodológica para evaluar Recursos Educativos Digitales accesibles enfocados a estudiantes con discapacidad auditiva, en el Contexto Colombiano 213
Fredy Alonso Vidal-Alegría, Elsy Patricia Muñoz-Gómez, Darío Enrique Soto-Durán, Adriana Xiomara Reyes-Gamboa

"La habitación de «Emi»". Un videojuego de escape para la divulgación científica y la transformación de las desigualdades de género en las STEM 227
Francisco Marcos Martín-Martín, María-Ángeles Cabrera-González, María-José Varela Salinas

5G y el Internet de las Cosas: Revisión Sistemática 238
Washington García-Quilachamin, Jorge Herrera-Tapia, Marco Wellington Ayoví-Ramírez, Karina Pilozo-Pin, Juan Carlos Sendón-Varela, Isaac Alcivar-Heredia

Generación de alertas de lavado de activos basadas en redes complejas: Una revisión sistemática 254
Maritza Murillo Ortíz, Lillyana María Giraldo Marín, Herman Horacio Jaramillo Villegas, Carlos César Piedrahita Escobar, Luisa Fernanda Villa Montoya

Estadística aplicada a la predicción de enfermedades mentales: Una revisión sistemática 266
Sebastian Osorio Castrillon, Lillyana María Giraldo Marín, Herman Horacio Jaramillo Villegas, Carlos César Piedrahita Escobar

Detección de fraudes por reclamos engañosos de clientes en entidades bancarias a través de técnicas de minería de datos: una revisión sistemática.....276
Melissa Viana Henao, Lillyana María Giraldo Marín, Herman Horacio Jaramillo Villegas, Carlos César Piedrahita Escobar, Lina Maria Sepulveda Cano

Propuesta metodológica para la implementación de un gobierno de datos enfocado en calidad de datos 287
Mauricio Garcés Ordóñez, Mayda Patricia González Zabala

Métodos de evaluación de la eficiencia del Capital Intelectual en universidades y empresas: una revisión de literatura 299
Erika Londoño-Montoya, Lillyana Giraldo Marín, Nora Pino, Miguel A. Becerra

Servicios en la nube para los actores estratégicos del Estado: caso Colombia 314
Diego Edison Cabuya Padilla

Liderazgo y sistemas de información: análisis aplicado al seguimiento del consumo de sustancias psicoactivas en Colombia 327
Betsy Mary Estrada Perea, Erica Alexandra Correa Pérez, David Alberto García Arango, Cesar Felipe Henao Villa

Comparación de la tecnología Kinect v1, v2 y Azure centrada en las habilidades motoras de los niños..... 338
Carlos Núñez, Dennis Chicaiza, Anita Larrea, Silvia Acosta

Modelo predictivo para identificar índices por país relacionados con la tasa de mortalidad por COVID-19.....351
José Antonio García Pereáñez, David Alberto García Arango, Cianelli Hernández Camarillo, Faviola Herrera Fernández

Estudio del fenómeno transitorio de inundación en buques de guerra 365
José María Riola, Miguel Andrés Garnica López, Carlos Hernán Fajardo-Toro

Toma de Drones en un Buque de Guerra en la Mar:
Predicción del Movimiento de la Cubierta de Vuelo 378
José María Riola, Miguel Andrés Garnica López, Carlos Hernán Fajardo-Toro

Desarrollo Modelo de Simulación en Construcción Naval para
estimación de tiempo y capacidad de un astillero: Caso COTECMAR..... 393
Javier Díaz Reina, Carlos Hernán Fajardo-Toro, José María Riola,
Miguel Andrés Garnica López, Oscar Mayorga Torres, H. Mauricio Díez-Silva

Modelo predictivo exploratorio aplicado al consumo de
sustancias psicoactivas en víctimas de conflicto armado: estudio de caso 407
David Alberto García Arango, Cesar Felipe Henao Villa,
Betsy Mary Estrada Perea, Erica Alexandra Correa Pérez

Determinación de la aceptación de alimentos mediante reacciones
fisiológicas del consumidor: un enfoque basado en aprendizaje automático.....418
Julieta Domínguez-Soberanes, Víctor M. Álvarez-Pato, Claudia N. Sánchez,
David E. Mendoza-Pérez, Paolo Visconti, Ramiro Velázquez

Inclusión digital mejora rendimiento académico del adulto
como estudiante de una segunda carrera profesional 435
María del Pilar Quezada Castro, María del Pilar Castro Arellano,
Manuel Antonio Cardoza Sernaqué, Guillermo Alexander Quezada Castro

Modelo de Gestión de Desarrollo de Software Ágil mediante
Scrum y Kanban sobre la Programación Extrema..... 450
Hubner Janampa Patilla, Edgar Gómez Enciso, José Carlos Juárez Pulache,
Jorge Luis Lozano Rodríguez, Eder Solórzano Huallanca, Yudith Meneses Conislla

Métodos de Autenticación en Aplicaciones Web bajo un
Enfoque de Usabilidad: Una Revisión Sistemática de Literatura 467
Verónica Pailiacho Mena, Omar S. Gómez

Aplicación de reactivos para el control del desequilibrio del
sistema eléctrico de potencia por incertidumbre de la demanda 484
Jair Salazar, Diego Carrión

Aplicación del Proceso Personal de Software
en Cursos de Ingeniería de Software.....501
Leonardo Bermón Angarita

Ambiguidade em regras de negócios e resistência: uma revisão da literatura..... 517
Wanderley da Silva Junior, Fellipe Silva Martins, Marcos Antonio Gaspar,
Fábio Luís Falchi Magalhães

Análisis de entornos de programación para el desarrollo de habilidades del pensamiento computacional y enseñanza de programación a principiantes 533
Leticia Laura-Ochoa, Norka Bedregal-Alpaca

La Responsabilidad Social Empresarial (RSE) y la Creación de Valor Compartido (CVC), ejes determinantes para la gestión de las PYMES. Una revisión bibliométrica 549
Cifuentes-Bedoya Diego, Lozada-Valencia Felipe, Segovia-Borray Clara Eugenia, Otalora-Murcia Edisson

Marco de Trabajo para Seleccionar un Patrón Arquitectónico en el Desarrollo de Software 568
Juan Camilo Giraldo Mejía, Fabio Alberto Vargas Agudelo, Kelly Garzón Gil

Abordagens para Avaliação de Recursos Digitais de Aprendizagem: Uma Revisão Sistemática da Literatura 582
Ozonias de Oliveira Brito Junior, Yuska Paola Costa Aguiar, Hermano Perrelli de Moura, Brunno Wagner Lemos de Souza

Empleo del Aprendizaje Automático en el diagnóstico y tratamiento del cáncer cervicouterino: Una evaluación cuantitativa de sus principales factores condicionantes 597
Jessenia Guadalupe Chalén-Ortega, Wellington Remigio Villota-Oyarbide, José Felipe Ramírez-Pérez

Scratch, tecnología utilizada como herramienta para mejorar las habilidades de razonamiento lógico y algorítmico en niños de edad escolar.....619
Robinson Macías-Mero, Emilio Cedeño-Palma, Walter Zambrano-Romero, Dannyll Zambrano-Zambrano, Gabriel Cotera Ramírez

El uso de videojuegos en el confinamiento y su incidencia psicológica y social en las personas 633
Oscar López-Gorozabel, Cristina Pinargote-Valdiviezo, Emilio Cedeño-Palma, Walter Zambrano-Romero and Maritza Mendoza-Zambrano

Las plataformas virtuales y la percepción de los estudiantes universitarios en la educación superior ecuatoriana durante la pandemia COVID-19.....647
Navarro Cejas Mercedes, Cejas Martínez Magda Francisca, Mendoza Velazco Derling José, Aldaz Hernández Silvia Marieta, Venegas Álvarez Gina Silvana

risti
Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação
Iberian Journal of Information Systems and Technologies

Recebido/Submission: 02/04/2021
Aceitação/Acceptance: 09/06/2021

Desenvolvimento de um Modelo Teórico–Conceptual para Implementação de Veículos Elétricos: Estudo de Caso do Exército Português

Ricardo Santos[1], João Reis[1,2], Aneta Kazanecka[3], Marta Nowakowska[3]

santos.rjp@ exercito.pt; reis.jcg@exercito.pt; aneta.kazanecka@awl.edu.pl; marta.nowakowska@awl.edu.pl

[1] Departamento de Ciências Militares, Academia Militar, CINAMIL, 1169-203 Lisboa, Portugal

[2] Departamento de Economia, Gestão, Engenharia Industrial e Turismo, GOVCOPP, Universidade de Aveiro, Aveiro, Portugal

[3] Academia Militar das Forças Terrestres, 51-147 Breslávia, Polónia

Pages: 1-14

Resumo: O tema "veículos elétricos" está cada vez mais presente na sociedade Portuguesa e no mundo empresarial em geral. Nesse sentido, será relevante que os Estados possam acompanhar os desenvolvimentos tecnológicos e que se preparem para a implementação deste tipo de mobilidade elétrica. O Exército Português não é exceção e, por esse motivo, decidimos dar os primeiros passos no desenvolvimento de um modelo teórico–conceptual para implementação de veículos elétricos. O modelo desenvolvido tem por base a literatura existente e foi validado empiricamente numa unidade militar do Exército Português. Desta forma, esta investigação visa preencher uma lacuna existente na literatura, uma vez que, pelo que temos conhecimento, é a primeira vez que se desenvolve um modelo de implementação de veículos elétricos nas Forças Armadas Portuguesas. Estudos futuros, podem refinar o modelo existente, ou adaptar o modelo desenvolvido para organizações idênticas e que pretendam dar os primeiros passos neste domínio de investigação.

Palavras-chave: Veículos elétricos, modelo teórico–conceptual, Exército Português.

Exploratory Theoretical Model for the Implementation of Electric Vehicles: The Case Study of the Portuguese Army

Abstract: The theme "electric vehicles" is increasingly present in the Portuguese society and in the business world in general. In this regard, it will be relevant for States to be able to monitor technological developments and to prepare for the implementation of this type of electric mobility. The Portuguese Army is no exception and, for this reason, we decided to take the first steps in the development of a theoretical–conceptual model for the implementation of electric vehicles. The developed model is based on the existing literature and it was validated empirically in a military unit of the Portuguese Army. Thus, this investigation aims to fill a

gap in the literature, since, as far as we know, this is the first time that a model for the implementation of electric vehicles in the Portuguese Armed Forces has been established. Future studies can refine the model presented in this article, or even adapt the conceptual model for identical organizations that intend to take the first steps in this field of research.

Keywords: *Electric vehicles, theoretical-conceptual model, Portuguese Army.*

1. Introdução

Atualmente assistimos a curtos ciclos de inovação tecnológica na indústria automóvel, em particular, no que diz respeito à transição dos motores de combustão interna (Sierzchula et al., 2012) para as energias alternativas, elétricas e renováveis. Os novos desenvolvimentos neste domínio industrial visam responder às necessidades da sociedade (Brönner et al., 2019) mas, acima de tudo, reduzir o impacto ambiental (Wilberforce et al., 2017) através da redução das emissões de gases de efeito estufa (GEE). Este poderá ser o motivo pelo qual, em Portugal, existem vários incentivos à aquisição de veículos elétricos (VEs), como, por exemplo, a proposta de Lei n.º 156/XIII do Estado Português, que contempla a introdução de seiscentos VEs na frota da administração pública em 2019. Adicionalmente, também se têm verificado outros estudos que identificam medidas para implementação de VEs em Juntas de Freguesias na cidade de Lisboa (Reis, 2019). É neste âmbito que reside a problemática do nosso estudo, uma vez que, no nosso conhecimento, o Exército Português ainda não contempla na sua frota de transporte administrativo veículos movidos a energia elétrica, ao contrário do que é possível verificar noutros países.

Em 2019, o Departamento de Defesa dos Estados Unidos da América (EUA) investiu cerca de 1,6 mil milhões de dólares em inovação e desenvolvimento de teste de energias alternativas, o que reflete a importância para a missão militar (Robyn and Marqusee, 2019) e, para esse fim, têm vindo a considerar a utilização de VEs nas suas frotas (Parker and Kramer, 2011; Department of Defense, 2018). À luz da afirmação anterior, o Exército dos EUA também tem vindo a realizar estudos no sentido de substituir alguns dos veículos da sua frota (ex. *diesel high-mobility multipurpose wheeled vehicle*) por veículos híbridos (Ducusin et al., 2007; Parker and Kramer, 2011), uma vez que estes são comuns em outros setores da Administração Pública, e/ou também por VEs (Broder, 2009; Un-Noor et al., 2017).

Por outro lado, o Japão já tem mais de duas décadas de experiência nesta área (Perdiguero and Jiménez, 2012), constituindo grupos de trabalho especializados (United Nations, 2018). O Exército Japonês, que considera a tipologia de veículos híbridos cada vez mais relevante neste caso, vai mais longe, porque consideram opções para a substituição dos veículos de combate (Taira et al., 2017). A pesquisa por veículos elétricos híbridos atraiu a atenção de empresas e organizações (Ming et al., 2017). Também a indústria militar desenvolveu programas de *Hybrid Electric Vehicle* (HEV), tais como, o *Future Combat Systems* (FCS) e o *Joint Light Tactical Vehicle* (JLTV) nos EUA, o Duture *Rapid Effects System* (FRES) no Reino Unido e *Spliterskyddad EnhetsPlatform* (SEP) na Suécia (Taira et al., 2017). À semelhança dos casos apresentados anteriormente, o Ministério da Defesa Canadiano corrobora a versão Japonesa, uma vez que consideram a redução da mão-de-obra de manutenção, dependência de combustível, e maior eficiência no que diz respeito ao ruído, como uma mais-valia (Giesbrecht, 2018).

Esta investigação tem como objetivo apresentar, numa primeira fase, um modelo teórico-conceptual sobre a implementação de VEs e, numa segunda fase, apresentar um modelo reformulado (i.e., validado empiricamente) com dados provenientes de um estudo de caso. Esta investigação é original, na medida em que procura analisar modelos teóricos existentes e desenvolver um modelo validado empiricamente para o caso do Exército Português, preenchendo assim uma lacuna na literatura. Os estudos desenvolvidos por parte de alguns autores são essencialmente estudos de viabilidade económica (Malmgren, 2016; Winebrake et al., 2017) e não analisam fatores como as rotas diárias (Kosmanos et al., 2018; Siddiqi et al., 2011)the RO problem of EVs is solved by using the Multi Constrained Optimal Path (MCOP, dados de poluição em determinadas zonas (Agência Portuguesa do Ambiente, 2015; Nogueira and Mesquita, 2017), bem como o impacto na sociedade que estes veículos poderão originar (Sovacool et al., 2018). Pelos motivos elencados, consideramos que esta investigação vai apresentar um quadro teórico e empírico relevante onde são apresentados contributos que eventualmente possam ser úteis e transversais a outras organizações. Perante os argumentos apresentados, a questão de investigação que propomos é a seguinte:

- Como garantir uma implementação eficiente de viaturas elétricas no Exército Português?

Este artigo está estruturado em 5 secções. Na secção 2 constam os trabalhos relacionados. Na Secção 3, a metodologia utilizada. Na Secção 4, são discutidos os resultados. Por último, na Secção 5, são apresentadas as conclusões bem como sugestões para trabalhos futuros.

2. Trabalhos Relacionados

São vários os modelos de implementação de VEs existentes na literatura (Zulkarnain et al., 2014; Liao et al., 2017; Sultan et al., 2017; Kumar and Alok, 2020). Vamos, ao longo dos próximos parágrafos, abordar aspetos que integram os modelos já existentes, procurando terminar com a apresentação de num modelo que integre os tópicos mais relevantes.

Recorremos assim a um quadro de conceptual onde estão representados os autores abordados na literatura, na parte superior, bem como os aspetos genéricos abordados por estes na lateral do Quadro n.º 1.

		Autores				
		Zulkarnain et al. (2014)	Liao et al. (2017)	Sultan et al. (2017)	Che et al. (2020)	Kumar & Alok (2020)
Constructos	Desempenho	X	X			X
	Infraestruturas	X	X	X		X
	Impacto Económico	X	X		X	X
	Políticas Governamentais	X	X			X
	Bateria	X			X	
	Impacto Ambiental	X			X	X
	Impacto Social		X			X

Quadro n.º 1 – Quadro resumo de trabalhos relacionados com o tema

Para apresentar o modelo teórico-conceptual, considerámos vários tópicos de forma a explicar graficamente ou por narrativa os objetivos da investigação (Miles and Huberman, 1994). Para esse fim, foram integrados os tópicos anteriormente identificados, nomeadamente: as Políticas Governamentais, o Desempenho, as Infraestruturas de Carregamento, a Bateria, o Impacto Económico, o Impacto Ambiental e a Influência Social. Assim, apresentamos de seguida o modelo teórico - conceptual identificado na Figura n.º 1:

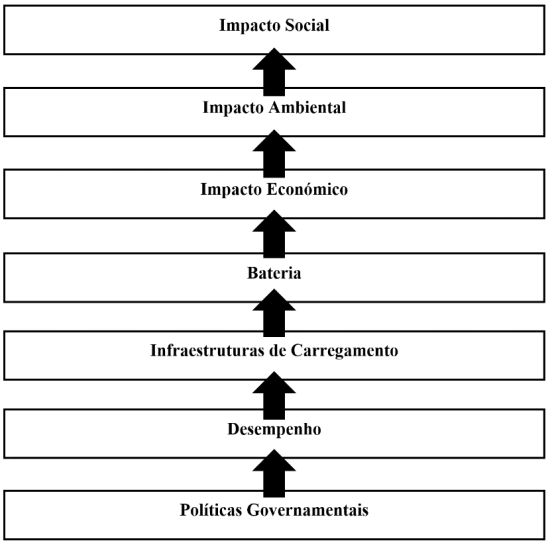


Figura n.º 1 – Modelo Teórico - Conceptual de Implementação de VEs

Durante a próxima secção é discutido o procedimento metodológico utilizado, que tem por objetivo reunir dados provenientes de várias fontes.

3. Metodologia

Para o desenvolvimento deste artigo optámos por uma metodologia qualitativa, onde os investigadores estão essencialmente interessados em analisar a forma de como as pessoas interpretam as suas experiências (Merriam and Tisdell, 2016). Esta investigação é exploratória porque, pelo que temos conhecimento, esta será a primeira tentativa de elaborar um modelo teórico-conceptual integrado e validá-lo empiricamente.

Este estudo foi realizado numa Unidade militar do Exército Português, mais concretamente no Regimento de Transportes (RTransp), em Lisboa. Esta unidade de análise foi escolhida por considerarmos que este Regimento representa a mais robusta frota de viaturas administrativas do Exército Português.

Tendo em conta a investigação em causa, procurámos analisar os modelos provenientes da literatura de forma a perceber que tipo de tópicos se adequam à unidade de análise.

Com base nesses tópicos formulámos o modelo-conceptual que teve foco: 1) no impacto económico desta tipologia de viaturas no Exército; 2) nas infraestruturas que poderão ser implementadas e as já existentes; 3) na análise da autonomia de VE, e se esta autonomia é suficiente para o cumprimento das tarefas do RTransp; 4) na existência de incentivos Governamentais e verificar se estes incentivos poderão se enquadram no âmbito das tarefas a realizar pelo RTransp; 5) no estudo da melhoria da imagem do Exército face à população civil; 6) na verificação da existência de especialistas em gestão da manutenção das VEs; e ainda 7) na identificação do impacto ambiental nas áreas e raio de ação do RTransp.

Esta investigação inclui várias fontes de recolha de dados, para fins de triangulação e respetiva corroboração dos dados. Utiliza, portanto, entrevistas semiestruturadas, onde estão incluídas 16 entrevistas no RTransp e 3 entrevistas na Direção de Material e Transportes. Todas as entrevistas foram gravadas com a permissão dos entrevistados e devidamente transcritas.

Considerámos também, fontes de recolha de dados secundárias, com recurso à observação direta, pela verificação do estado de operacionalidade das viaturas, bem como registos fotográficos do local em causa, verificando a viabilidade especial para introdução de pontos de carregamento elétricos. Por fim, a documentação oficial da organização, através da analise de vários documentos institucionais, tais como: diretivas, normas de execução permanente, despachos, mapas de situação operacional, resolução de conselho de ministros, etc. Foram consideradas fontes de recolha de dados primária as entrevistas semiestruturadas, uma vez que estas contemplam informação original, isto é, apresenta informação sem interpretação ou sumarização de outrem (Blaxter et al., 2006). Enquanto, a observação direta e a documentação oficial da organização constituem interpretações ou avaliações das fontes primárias (Mills et al., 2010).

4. Resultados

A presente secção encontra-se dividida em sete subsecções que correspondem a sete tópicos que foram identificados na literatura (Quadro n.º 2). Estes tópicos estão relacionados com as ideias-chave dos entrevistados, ou seja, com os aspetos mais abordados por cada um dos participantes, estas ideias foram corroboradas com as notas de campo que recolhemos, bem como documentação obtida na unidade de análise.

Categorias	Subcategorias
Intenção Superior	Intenção Institucional
	Obrigatoriedade Legal
Autonomia	Curtas Distâncias
	Longas Distâncias
Infraestruturas de Carregamento	Públicas
	Internas
Manutenção	Formação
	Bateria
Viabilidade Económica	Aquisição
	Manutenção
	Utilização
Ambiente	Comprometimento
	Impacto na Missão
Impacto Social	Imagem Institucional
	Pegada Ecológica

Quadro n.º 2 – Categorias e Subcategorias

4.1. Intenção do Escalão Superior Militar: institucionalidade e obrigatoriedade legal

A Intenção do Escalão Superior Militar está intimamente relacionada com as políticas governamentais de Portugal. No caso do RTransp foram identificadas, através dos entrevistados, duas subcategorias: a Abordagem Institucional, que se refere à intenção, por parte dos diversos órgãos do Exército em adotar esta tipologia de viaturas; e, a Abordagem legal, que aborda que tipo de obrigações legais estão associadas a esta temática.

O Exército Português já realizou um estudo para que se possam implementar EVs, tendo por base, as imposições legais. Verificámos que esta medida requer interesses de vária ordem e que, por parte do poder político, tem existido intenção de avançar com uma implementação de EVs em todos os organismos do Estado. Adicionalmente, a Defesa Nacional, também pretende que as instituições sobre a sua responsabilidade integrem princípios de eficiência energética e ambiental nos objetivos organizacionais (Despacho Defesa Nacional n.º 149, 2020).

Existem, portanto, diretivas ministeriais, que comtemplam vários objetivos, e um dos objetivos passa pela mobilidade sustentável, referindo que se devem implementar medidas que consigam reduzir o impacto ambiental. Existem ainda diretivas e planos do Estado Maior do Exército (EME) que abordam exatamente esta temática, a pegada ecológica. Percebemos que através do Sistema de Gestão Ambiental (SGA) existe a tentativa de incluir aspetos ambientais na organização militar (Despacho n.º 133/CEME/17). Neste sentido, percebemos que a Administração Pública pode promover a adoção de boas práticas, demonstrando a sua viabilidade e motivando a sociedade para a mudança (Resolução do Conselho de Ministros n.º 54/2015). Neste momento, existe a imposição legal de adquirir uma percentagem mínima de VEs (Despacho interministerial n.º 2293-A/2019). Para tal, o planeamento do Comando da Logística do Exército Portuguese para o quadriénio 2020-2023 contempla a aquisição de nove viaturas elétricos (Renault ZOE ou BMW i3) e a aquisição de doze viaturas híbridos (Lexus ct 200h ou Toyota Prius).

4.2. Autonomia

A autonomia dos VEs permite ao Exército Português, em particular ao RTransp, o cumprimento das tarefas diárias. Pelo que percebemos, a autonomia pode ser apresentada por duas abordagens distintas. Se por um lado, o RTransp se encontra situado na cidade de Lisboa e, por esse motivo, está num grande centro e com proximidade a várias U/E/O, ou seja, a curta distância a autonomia não representa um obstáculo. Por outro lado, os condutores das VEs, no cumprimento das suas tarefas, podem ter dificuldades quando efetuam viagens de longa duração dentro do território nacional.

Às curtas distâncias, o contributo dos entrevistados é unânime. Uma viagem que obrigue o VE a percorrer 300 Km de distancia, o RTransp consegue facilmente assegurar estas viagens. O nosso argumento está em linha com os registos do RTransp, onde considerámos curtas distâncias a média de Km realizada por uma viatura administrativa num dia. Percebemos que o RTransp realiza um serviço interno (entrega de refeições

no Centro de Informação Geospacial do Exército Português (CIGEO) e no Comando da Logística (CmdtLog), o serviço de capelão e serviço de condutor de dia). Já no Estado-Maior General das Forças Armadas (EMGFA), utilizam a única viatura que possuem, um Renault ZOE, para serviços administrativos diários nas proximidades, como, por exemplo, serviço de correio.

No que corresponde às longas distâncias, os entrevistados referem que 300 Km médios de autonomia são reduzidos para cumprir todas as missões do Regimento. O RTransp, recebe diversas solicitações/requisições no sentido de desencadear missões a mais de 300 Km, como transportes de pessoas e bens para Porto, Póvoa do Varzim ou Braga. Após analisada a documentação institucional, nomeadamente o Anexo III à NEP 101/CHST da Repartição de Estudos Técnicos da DMT, conseguimos perceber que de entre 50 localidades, 31 estão num raio de 300 Km, isto é, 62% das localidades estão ao alcance da média de Km de autonomia de um VE.

4.3. Infraestruturas de Carregamento

No que concerne às infraestruturas de carregamento, segundo os entrevistados existem duas formas possíveis e viáveis destas serem implementadas. São elas o usufruto de uma boa rede de infraestruturas públicas espalhadas pelo território nacional ou recorrer às próprias infraestruturas do Exército Português e respetivos ramos das Forças Armadas.

No que se refere aos postos de carregamento públicos, os entrevistados referem dois aspetos a considerar. Se, por um lado afirmam que para fazer face às tarefas a realizar pelo RTransp teria de existir uma rede com pontos-chave onde se pudessem realizar esses mesmos carregamentos, nomeadamente, em áreas de serviços. Por outro lado, para que não restringir a execução de determinadas tarefas mais criticas, esse carregamento teria de ser rápido. Na cidade de Lisboa já foi efetuado um estudo que contempla a dispersão dos pontos de carregamento de forma de maximizar a sua utilização (Frade et al., 2011). Para carregamentos rápidos, a utilização de tecnologias fast charge pode ser vista como uma boa oportunidade. Aparentemente, as VEs necessitam de aproximadamente 15 minutos para carregar cerca de 25% das baterias.

Pelo que percebemos junto dos entrevistados a instalação de pontos de carregamento internos no Regimento terá que se tornar uma realidade, caso se venham a implementar a utilização de VE´s. Durante a recolha de dados, verificámos que existem condições para que esta implementação se possa efetivar, nomeadamente, com a existência de um posto de abastecimento de combustível que reúne condições para se tornar um ponto de carregamento elétrico. Estes pontos de carregamento elétricos podem ser instalações de fichas de carregamento junto ao estacionamento de cada viatura, dando a possibilidade de carregamento simultâneo de várias viaturas.

4.4. Manutenção

Existem dois grandes tópicos abordados pelos entrevistados e que estão associados à manutenção. O primeiro refere-se à formação associada à atividade realizada pelos militares do Exército Português. Esta mesma formação representa a base do dia-a-dia dos militares que servem no RTransp. O segundo tópico aborda a questão da bateria, uma vez que esta é por vezes reconhecida como a componente de maior importância

no que diz respeito às VE e que inspiram cuidados especiais (Masiero et al., 2016; Wang, 2018).

Percebemos que a formação dos mecânicos do Exército Português é ainda limitada no que diz respeito ao manuseamento de componentes elétricos. Atualmente, o RTransp já integra na sua frota de transportes viaturas a combustão fóssil modernas que requerem formação nos componentes e configurações elétricas. Verificámos que apenas alguns militares têm capacidade para efetuar a reparação destes veículos, enquanto referiam que teria que ser dada formação adaptada ao novo desafio de implementação de VE´s. Portanto, se por um lado pode haver necessidade de atualizar a formação e o treino dos militares que operam a componente elétrico-mecânica, por outro, poder-se-ia reduzir o tempo de operação, dado que manutenção dos veículos elétricos apresentam um menor número de componentes e, consequentemente, o tempo de manutenção é mais reduzido.

Uma outra problemática está associada à bateria, uma vez que esta reque atenção redobrada, por ser uma componente onerosa e, por, após ser consumido o seu tempo de vida útil, é necessário recorrer a empresas especializadas para reutilizar e recuperar esses componentes.

4.5. Viabilidade Económica

Para a grande maioria dos entrevistados a viabilidade económica incide em três vertentes: o preço de aquisição das viaturas; o custo associado à manutenção; bem como o custo associado à utilização do veículo, ou seja, o valor inerente ao consumo.

Relativamente à aquisição de veículos, os entrevistados consideraram que os gastos associados à aquisição de VEs por parte do Exército Português seriam difíceis de comportar, porque neste momento os VEs ainda têm um custo consideravelmente mais elevado, quando comparados com as viaturas a combustão fóssil. Cabe à secção Logística do RTransp controlar os fundos de maneio atribuídos ao Regimento, elaborar o Plano de Atividades anual e executar uma boa gestão orçamental (Diretiva n. º 01/2020). É possível adicionar importantes proveitos financeiros resultantes da redução dos consumos de água, de energia e de outros recursos finitos, como, por exemplo, o gasóleo.

Quanto ao custo associado à manutenção, os VEs iriam provavelmente reduzir os stocks, uma vez comportam um número mais reduzido de componentes, enquanto, atualmente, os custos associados à manutenção são significativos.

Por fim, é sem grande surpresa que identificámos que os custos associados à utilização dos VEs são mais reduzidos, quando comparados com os veículos a combustão fóssil. Sendo unânime entre os entrevistados, que, a médio e longo prazo, as viaturas elétricas irão compensar custos relacionados com a aquisição e consumo diário (Manríquez et al., 2020).

Resumidamente, é provável que se torna rentável a aquisição de VEs tendo em conta o longo prazo de utilização e elevada rodagem (Feng and Figliozzi, 2012), o que fará sentido para esta unidade militar. Adicionalmente, o Estado Português, através publicação do Decreto-Lei n. º 170/2008, de 26 de agosto, veio estabelecer um novo regime jurídico do Parque de Viaturas do Estado (PVE) e definir as competências da Agência Nacional de Compras Públicas, E. P. E. (ANCP) na gestão e controlo do referido

PVE. Este regime jurídico procura que a gestão do PVE esteja assente em critérios de eficiência e racionalidade económicas, com redução de custos operacionais e privilegia a aquisição de veículos com melhor desempenho ambiental o que vem beneficiar a unidade de análise aqui estudada.

4.6. Ambiente

Relativamente ao impacto ambiental, foram identificadas duas dimensões relevantes. A primeira está relacionada com o comprometimento, pois verificámos o quão comprometido está o Exército Português, através do RTransp, com a redução dos gases nocivos para o meio ambiente e a consequente redução da pegada ecológica. Este comprometimento foi verificado não só através das respostas dos entrevistados, como dos diversos documentos alusivos ao ambiente que o Exército Português elaborou, nomeadamente o Despacho n. º 133/17 do CEME, plano de atividades Ambientais de 2018 ou o RISGAE. A segunda dimensão representa o impacto nas tarefas diárias do RTransp, através de diversas restrições de circulação, essencialmente, na cidade de Lisboa.

Percebemos através do Despacho n. º 133/17 do CEME que é pretensão do Exército Português executar todas as atividades tendo em consideração a proteção ambiental em todas as fases de planeamento e realização das mesmas. Averiguámos ainda que, através do plano de atividades Ambientais de 2018, é intenção da instituição militar garantir a melhoria contínua do desempenho ambiental e da eficiência energética, prevenindo todas as formas de poluição, para minimizar o uso de substâncias prejudiciais ao ambiente, reduzindo a produção de resíduos e garantindo o seu encaminhamento para um adequado destino final. Para além dos seus colaboradores, a instituição militar regimental também está comprometida para assegurar a melhor gestão das VEs a partir do momento em que sejam integradas na sua frota de viaturas.

Existe uma outra dimensão que atualmente é discutida no seio do Governo Português, e que reside na tentativa de circunscrever, ou condicionar a circulação automóvel em diversas zonas da cidade de Lisboa. São, exemplo disso, as zonas do Rossio, Avenida da Liberdade e Baixa Pombalina, que já contam com a limitação à circulação de veículos a combustão com ano de matrícula inferior a 2000. Sabemos, porém, que determinadas limitações, estas últimas inclusive, não terão abrangência para viaturas do Estado. No entanto, cabe também ao Exército Português dar passo à frente no que ao combate aos gases de efeito de estufa diz respeito, implementado um SGA. Todas estas condicionantes poderão ter impacto na missão do RTransp, uma vez que este utiliza parte desses itinerários para desenvolver as suas tarefas.

4.7. Impacto Social

No que se refere ao impacto social, as VEs poderá ser observada à por duas perspetivas. Se, por um lado, a implementação de VEs poderá contribuir para a imagem institucional das forças armadas, por outro, e mais relevante contribui para a redução efetiva da pegada ecológica.

A grande maioria dos entrevistados considera que a introdução de VEs na frota do RTransp irá contribuir positivamente para a imagem do Exército Português. Sabemos que, por

força do cumprimento das imposições legais e sem prejuízo para o cumprimento das missões das forças armadas, o Exército Português é obrigado a implementar programas de gestão ambiental, o que para além de responder aos requisitos legais, vem melhorar a sua imagem face à sociedade. Adicionalmente, devem ser associadas campanhas de informação bem articuladas, para que as novas gerações possam identificar a utilização de VE como mais-valia. Neste sentido, o Exército Português deve ser identificado como um exemplo a seguir, no que diz respeito ao sem empenho em tomar todas as diligências necessárias para contribuir para uma sociedade mais ecológica, moderna, sustentável e responsável.

No quadro de uma estratégia para o crescimento verde e do conjunto de compromissos em matéria de ambiente, clima e energia assumidos por Portugal, designadamente em termos de redução de emissões, de eficiência energética e de penetração de energia de fontes renováveis, incluindo nos transportes, o Estado, através do Exército Português, deve dar o exemplo na alteração de paradigma que se exige à sociedade, impulsionando o apoio a essa transição (Resolução do Conselho de Ministros n.º 54/2015).

4.8.Modelo Teórico-Conceptual Reformulado de Implementação de VEs

A Figura n.º 2 apresenta o modelo teórico-conceptual reformulado de implementação de VEs. Estamos perante um modelo de constructos integrados que se encontra dividido em três grandes fases.

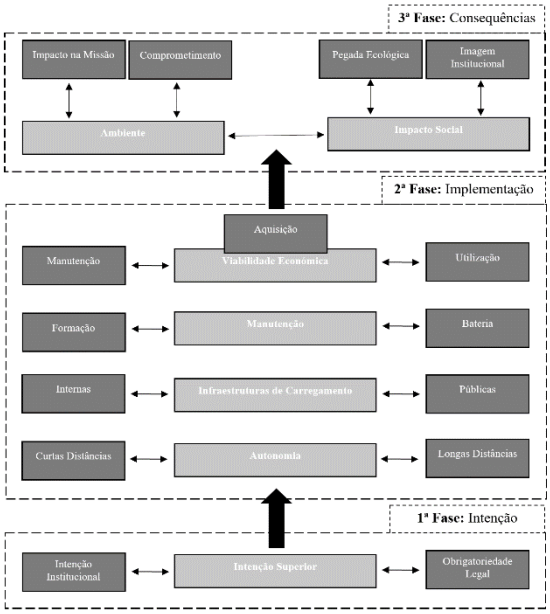


Figura n.º 2 - Modelo Teórico-Conceptual Reformulado de Implementação de VEs

A primeira, é materializada pela *intenção*, isto é, para que se efetive a implementação de VEs é necessário que exista uma intenção institucional e/ou uma obrigatoriedade

legal. E, por esse motivo, a intenção do escalão superior militar encontra-se na base do modelo apresentado. A segunda, corresponde à *implementação*. É aqui que se realizam estudos de viabilidade e aplicabilidade à instituição em causa. Verifica-se, se os VEs para aquisição apresentam são suficientemente autónomos para fazer face às necessidades organizacionais, e se existem pontos de carregamento nos itinerários utilizados ou, se a instituição tem capacidade de adquirir e gerir os seus próprios pontos de carregamento. Analisa-se de que forma é executa a manutenção, se pela própria entidade ou se se recorre a empresas especializadas. São ainda avaliados os tipos de custos associados, nomeadamente, os custos de aquisição, manutenção e utilização. A terceira fase, consiste nos *efeitos ou consequências* que essa implementação trará para a instituição. Consequências de ordem ambiental e social. Poderão ocorrer proveitos para a imagem institucional, quando a entidade se encontra comprometida com a mobilidade ecológica.

5. Conclusões e Recomendações

Este artigo é exploratório, uma vez que aborda pela primeira vez a problemática relacionada com a implementação de VEs no Exército Português. Para esse fim, foi desenvolvido um modelo teórico-conceptual, de modo a preencher uma lacuna na literatura e, validado empiricamente, para que possa dar garantias sobre a sua aplicação no âmbito militar.

Do ponto de vista teórico, esta investigação apresenta duas contribuições relevantes. Enquanto o modelo teórico-conceptual teve como objetivo incorporar conceitos provenientes da literatura sobre a implementação de VEs, o modelo empírico, teve como objetivo validar o primeiro modelo, usando, para esse fim, várias fontes de recolha de dados. Em segundo lugar, esta investigação pretende apresentar resultados que possam ser úteis para a construção de novos modelos de implementação de VEs em organizações semelhantes. Os potencias investigadores que estudem esta temática têm agora um ponto de partida para desenvolver as suas próprias abordagens.

Paralelamente, foram identificadas contribuições de ordem prática que podem revelar-se úteis para a implementação de VEs, mais concretamente: 1) ausência de estratégias para implementação de VE; 2) viabilidade de autonomia às curtas distâncias; 3) viabilidade de implementação de pontos de carregamento elétricos no RTransp; 4) necessidade de formação para efeitos de manutenção; 5) recuperação das baterias em fim de vida; 6) o elevado custo inicial das VEs; 7) elevados custos suportados pelo Exército em manutenção e combustível; 8) proveitos financeiros; 9) impacto ambiental; e 10) imagem do Exército.

Havendo intenção de implementação de VEs na frota do Exército Português, é fundamental que se recorra a modelos científicos, para que a transição de combustíveis fósseis para energias mais limpas seja feita da forma mais sustentada e célere.

Percebemos que a questão dos custos associados é um tema sempre abordado por parte dos intervenientes. Neste sentido, sugerimos que se realize um estudo comparativo aprofundado entre a implementação de VEs e utilização de veículos a combustão. Este estudo deverá contemplar, pelo menos, o preço de aquisição, custos com manutenção, custos em consumos e também possíveis custos com implementação de novos pontos de carregamento elétricos. Sugerimos ainda que valide o modelo teórico-conceptual em

outras U/E/O do Exército, para que se possa verificar se os resultados obtidos serão semelhantes ou divergentes face aos apresentados nesta investigação.

Referências

Agência Portuguesa do Ambiente. (2015). Estratégia Nacional para o Ar 2020 – Emissões Atmosféricas e Qualidade do Ar Ambiente: Enquadramento e Diagnóstico. https://www.apambiente.pt/_zdata/DAR/Ar/ENAR_II_Diagnostico_CP.pdf.

Blaxter, L., Hughes, C., & Tight, M. (2006). How to research. https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780199732869.003.0004.

Broder, R. (2009). The Future of Electric Vehicles and Challenges for Infrastructure.

Brönner, M., Hagenauer, M. S., & Lienkamp, M. (2019). Sustainability – Recommendations for an electric vehicle manufacturing in Sub-Saharan Africa. Procedia CIRP, 81, 1148–1153. https://doi.org/10.1016/j.procir.2019.03.283.

PDE 4-33-00: Proteção Ambiental, Lisboa, Comando de Instrução e Doutrina, 2012.

Defesa Nacional - Gabinete do Ministro (2020). Despacho n.º 149/2020, de 7 de janeiro: Diretiva Ambiental para a Defesa Nacional. Diário da República, Série II, n.º 4, 46-51.

Department of Defense (2018). Department of Defense Annual Energy Management and Resilience Report (AEMRR) Fiscal Year 2017. https://www.acq.osd.mil/eie/downloads/ie/fy 2017 aemr.pdf.

Ducusin, M., Gargies, S., & Mi, C. (2007). Modeling of a Series Hybrid Electric High-Mobility Multipurpose Wheeled Vehicle, 56(2), 557–565.

Feng, W., & Figliozzi, M. (2012). Conventional vs Electric Commercial Vehicle Fleets: A Case Study of Economic and Technological Factors Affecting the Competitiveness of Electric Commercial Vehicles in the USA. Procedia - Social and Behavioral Sciences, 39, 702–711. https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.03.141.

Frade, I., Ribeiro, A., Gonçalves, G., & Antunes, A. (2011). Optimal location of charging stations for electric vehicles in a neighborhood in Lisbon, Portugal. Transportation Research Record, (2252), 91–98. https://doi.org/10.3141/2252-12.

Giesbrecht, J. (2018). Feasibility of Hybrid Diesel-Electric Powertrains for Light Tactical Vehicles.

Kosmanos, D., Maglaras, L. A., Mavrovouniotis, M., Moschoyiannis, S., Argyriou, A., Maglaras, A. & Janicke, H. (2018). Route Optimization of Electric Vehicles Based on Dynamic Wireless Charging. IEEE Access, 6, 42551–42565. https://doi.org/10.1109/ACCESS.2018.2847765.

Kumar, R., & Alok, K. (2020). Adoption of electric vehicle: A literature review and prospects for sustainability. Journal of Cleaner Production, 253. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.119911.

Liao, F., Molin, E., & van Wee, B. (2017). Consumer preferences for electric vehicles: a literature review. Transport Reviews, 37(3), 252–275. https://doi.org/10.1080/01441647.2016.1230794.

Malmgren, I. (2016). Quantifying the Societal Benefits of Electric Vehicles. World Electric Vehicle Journal, 8, 996–1007.

Manríquez, F., Sauma, E., Aguado, J., de la Torre, S., & Contreras, J. (2020). The impact of electric vehicle charging schemes in power system expansion planning. Applied Energy, 262, 1–15. https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2020.114527.

Masiero, G., Ogasavara, M., Jussani, A., & Risso, M. (2016). Electric Vehicles in China: BYD Strategies and Government Subsidies. Revista de Administração e Inovação, 13(1), 03–22.

Merriam, S., & Tisdell, E. (2015). Qualitative research: A guide to design and implementation. John Wiley & Sons.

Miles, M., & Huberman, A. (1994). Qualitative data analysis. Thousand Oaks, CA: Sage.

Mills, A., Eurepos, G., & Wiebe, E. (2010). Encyclopedia of Case Study Research. (I. SAGE Publications & All, Eds.). Washington, DC.

Ming, L., Ying, Y., Liang, L., Yao, L., & Zhou, W. (2017). Energy Management Strategy of a Plug-in Parallel Hybrid Electric Vehicle Using Fuzzy Control. Energy procedia, 105, 2660–2665. https://doi.org/10.1016/j.egypro.2017.03.771.

Nogueira, L., & Mesquita, S. (2017). Avaliação da Qualidade do Ar na região de Lisboa e Vale do Tejo em 2016. http://www.ccdr-lvt.pt/pt/qualidade-do-ar/1265.htm

Parker, G., & Kramer, D. (2011). Current state of military hybrid vehicle development. Int. J. Electric and Hybrid Vehicles, 3. https://doi.org/10.1504/IJEHV.2011.044373.

Perdiguero, J., & Jiménez, J. (2012). Policy options for the promotion of electric vehicles: a review. Research Institute of Applied Economics, IR12/08, 1–44.

Reis, J. (2019). Implementing electric vehicles in public services: a case study research. International Journal of Electric and Hybrid Vehicles, 11, 3, pp. 205-216.

Robyn, B., & Marqusee, J. (2019). The Clean Energy Dividend: Military Investment in Energy Technology and What It Means for Civilian Energy Innovation, 1–57.

Sierzchula, William, Bakker, Sjoerd, Maat, Kees, van Wee, & Bert, (2014). The influence of financial incentives and other socio-economic factors on electric vehicle adoption, Energy Policy, Elsevier, vol. 68(C), pages 183-194.

Siddiqi, U., Shiraishi, Y., & Sait, S. (2011). Multi-constrained route optimization for Electric Vehicles (EVs) using Particle Swarm Optimization (PSO). International Conference on Intelligent Systems Design and Applications, ISDA, 391–396. https://doi.org/10.1109/ISDA.2011.6121687.

Sovacool, B., Noel, L., & Rubens, G. (2018). The Demographics of Decarbonizing Transport: The Influence of Gender, Education, Occupation, Age, and Household Size on Electric Mobility Preferences in the Nordic Region. Global Environmental Change 52 (2018) 86–100

Sultan, V., Bitar, H., Alzahrani, A., & Hilton, B. (2017). A Conceptual Framework to Integrate Electric Vehicles Charging. International Journal of Smart Grid and Clean Energy A, 207–220. https://doi.org/10.12720/sgce.6.3.207-220.

Taira, H., Yoshikawa, T., & Jumonji, K. (2017). Development of Tracked Combat Hybrid-Electric Vehicle. Ministry of Defense of Japan.

United Nations. (2018). Global Technical Regulation on the Electric Vehicle Safety (EVS).

Un-Noor, F., Padmanaban, S., Mihet-Popa, L., Mollah, M., & Hossain, E. (2017). A Comprehensive Study of Key Electric Vehicle (EV) Components, Technologies, Challenges, Impacts and Future Direction of Development. Energies, 10, 1–82. https://doi.org/10.3390/en10081217.

Wang, N., Tang, L., & Pan, H. (2019). A global comparison and assessment of incentive policy on electric vehicle promotion. Sustainable Cities and Society, 44, 597–603. https://doi.org/10.1016/j.scs.2018.10.024.

Wilberforce, T., El-Hassan, Z., Khatib, F., Makky, A., Baroutaji, A., Carton, J., & Olabi, A. (2017) Developments of electric cars and fuel cell hydrogen electric cars, Int. J. Hydrog. Energy 42 (40) 25695–25734.

Winebrake, J. J., Green, E. H. & Carr, E. (2017). Plug-In Electric Vehicles: Economic Impacts and Employment Growth. Energy and Environmental Research Associates.

Zulkarnain, Z., Kinnunen, T., & Kess, P. (2014). The Electric Vehicles Ecosystem Model: Construct, Analysis and Identification of Key Challenges. Managing Global Transitions, 12(3), 253–277.

risti
Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação
Iberian Journal of Information Systems and Technologies

Recebido/Submission: 11/04/2021
Aceitação/Acceptance: 19/06/2021

Tendencias alrededor de la investigación sobre el internet de las cosas en Colombia: un enfoque bibliométrico

Luis Fernando Garcés-Giraldo[1], Karla Neyra-Aleman[2], Orfa Patiño-Toro[3], Alejandro Valencia-Arias[1,2]*, Gustavo Moreno López[4], Jackeline Valencia[3], Martha Benjumea-Arias[3]

lgarces@americana.edu.co; kneyraa@uladech.edu.pe; orfapatino@itm.edu.co; javalenciar@gmail.com; marthabenjumea@itm.edu.co

[1] Corporación Universitaria Americana, 050012, Medellín, Colombia.

[2] Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote, Instituto de Investigación, 02804, Chimbote, Perú. Autor de correspondencia*

[3] Instituto Tecnológico Metropolitano, 050012, Medellín, Colombia.

[4] Institución Universitaria Marco Fidel Suárez, 051050, Bello, Colombia.

Pages: 15-27

Resumen: El estudio resalta elementos sobre la evolución de las investigaciones ligadas al Internet de las Cosas (IoT) y contribución en la dinamización de la interconexión de objetos de uso cotidiano con internet, generando un interés creciente entre investigadores; además, revela algunos vacíos existentes. El objetivo del trabajo es examinar el estado actual y tendencias investigativas en Colombia alrededor del IoT entre 2011 y 2019, mediante un análisis bibliométrico. La metodología basada en una exploración estructurada de literatura en Scopus, usando ecuación de búsqueda, obteniendo 168 registros, útiles en la construcción de indicadores bibliométricos (cantidad y calidad). Como resultados se logran identificar el avance progresivo en la utilización del IoT, específicamente entre 2015 y 2018. Adicionalmente, relaciona aspectos asociados con calidad, impacto de las publicaciones, transformaciones en escenarios productivos y sociales. Destaca implicaciones prácticas del uso del IoT y su valor en la gestión de información para la toma de decisiones.

Palabras-clave: Big data; Toma de decisiones; Sistemas integrados; Internet de las Cosas; Sistemas hombre-máquina.

Trends around the research on the internet of things in Colombia

Abstract: The study highlights elements on the evolution of research linked to the Internet of Things (IoT) and contributes to the dynamization of the interconnection of everyday objects with the Internet, generating a growing interest among researchers; it also reveals some existing gaps. The aim of the work is to examine the

current status and research trends in Colombia around the IOT between 2011 and 2019, through a bibliometric analysis. The methodology is based on a structured exploration of literature in Scopus, using a search equation, obtaining 168 records, useful in the construction of bibliometric indicators (quantity and quality). As a result, the progressive progress in the use of the IO, specifically between 2015 and 2018, can be identified. Additionally, it relates aspects associated with quality, impact of publications, and transformations in productive and social scenarios. It highlights practical implications of the use of the IOT and its value in information management for decision making.

Keywords: Big data; Decision making; Embedded systems; Internet of things; Man-machine systems.

1. Introducción

El Internet de las Cosas, denominado también por sus siglas en inglés IoT, es una infraestructura de red global dinámica que se integra y actúa como una extensión del Internet, en la que varias "cosas" tienen identidades únicas, atributos físicos, personalidades virtuales, e interfaces inteligentes. Dicho de otra manera, "el Internet de las Cosas permite que las personas y las cosas estén conectadas en cualquier momento, en cualquier lugar, con cualquier cosa y a cualquier hora, idealmente utilizando cualquier red y cualquier servicio" (Vermesan et al., 2009). El término "cosas" se puede entender como una nueva dimensión de la interacción existente entre humanos y aplicaciones, permitiendo que personas y objetos se conecten, intercambiando información en tiempo real a través de cualquier ruta (Lu, Papagiannidis, & Alamanos, 2018).

Si bien el término no surgió hace poco, es cierto que las capacidades tecnológicas para implementarlo de manera más efectiva son recientes. Zito (2018) afirma que "la masificación de dispositivos electrónicos, la posibilidad real de analizar grandes cantidades de datos a través del Big Data y de extraer conclusiones útiles de ellos parecen haber abierto definitivamente la puerta para una explosión del IoT". Esta tecnología innovadora no solo conecta el dispositivo a Internet, sino que también proporciona al usuario varias funciones como análisis en tiempo real, plataforma para analizar los datos recopilados, almacenamiento de datos en la nube, desencadenar una acción desde una ubicación remota, notificaciones remotas, etc.

Desde una perspectiva técnica el Internet de las Cosas no es una tecnología única, sino un enfoque sistémico de combinación de dispositivos, redes, infraestructuras informática y software para extraer conocimientos y automatización (Tsiatsis, Karnouskos, Höller, Boyle, & Mulligan, 2019). La creación de soluciones de IoT representa un desafío amplio que requiere pautas adecuadas en el diseño de arquitecturas de sistemas, estándares para garantizar que estos se puedan construir de manera eficiente y para asegurar la seguridad e interoperabilidad en una implementación específica a nivel global. Aun así, el Internet de las Cosas está teniendo un gran impacto en el mundo actual, debido a que a través de esta infraestructura interconectada se están desarrollando una amplia gama de aplicaciones que se pueden integrar a una variedad de sectores industriales, empresariales, de consumo y públicos, y tendrán un profundo impacto en la evolución de los mercados (Lu et al., 2018), sin mencionar los avances que pueden beneficiar a poblaciones vulnerables e impactar positivamente en la sociedad.

En general, el Internet de las Cosas es una tecnología emergente y sus beneficios no siempre superan los riesgos. Viene con altos costos de instalación, operación y mantenimiento, junto con una serie de desafíos ambientales y de integración por lo cual se hace necesario el desarrollo de marcos de investigación de aplicaciones específicas que sean sustentables y que beneficien una gran parte de la población y que, además, garanticen la de seguridad de los datos y de las redes (Brody & Pureswaran, 2015). De igual manera, se hace esencial investigar cómo el IoT moldeará los hábitos de consumo de sus usuarios y en qué medida los estos se involucrarán con dichos productos y servicios.

Considerando lo expuesto previamente, a partir de esta investigación se pretende como objetivo central examinar las tendencias investigativas en Colombia alrededor del IoT entre los años 2011 y 2019. Adicional a esto, en relación con este interés, en la primera parte se hace una contextualización sobre el Internet de las Cosas, las aplicaciones e implicaciones del uso de esta novedosa tecnología en el escenario actual, en distintos sectores económicos y sociales. En la segunda parte, se hace énfasis en el diseño metodológico propuesto basado en una revisión de literatura, específicamente la realización de un análisis bibliométrico, donde se analizan indicadores de cantidad y calidad de los registros obtenidos. En la tercera parte se describen los resultados sobre los indicadores de cantidad y calidad más importantes resaltando los avances e impacto en investigaciones realizadas por diversos autores, instituciones y países, evidenciando el auge y trascendencia del IoT en el contexto tecnológico moderno. También, son consideradas las principales temáticas abordadas por los expertos en sus indagaciones, entre las que sobresalen componentes críticos para el desarrollo del IoT: el manejo de grandes volúmenes de datos, almacenamiento en la nube, la industria 4.0, sistemas integrados, entre otros. Finalmente, se ofrece una consecuente argumentación basada en el criterio de expertos y las conclusiones de la investigación respecto del progreso de la investigación sobre el Internet de las Cosas, en particular en el contexto colombiano.

2. Metodología

La metodología propuesta para esta investigación es basada en fuentes literarias, desarrollada mediante un análisis bibliométrico, apoyado de la base de datos Scopus, reconocida fuente de diversa información en el contexto académico, de fácil navegabilidad y acceso a grandes volúmenes de documentos científicos de diferentes disciplinas, revisados por expertos, el cual facilita el estudio de diferentes aspectos (resúmenes, nivel de citaciones, información de autores, instituciones, tipo de documentos, entre otros) (Rose & Kitchin, 2019; Arias-Ciro, 2020), permitiendo la presentación de un grupo de indicadores bibliométricos asociados con la cantidad y calidad para obtener los resultados de la investigación.

Así mismo, este estudio exhibe un enfoque cuantitativo para la estimación estadística de los datos recopilados (Vega-Malagón et al., 2014); También, brinda un alcance descriptivo con el objeto de efectuar el registro y relación detallada de los datos acopiados, en torno a la evolución de los distintos componentes (variables) evaluadas, aportando de forma significativa a la construcción del conocimiento científico (Sánchez, Blas, & Tujague, 2011), formulando como objetivo principal examinar las tendencias vinculadas con las indagaciones en el área del Internet de las Cosas realizadas en Colombia entre los años 2011 y 2019.

En la investigación fueron rastreados términos, tales como: internet, thing y Colombia. Estos fueron incluidos en la ecuación de búsqueda: (TITLE (internet* W/1 thing* OR "IoT") OR KEY (internet*W/1 thing* OR "IoT")) AND (LIMIT-TO (AFFILCOUNTRY, "Colombia")). La búsqueda arrojó 168 registros en total; estos se analizaron e interpretaron con apoyo de Microsoft Excel. Además, se consideraron en la búsqueda: el título, palabras clave y resumen de los documentos revisados.

Entre los principales resultados aparecen: indicadores de cantidad (revistas destacadas; grado de productividad de autores, instituciones y países e indicadores de calidad (impacto de citaciones obtenidas por cada autor y revista).

3. Resultados y discusión

De acuerdo con los indicadores señalados en el diseño metodológico, seguidamente se exponen los resultados obtenidos para el análisis bibliométrico:

3.1. Indicadores de cantidad y calidad - Productividad anual de las revistas

A continuación, se exhiben los indicadores propuestos en la bibliometría ligados con la cantidad y calidad recopilados acerca del avance de las investigaciones alrededor del Internet de las Cosas.

En cuanto a la productividad anual, los principales indicadores revelan un incremento importante en el interés por el desarrollo de investigaciones sobre el tema en los últimos años, no obstante, la etapa que presenta el mayor índice de crecimiento se produce en el periodo comprendido entre los años 2015 y 2018, publicándose hasta 63 productos por año.

El análisis del entorno, donde se recupera la información de indagaciones relacionadas con Internet de las Cosas, es utilizado como indicador relevante en el estudio del desarrollo de avances tecnológicos inteligentes e innovadores, promotores de la mejora (eficacia y eficiencia) de los procesos industriales y facilitador de la vida de las personas (Elhoseny et al., 2018); (Lopez-Castaño, Ferrin-Bolaños, & Castillo-Ossa, 2019).

En la figura 1, se muestran las diez revistas que cuentan con la mayor cantidad de publicaciones alrededor de la temática, en la que se puede observar encabezando la lista la revista *Communications in Computer and Information Science* con 22 producciones, después, *figura Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)* con 16 productos, luego se posicionan, a una distancia significativa *Advances in Intelligent Systems and Computing* y *ACM International Conference Proceeding Series* cada una con 7 publicaciones. Posteriormente, aparecen *RISTI - Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologías de Informacao* y *Procedia Computer Science* con 5 y 4 producciones respectivamente, información trascendente, al evaluar la posible existencia de brechas o condiciones singulares alrededor de la actividad de difusión de las distintas revistas.

En la figura 2, se resaltan las diez revistas que ostentan los mayores índices de citaciones por publicación en el campo del conocimiento revisado. La producción que revela el indicador más alto de citas por divulgación alcanza 26,5, correspondiendo a la revista *IEEE Access,* en segunda instancia aparece *Procedia Computer Science* con 16

menciones por publicación, y después se ubican *Analytical and Bioanalytical Chemistry* y *Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing* con 15.6 y 14 citas cada una correspondientemente.

Figura 1 – Número de publicaciones por revista a partir de la información recolectada en Scopus (Elsevier).

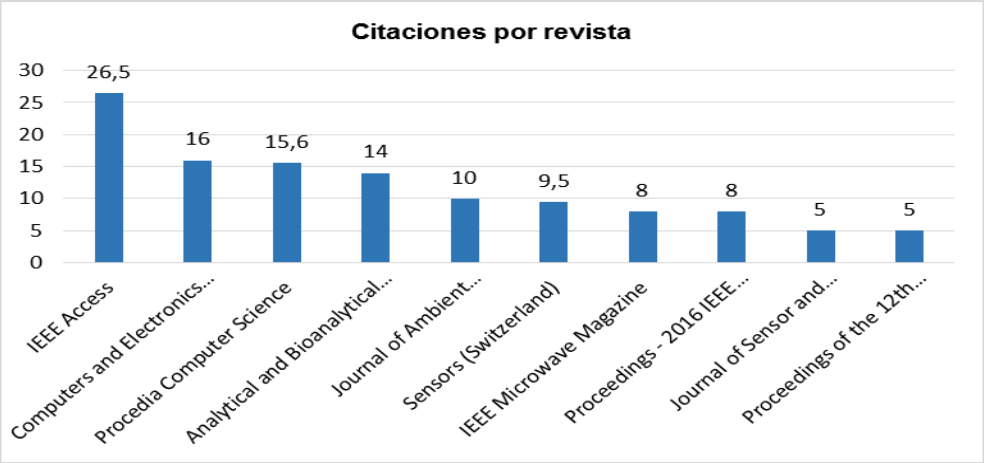


Figura 2 – Número de citaciones por revista a partir de la información recolectada en Scopus (Elsevier).

Esta información es valiosa al realizar la verificación de las revistas con la relación más alta de producción en la que ninguna de las publicaciones coincide en los dos índices, lo que señala que no precisamente el nivel de productividad de una revista confirma una correlación directa con el número de citas que pueda obtener (Cañedo, Nodarse, Ramos, & Guerrero, 2005); (Oyarzun & Zuñiga, 2016).

3.1.2. Productividad de los autores

Frente a los principales autores, en la figura 3 se muestra el índice de los diez investigadores que poseen la mayor cantidad de producciones, siendo liderado por José Ignacio Molano con 9 artículos asociados con el Internet de las Cosas; luego aparecen Diego Méndez y Luis Carlos Trujillo con 6 y 5 documentos respectivamente; asimismo, se encuentran Luis Felipe Herrera-Quintero y Gustavo Ramírez-González con 4 productos cada uno.

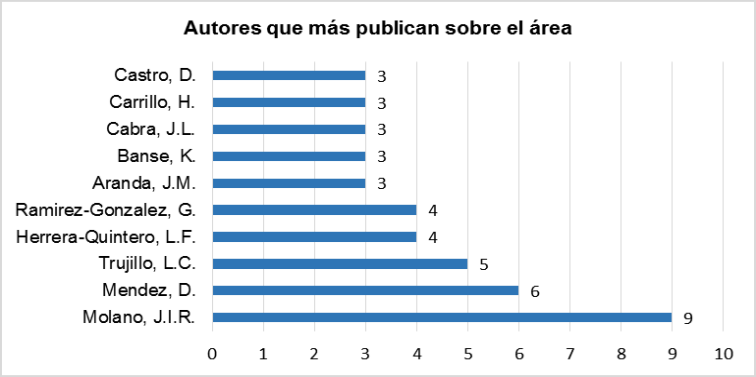


Figura 3 – Cantidad de publicaciones de los primeros diez autores a partir de la información recolectada en Scopus (Elsevier).

De igual forma, en la figura 4 son mostrados los indicadores de impacto, contribuyendo en la identificación de los diez autores más destacados, los cuales aparecen con la mayor cantidad de menciones por sus publicaciones vinculadas con la temática en

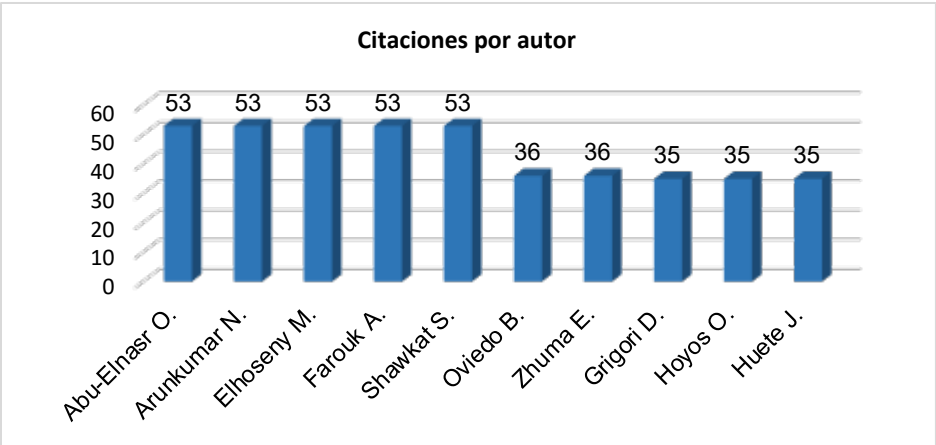


Figura 4 – Cantidad de citaciones de los primeros diez autores a partir de la información recolectada en Scopus (Elsevier).

cuestión; sin embargo, el factor de impacto puede producir divergencia, puesto que no necesariamente garantiza la calidad en relación con la información contenida en el documento, sino que posibilita la comprensión del impacto del artículo en el entorno académico-científico; pues se deben tener presente distintas variables implicadas en el estudio de este indicador, como pueden ser: distinción del investigador, institución o país de procedencia, lo novedoso del tema, entre otros. Estos componentes, pueden convertirse en elementos definitivos en la valoración de la cantidad de citaciones con respecto a la calidad (Garfield, 2006).

Con todo y lo anterior, en esta investigación se emplearon este tipo de indicadores con el fin de revisar el impacto generado entre la comunidad científica de los diferentes autores; de manera análoga, permite la identificación de los investigadores referentes para efectuar el análisis de la información obtenida. En este sentido, *Osama Abu-Elnasr, N. Arunkumar, Mohamed Elhoseny, Ahmed Farouk* y *Shihab Shawkat* con 53 menciones son los investigadores más citados*, luego se ubican* Byron Oviedo y Emilio Zhuma con 36, y finalmente, se observan Daniela Grigori, Oscar Hoyos y Juan Huete, quienes cuentan con 35 citaciones cada uno (ver figura 4). Al respecto, puede deducirse que los autores referidos cumplen con los razonamientos manifestados por los expertos (Zulueta, Cabrero, & Bordons, 1999).

Tomando como precedente la clasificación previa, es importante mencionar que no se evidencia una relación directa entre los autores que más publican y la aludida a la calidad de las producciones conforme a la cantidad de las citas alcanzadas, debido a que ninguno de los investigadores prevalece en los listados de ambos factores analizados (productividad e impacto). Cabe destacar que entre los autores colombianos más citados aparecen Jorge E. Gómez, Byron Oviedo Bayas y Emilio Zhuma con 94 menciones de su documento "*Patient Monitoring System Based on Internet of Things"* del año 2016, donde exponen aspectos sobre el impacto generado por el uso de las tecnologías inteligentes en los escenarios clínicos para hacer el seguimiento al obtener información en tiempo real del estado de los pacientes y ofrecer mejoras en los servicios de salud en las diferentes instituciones médicas. *También, con 72 citaciones se encuentran* Jorge E. Gómez, Juan F. Huete, Oscar Hoyos, Luis Pérez y Daniela Grigori con su producto divulgado en 2013, citado en 72 ocasiones, titulado "*Interaction system based on Internet of Things as support for Education*", en el que se propone un sistema de aprendizaje donde se combina la interacción de los alumnos con objetos del mundo real y virtuales para generar mejoras en la experiencia educativa, empleando tecnologías de I o T. Así mismo, figuran José Ignacio Rodríguez-Molano, Juan Manuel Cueva-Lovelle, Carlos Enrique Montenegro, J. J. Rainer y Rubén González-Crespo con el artículo elaborado por autores colombianos y españoles denominado "*Metamodel for integration of Internet of Things, Social Networks, the Cloud and Industry 4.0", difundido en 2018 y* referenciado en 41 oportunidades, donde se resalta la importancia del Internet de las Cosas en la generación de transformaciones para las industrias manufactureras, se detallan los principales factores asociados con las tecnologías involucradas y plantea la estructura de un modelo para ser implementado en industrias 4.0 y un metamodelo en el que se integran diversas tecnologías (la nube, redes sociales, industria 4.0 e IoT) y un prototipo para verificar en línea las distintas etapas del el proceso de producción a través de diversos dispositivos móviles.

Por otra parte, se puede señalar entorno al rendimiento productivo de acuerdo con el tipo de publicaciones en el área del IoT, que el 77.5% del total de difusiones está relacionada con productos derivados de conferencias; traduciéndose en un mecanismo de gran valor para los implicados en actividades de intercambio científico. Adicional a esto, indica el nivel de novedad del IoT, traduciéndose como fuente interrogantes y discusiones entre diversos investigadores, aumentando la trascendencia y actualidad del tema en contextos académicos.

3.1.3. Productividad de las instituciones y países

Con respecto a la productividad exhibida por las instituciones, en la figura 5 se muestra como 130 instituciones son productoras de las publicaciones, donde 70 de estas, es decir el 53.85% desarrolla el 80% de las difusiones, advirtiéndose que no se cumple en esta ocasión específica la Ley de Pareto, por este motivo, al hacer la división del porcentaje de las universidades, con relación al nivel de importancia (cuartiles), se obtiene que el 2,3% de las instituciones genera el 24,67% de los documentos. Así mismo, la valoración estadística indica que el 12,31 de las instituciones origina el 49,67% de las publicaciones. Sumado a esto, el 42,31% de estos establecimientos es responsable del 75% de las difusiones realizadas. De igual modo, el 79,23% de las entidades produce 2 o menos de los documentos publicados, reafirmando de esta forma la existencia de una notable dispersión del conocimiento en relación con el tema investigado.

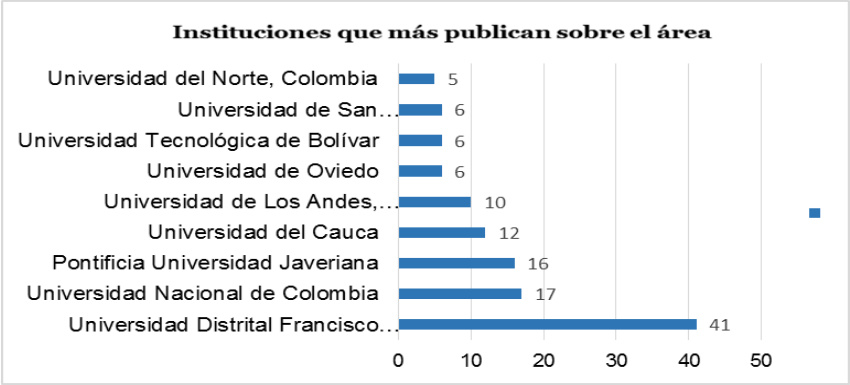


Figura 5 – Productividad de las instituciones a partir de la información recolectada en Scopus (Elsevier).

Al mismo tiempo, se observa que las diez instituciones que puntean el listado desarrollan el 41,33% de la producción, apareciendo con el mayor número: La Universidad Distrital Francisco José de Caldas con 41 productos; a una amplia distancia se ubica la Universidad Nacional de Colombia con 17 documentos; luego se encuentran la Pontificia Universidad Javeriana y la Universidad del Cauca con 16 y 12 textos respectivamente. Posteriormente, se localizan la Universidad de Oviedo y la Universidad Tecnológica de Bolívar con 6 cada una.

3.2. Tendencias

El análisis es basado en el comportamiento que presentan las palabras clave durante un periodo específico, aportando en la identificación de las principales tendencias o novedades, es decir, los términos relacionados con las temáticas predominantes, exteriorizando un marcado interés por parte de los académicos en el área explorada.

De esta manera, se localizan temas de gran relevancia, concretamente, relacionados con la clasificación y el análisis de grandes volúmenes de información (Big Data). En efecto, apreciando el avance tecnológico, la evolución de la industria y la sociedad en la actualidad, en el que se requieren alternativas tecnológicas inteligentes para dar solución a necesidades y exigencias complejas (Mayor-Rios, 2019; Valencia-Arias, 2020), siendo factor determinante la apropiada gestión de la diversidad y abundancia de datos generados para el adecuado funcionamiento de las estructuras, al igual que la obtención en tiempo real de información de utilidad (Angulo-Esguerra et al., 2017; Cadavid et al., 2018; Rodríguez Molano, Medina, & Moncada Sánchez, 2016; Romero, Barriga, & Molano, 2016).

Por consiguiente, el Internet de las Cosas (IoT) está siendo integrado por parte de las organizaciones como apoyo a sus centros de procesamiento de información, mediante la implementación de distintas plataformas en diversos sectores industriales (Sinisterra, Mejía, & Molano, 2017). Así, estos aplicativos y herramientas que brinda el Big Data, aporta en la generación y gestión de internet, especialmente en escenarios de basados en infraestructura tecnológica (ciudades inteligentes) e industrias avanzadas (industria 4.0) y en la mejora de la eficiencia en la gestión de diferentes tipos de recursos (Sánchez Naranjo, Molano, & González Rojas, 2018).

Adicionalmente, la implementación de soluciones de Internet de las Cosas, requieren la utilización de sistemas de computación en la nube (*Cloud computing*) adquiriendo gran relevancia, dado que el almacenamiento de los datos en internet permiten el acceso, procesamiento, visualización y gestión; además del registro de actividades, fallas, notificaciones, administración de la información de redes, usuarios, e integración de sensores, a través de sistemas de comunicación con protocolos establecidos, de forma remota y en tiempo real (Corso, Camargo, & Ramirez, 2016; Guillén, Ruiz, & Ubaque, 2017; Samboni, Bedoya, Vivas, & Caicedo, 2017; Vega et al., 2016).

De otro lado, diferentes autores argumentan sobre los avances en el proceso de adaptación que presentan las organizaciones a las exigencias de la industria 4.0 (*Industry 4.0*), utilizando diferentes mecanismos y tecnologías en la búsqueda de ventajas en el mercado, dado el creciente aumento del flujo de información que deben manejar y el nivel competitivo que deben enfrentar (Rodríguez-Lora et al. 2016). Estos aspectos son evidentes en los cambios en procesos (automatización), surgimiento de novedosas oportunidades económicas y sociales; al igual que la optimización de estos e integración de sistemas y dispositivos inteligentes, como es el caso de las compañías manufactureras que vienen modificando sistemas, procesos, participantes, modos de producción e incluso las formas de interacción entre el individuo-cosas-aplicaciones (Cárdenas, Ramírez, & Rodríguez Molano, 2018; Molano, Lovelle, Montenegro, Granados, & Crespo, 2018; Rodríguez-Molano, Triana-Casallas, & Contreras-Bravo, 2018).

4. Conclusiones

Con la investigación se confirma que el estudio de la evolución del IoT exhibe un crecimiento importante en los últimos años, en diversos países, con mayor énfasis en Colombia, donde se han desarrollado múltiples estudios con distintos argumentos y enfoques, evidenciando la connotación alcanzada por la temática en diversidad de contextos.

En la actualidad las investigaciones se están direccionando a diferentes campos (salud, sistemas integrados, Big data, medio ambiente, educación, industria 4.0, ciudades inteligentes y su planificación estratégica, entre otros) en los que alcanza gran valor debido a la posibilidad de utilizar variados sistemas, dispositivos y aplicaciones que facilitan la interacción, manejo e intercambio de la información en tiempo real, influenciando de manera efectiva en la toma de decisiones.

Con relación al aumento en la implementación del IoT por parte de diversos sectores se atribuyen especialmente, al avance tecnológico y con este, el desarrollo de las tecnologías de la información y la comunicación; y al mismo tiempo, el aumento en producción de software, arquitecturas, sistemas integrados, plataformas y dispositivos que se convierten en elementos determinantes en la consolidación de la conexión permanente entre los componentes, la eficacia y eficiencia operacional.

Mientras tanto, la información recopilada a través de la revisión asociada con la evolución del IoT, resulta pertinente al volverse fundamento estadístico para el análisis de su trascendencia y el rol en las actividades de gobiernos, instituciones y hogares. Además, se observa un notable interés por obtener cada vez mayor control sobre la información y los procesos, mediante el uso de Big Data y su almacenamiento en la nube que permita el libre, remoto y fácil acceso; así mismo, la implementación en la industria 4.0 como factor generador de ventaja competitiva y oportunidades para las organizaciones y la sociedad. Adicionalmente, la exploración de la literatura revela la existencia de otros elementos decisivos en la inclusión del Internet de las Cosas en diversos escenarios y situaciones, debido a los nuevos desafíos que deben enfrentar las empresas e individuos: contaminación, estructuración de las ciudades, competitividad empresarial, requerimientos del hogar, etc., como instrumento de detección y dinamizador de los procesos y estrategias. Reflejándose la necesidad de adaptarse e incorporar el IoT en los proyectos críticos de las organizaciones y entornos domésticos.

Referencias

Arias-Ciro, J. (2020). Estudio bibliométrico de la eficiencia del gasto público en educación. *Revista CEA, 6*(11), 127-144. https://doi.org/10.22430/24223182.1588

Angulo-Esguerra, D., Villate-Barrera, C., Giral, W., Florez, H., Zona Ortiz, A., & Diaz-sanchez, F. (2017). Parkurbike: An IoT-based system for bike parking occupation checking. In In I. de I. E. y E. Inc. (Ed.), *Conferencia Colombiana IEEE 2017 sobre Comunicaciones e Informática*. Cartagena, Colombia: Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc. 10.1109/ColComCon.2017.8088201

Brody, P., & Pureswaran, V. (2015). The next digital gold rush: how the internet of things will create liquid, transparent markets. *Strategy & Leadership*, *43*(1), 36–41. https://doi.org/10.1108/SL-11-2014-0094

Cadavid, H., Garzón, W., Pérez, A., López, G., Mendivelso, C., & Ramírez, C. (2018). ´Towards a smart farming platform: From IoT-based crop sensing to data analytics´, In Serrano C. J., Martínez-Santos J. (Eds). In *Advances in Computing, 2018,* (Vol. 885, pp. 237–251). Springer, Cham.

Cañedo, R., Nodarse, M., Ramos, R. E., & Guerrero, J. C. (2005). Algunas precisiones necesarias en torno al uso del factor de impacto como herramienta de evaluación científica. *Acimed*, *13*(5), 1–16.

Cárdenas, L. J. A., Ramírez, W. F. T., & Rodríguez Molano, J. I. (2018). Model for the incorporation of big data in knowledge management oriented to industry 4.0. In *3rd International Conference on Data Mining and Big Data, DMBD 2018 held in conjunction with the 9th International Conference on Swarm Intelligence*. Shanghai; China. (pp. 683–693). https://doi.org/10.1007/978-3-319-93803-5_64

Corso, J. F., Camargo, Y. J., & Ramirez, L. J. (2016). Industrial wireless sensors network with an IoT-Internet of things-platform. In *The Internet of Things (IoT): Applications, Technology, and Privacy Issues* (pp. 23–54). Nova Science Publishers, Inc.

Elhoseny, M., Ramírez-González, G., Abu-Elnasr, O. M., Shawkat, S. A., Arunkumar, N., & Farouk, A. (2018). Secure Medical Data Transmission Model for IoT-Based Healthcare Systems. *IEEE Access*, *6*, 20596–20608. Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc. https://doi.org/10.1109/ACCESS.2018.2817615

Garfield, E. (2006). The history and meaning of the journal impact factor. *JAMA Journal of the American Medical Association*, *295*(1), 90–93. 10.1001/jama.295.1.90

Guillén, E. P., Ruiz, D. M., & Ubaque, J. K. (2017). Decision Model to Deploy IoT Solutions on Cloud Computing Based Platforms. In K. A. M. Castillo O., Ao S.I., Douglas C., Feng D.D. (Ed.), *2017 International MultiConference of Engineers and Computer Scientists,* The Royal Garden HotelHong Kong; Hong Kong (pp. 556–561). Newswood Limited.

Lopez-Castaño, C., Ferrin-Bolaños, C., & Castillo-Ossa, L. (2019). Computer vision and the internet of things ecosystem in the connected home. In *15th International Conference on Distributed Computing and Artificial Intelligence,* Toledo; Spain. (pp. 213–220). Springer Verlag. 10.1007/978-3-319-94649-8_26

Lu, Y., Papagiannidis, S., & Alamanos, E. (2018). Internet of Things: A systematic review of the business literature from the user and organisational perspectives. *Technological Forecasting and Social Change*, *136*, 285–297. https://doi.org/10.1016/j.techfore.2018.01.022

Mayor-Ríos, J. A., Pacheco-Ortiz, D. M., Patiño-Vanegas, J. C., & Ramos-y-Yovera, S. E. (2019). Análisis de la integración del Big Data en los programas de contaduría pública en universidades acreditadas en Colombia. *Revista CEA, 5(*9), 53-76. https://doi.org/10.22430/24223182.1256

Molano, J. I. R., Lovelle, J. M. C., Montenegro, C. E., Granados, J. J. R., & Crespo, R. G. (2018). Metamodel for integration of Internet of Things, Social Networks, the Cloud and Industry 4.0. *Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing*, *9*(3), 709–723. 10.1007/s12652-017-0469-5

Oyarzun, M., & Zuñiga, R. (2016). Análisis bibliométrico de las revistas de enfermedades respiratorias de América Latina. *Revista Chilena de Enfermedades Respiratorias*, *32*(3), 178–186. https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-73482016000300006

Patiño-Vanegas, J. C., & Valencia-Arias, A. (2019). Modelo para la Adopción de Cloud Computing en las Pequeñas y Medianas Empresas del Sector Servicios en Medellín, Colombia. *Información tecnológica, 30*(6), 157-166

Rodríguez-Lora, V., Henao-Cálad, M., & Valencia Arias, A. (2016). Taxonomías de técnicas y herramientas para la Ingeniería del Conocimiento: guía para el desarrollo de proyectos de conocimiento. *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería, 24*(2), 351-360.

Rodríguez-Molano, J. I., Triana-Casallas, J. A., & Contreras-Bravo, L. E. (2018). Modeling and Simulation of Integration of Internet of Things and Manufacturing Industry 4.0. In *5th Workshop on Engineering Applications*, Medellín; Colombia. (pp. 231–241). Springer Verlag. 10.1007/978-3-030-00353-1_21

Rodríguez Molano, J. I., Medina, V. H., & Moncada Sánchez, J. F. (2016). Industrial internet of things: An architecture prototype for monitoring in confined spaces using a raspberry Pi. *Lecture Notes in Computer Science*, *9714*, 521–528. 10.1007/978-3-319-40973-3_53

Romero, C. D. G., Barriga, J. K. D., & Molano, J. I. R. (2016). Big data meaning in the architecture of IoT for smart cities. *Lecture Notes in Computer Science*, *9714*, 457–465. Springer Verlag. 10.1007/978-3-319-40973-3_46

Rose, M. E., & Kitchin, J. R. (2019). Pybliometrics: Scriptable bibliometrics using a Python interface to Scopus. *SoftwareX*, *10*, 2–6. https://doi.org/10.1016/j.softx.2019.100263

Samboni, F., Bedoya, S., Vivas, F. Y., & Caicedo, O. M. (2017). MEC IoT: Monitorización de estructuras civiles en el contexto IoT. In *017 IEEE Colombian Conference on Communications and Computing*, Cartagena; Colombia. Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc.

Sánchez Naranjo, J. A., Molano, J. I. R., & González Rojas, K. T. (2018). Architecture proposal for the information management in the generation of energy in industry 4.0. In *3rd International Conference on Data Mining and Big Data, DMBD 2018 held in conjunction with the 9th International Conference on Swarm Intelligence,* (pp. 694–703). Shanghai; China. Springer Verlag. 10.1007/978-3-319-93803-5_65

Sinisterra, K. V. B., Mejía, S. M., & Molano, J. I. R. (2017). Industry 4.0 and its development in Colombian industry. V.-R. J. L. Figueroa-Garcia J.C., Lopez-Santana E.R., Ferro-Escobar R. (Ed.), *4th Workshop on Engineering Applications,* Cartagena; Colombia. (pp. 312–323). Springer Verlag.

Tsiatsis, V., Karnouskos, S., Höller, J., Boyle, D., & Mulligan, C. (2019). Why the Internet of Things? In Academic Press (ed.), *Internet of Things: Technologies and Applications for a New Age of Intelligence* (2nd ed., pp. 3–7). Academic Press. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-814435-0.00012-2

Valencia-Arias, A., Ocampo-Osorio, C., Quiroz-Fabra, J., Garcés-Giraldo, L. F., & Valencia, J. (2020). Tendencias investigativas de Big Data en el contexto turístico: un análisis bibliométrico. *Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação*, (E36), 243-256.

Vega, F., Pantoja, J., Morales, S., Urbano, O., Arevalo, A., Muskus, E., Pedraza C., Patino, M., Suarez, M., & Hernandez, N. (2016). An IoT-based open platform for monitoring non-ionizing radiation levels in Colombia. In *2016 IEEE Colombian Conference on Communications and Computing*. Cartagena. IEEE. Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc.

Vermesan, O., Friess, P., Guillemin, P., Gusmeroli, S., Sundmaeker, H., Bassi, A., Soler, I., Mazura, M., Harrison, M., Eisenhauer, M., & Doody, P. (2009). *Internet of Things Strategic Research Roadmap. In Dr. Ovidiu Vermesan & D. P. Friess (Eds.), Internet of Things - Global Technological and Societal Trends From Smart (pp. 9–51).*

Zito, M. (2018). La sustentabilidad de Internet de las Cosas. In *Cuaderno 70 2018 Cuadernos del Centro de Estudios en Diseño y Comunicación [Ensayos]* (pp. 37–44). Centro de Estudios en Diseño y Comunicación.

Zulueta, M. A., Cabrero, A., & Bordons, M. (1999). Identificación y estudio de Grupos de Investigación a través de indicadores bibliométricos. *Revista Española de Documentación Científica*, *22*(3), 333–347. https://doi.org/10.3989/redc.1999.v22.i3.341%09

risti
Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação
Iberian Journal of Information Systems and Technologies

Recebido/Submission: 23/05/2021
Aceitação/Acceptance: 26/07/2021

Tendencias investigativas en el desarrollo ágil de software: un enfoque bibliométrico

Jovany Sepúlveda-Aguirre[1], Juan Carlos Ureta Medrano[2], Olga Inés Vélez Bernal[3], Martha Benjumea-Arias[4], Luis Fernando Garcés-Giraldo[1], Alejandro Valencia-Arias[1,2*], Olga Padierna[3]

jasepulveda@americana.edu.co; juretam@uladech.edu.pe; marthabenjumea@itm.edu.co; lgarces@americana.edu.co; javalenciar@gmail.com; olgapadierna@itm.edu.co

[1] Corporación Universitaria Americana, 050012, Medellín, Colombia.

[2] Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote, Instituto de Investigación, 02804, Chimbote, Perú. Autor de correspondencia*

[3] Institución Universitaria Marco Fidel Suárez, 051050, Bello, Colombia.

[4] Instituto Tecnológico Metropolitano, 050012, Medellín, Colombia.

Pages: 28-40

Resumen: El desarrollo ágil de software y sus diversas metodologías se han convertido en protagonistas en la tendencia de mejora de procesos para el impulso del software y aplicación de sus principios para resolver retos en diferentes campos: académicos e industriales. Esta investigación presenta algunos hallazgos de un estudio bibliométrico, pretendiendo mostrar el comportamiento del mismo en el tiempo, reflejando su crecimiento y vigencia, evidenciados desde el 2001, fecha importante en la formalización del enfoque de desarrollo de proyectos tecnológicos. Se analizan indicadores de cantidad y calidad para exhibir la difusión e impacto que tienen las indagaciones a través de autores y revistas reconocidos. Además, se relacionan instituciones y países destacados en el desarrollo del tópico, tipo de publicaciones y áreas del conocimiento abordadas. Los temas crecientes y emergentes son un punto clave al ofrecer claridad sobre el panorama investigativo en los últimos años y sectores de aplicación de este conocimiento.

Palabras-clave: Agenda; Desarrollo Ágil de Software; Scrum; Bibliometría.

Research trends in agile software development

Abstract: Agile software development and its various methodologies have become protagonists in the trend of process improvement for the promotion of software and application of its principles to solve challenges in different fields: academic and industrial. This research presents some findings of a bibliometric study, trying to show its behavior in time, reflecting its growth and validity, evidenced since 2001, an important date in the formalization of the development approach of technological projects. Quantity and quality indicators are analyzed to show the diffusion and impact that the investigations have through recognized authors and

magazines. In addition, it relates institutions and countries that are outstanding in the development of the topic, type of publications and areas of knowledge addressed. The growing and emerging topics are a key point when offering clarity on the research panorama in the last years and sectors of application of this knowledge.

Keywords: Agenda; Agile Software Development; Scrum; Bibliometrics.

1. Introducción

El Desarrollo Ágil de Software se refiere al enfoque utilizado principalmente en proyectos de desarrollo software que centra sus recursos en la colaboración de equipos autoorganizados y con múltiples funcionalidades, así como con los clientes o usuarios finales, donde tanto requisitos como soluciones evolucionan con el tiempo según las necesidades del proyecto. Con este enfoque se mejora la toma de decisiones para el desarrollo de los productos demandados en los proyectos en periodos de tiempo más cortos y en donde se aplican conceptos de iteración para su evaluación constante (Collier, 2011). El Desarrollo Ágil de Software es un enfoque adaptativo que se basa en la filosofía de que los cambios no se pueden evitar. Promueve un ciclo corto de entrega, un análisis justo a tiempo, una colaboración cercana, y una alta visibilidad (Sinha, 2010).

En este sentido el Desarrollo Ágil de Software no solo hace referencia a marcos de referencia o estructuras como SCRUM o FDD, ni tampoco se encierra en prácticas tales como programación en parejas, desarrollo basado en pruebas, stand-ups, sesiones de planificación y sprints, sino que es un término genérico para un conjunto de marcos y prácticas basadas en los valores y principios expresados en el Manifiesto para el Desarrollo Ágil de Software (Dyba & Dingsoyr, 2009); (Agile Alliance, 2019).

Este Manifiesto para el desarrollo ágil de software donde se reúnen los valores y principios que guían esta metodología desarrollada por 17 expertos del tema. En el manifiesto entonces se enumeran cuatro valores (Beck et al., 2001): Individuos e interacciones sobre procesos y herramientas, software de trabajo sobre documentación completa, colaboración del cliente en la negociación de contratos, y respondiendo al cambio sobre seguir un plan (Uribe-Gómez y Quintero-Ramírez, 2017). Por lo que se articula a un enfoque que se centra en las personas que desarrollan los proyectos y su dinámica de trabajo conjunto, como las soluciones evolucionan según esa dinámica usando la practicas que mejor se acomoden a su contexto. Así se acerca de mejor manera a la autoorganización y se hace énfasis en la iteración como mecanismo evaluador y desarrollador (Sinha, 2010); (Agile Alliance, 2019).

Se tiene además establecidos 12 principios en los que se fundamenta este enfoque que se consignan en el manifiesto del desarrollo ágil (Beck et al., 2001). Este enfoque requiere innovación y capacidad de respuesta, basado en generar y compartir conocimientos dentro de un equipo de desarrollo y con el cliente. Los desarrolladores de software ágil aprovechan las fortalezas de los clientes, usuarios y desarrolladores para encontrar el proceso suficiente para equilibrar la calidad y la agilidad (Collier, 2011).

Mediante este enfoque se intenta ofrecer respuestas y soluciones a comunidades de negocios, por ejemplo, que requieren procesos de desarrollo de software más rápidos y ligeros. Esto se enfatiza más en una industria del internet demandante, así como

en el contexto de aplicaciones móviles emergente (Abrahamsson, Salo, Ronkainen, & Warsta, 2002).

Desde el 2001 cuando se instauró el manifiesto supuesto han hecho eco en el campo de la ingeniería de software (Dyba & Dingsoyr, 2009). El cambio de metodologías tradicionales a las agiles se ha visto con buenos ojos por muchos ya que cambia la forma en que se abordan los proyectos llevándolos a unidades de trabajo más simple y con iteraciones de tiempo reducido, esto es esencial, por ejemplo, en proyectos en ambientes cambiantes y que no tienen mucho tiempo para su desarrollo. Sin embargo, las metodologías tradicionales siguen siendo una base para los proyectos más grandes, incluso estas metodologías emergentes se basan en las tradicionales para garantizar la calidad de los productos (Canós, Penadés, & Letelier, 2003).

El enfoque ágil tuvo muchos contradictores que defendían las metodologías tradicionales, pero también muchos seguidores los cuales aceptaron este nuevo enfoque como una nueva oportunidad para el desarrollo de productos, por lo que nacieron nuevas metodologías que se adhirieron a los principios del manifiesto tales como eXtreme Programming (XP), Scrum, desarrollo de software lean (LD), desarrollo basado en características (FDD), Método de desarrollo de sistemas dinámicos (DSDM) y metodologías Cristal, entro las más populares (Dingsøyrab, Nerurc, Balijepallyd, & Moea, 2012).

Esta naciente metodología se basa en los valores y principios del manifiesto haciendo énfasis en algunos aspectos más que en otros, orientándose hacia el desarrollo de proyectos con ciertas necesidades y particularidades. A continuación, se hace abordan algunas:

La XP es una de las metodologías más populares, esta se centra en potenciar las relaciones interpersonales como clave para el éxito en desarrollo de software, promoviendo el trabajo en equipo, preocupándose por el aprendizaje de los desarrolladores, y propiciando un buen clima de trabajo (Beck, 2000). Se encuentra Scrum como otra metodología de las más populares y que defina una gestión de los proyectos que tienen una dinámica de requisitos cambiante, en ella se crean iteraciones llamadas Sprints que constan de 30 días de trabajo en los que los resultados son compartidos con los clientes para una comunicación efectiva y corrección en línea, además incluye reuniones diarias sobre el desarrollo del proyecto (Canós et al., 2003).

Las metodologías Cristal son un conjunto de metodologías centradas en las personas que componen el equipo y en la máxima reducción de los artefactos producidos, en los que los equipos de trabajo cobran gran importancia y por ende se invierte en la mejora de sus habilidades. Además, cuentan con una clasificación en colores basados en los tamaños de equipo, por ejemplo, Cristal Claro grupos de 3 a 8 personas o Cristal Naranja para grupos de 25 a 30 personas (Fowler, Beck, Brant, Opdyke, & Roberts, 2002).

FDD, o desarrollo basado en características, se define un proceso iterativo que consta de 5 pasos. Las iteraciones son cortas, de hasta 2 semanas. Se centra en las fases de diseño e implementación del sistema partiendo de una lista de características que debe reunir el software a desarrollar (Coad, Lefebvre, & De Luca, 1999).

En Lean Development, LD, los cambios son considerados como riesgos, pero que si son manejados de manera adecuada se convierten en oportunidades para la mejora

de la productividad del cliente, lo cual hacen un mecanismo desarrollado para la implementación de esos cambios (Canós et al., 2003).

Por último, la metodología de desarrollo de sistemas dinámicos, DSDM, se caracteriza principalmente por ser un proceso iterativo e incremental donde el usuario y el equipo de desarrollo trabajan unidos. Se hace esto a través de cinco fases: estudio viabilidad, estudio del negocio, modelado funcional, diseño y construcción, y finalmente implementación. Las tres últimas son iterativas, además de existir realimentación a todas las fases (Canós et al., 2003).

A causa de este auge también se desarrollaron investigaciones sobre algunos temas derivados de las metodologías agiles. Inicialmente se centró en la adopción de los métodos, así como en la eficacia que suponían las parejas de trabajo en el desarrollo de software, esto junto con investigaciones centradas en aspectos de la dinámica de equipo de trabajo como la confianza, autoorganización y comunicación. Por otro lado, también se hizo énfasis en las consecuencias del desarrollo guiado por pruebas, problemas de adopción tecnológica, así como desafíos asociados a la implementación ágil en diversos entornos (Dingsøyrab et al., 2012; Moreno y Valencia-Arias, 2017).

Si bien es cierto que se han desarrollado varias investigaciones al pasar de los años aprovechando la acogida que se ha tenido en el tema y sus aplicaciones, es necesario seguir buscando un marco que unifique estas tendencias. Este estudio tiene como objeto mejorar un poco la comprensión de las diversas tendencias alrededor de este gran desarrollo de software ágil a través del análisis de publicaciones y citas, con el fin de delinear la estructura de las tendencias que giran alrededor del tema.

2. Methodología

A continuación, se presenta un estudio donde se hace un análisis bibliométrico con ayuda de la base de datos Scopus. La bibliometría se puede definir como la ciencia que estudia la naturaleza y curso de una disciplina, siempre y cuando dé lugar a publicaciones (Sancho, 2002), por lo que es una herramienta oportuna para realizar este análisis, pues es útil para medir la actividad y repercusión científica a través de la cuantificación de las publicaciones y las citas sujetas a un individuo, grupo de investigación, institución o país, además que permite hacer un seguimiento a las tendencias y cambios asociados, contribuyendo de esta manera a obtener un panorama y un ruta de trabajo más claras (Arenas & Santillán-Rivero, 2002; Arias-Ciro, 2020).

Con esta herramienta entonces se desarrollaron una serie de indicadores de cantidad y calidad. Para obtener la información requerida para el análisis se usó la siguiente ecuación de búsqueda: (TITLE (agile OR rapid OR quick) AND TITLE (software) AND TITLE (program* OR develop*))

Primero se abordaron los indicadores de cantidad donde se analizan la actividad y progreso del tema en diferentes estancias y bajos diferentes aspectos, haciendo énfasis en los puntos fuertes reflejo de la productividad. Luego la discusión se centra en los indicadores de calidad en donde se destacan el análisis de los temas y sus tendencias en el tiempo, observando los campos nacientes, emergentes y los decrecientes.

3. Resultados y discusión

Haciendo uso de la ecuación de búsqueda, se obtuvo 1296 resultados que serán el insumo para obtener los indicadores bibliométricos mencionados que se presentan a continuación:

3.1. Cantidad de publicaciones por año

La figura 1, se muestran los resultados de este indicador donde se presentan los valores de la producción que se obtuvo desde el año 1980, como año de partida en la publicación del tema de interés pues se obtuvo el primer registro del mismo. El periodo de análisis se hace hasta la actualidad, en lo que se lleva publicado del 2019.

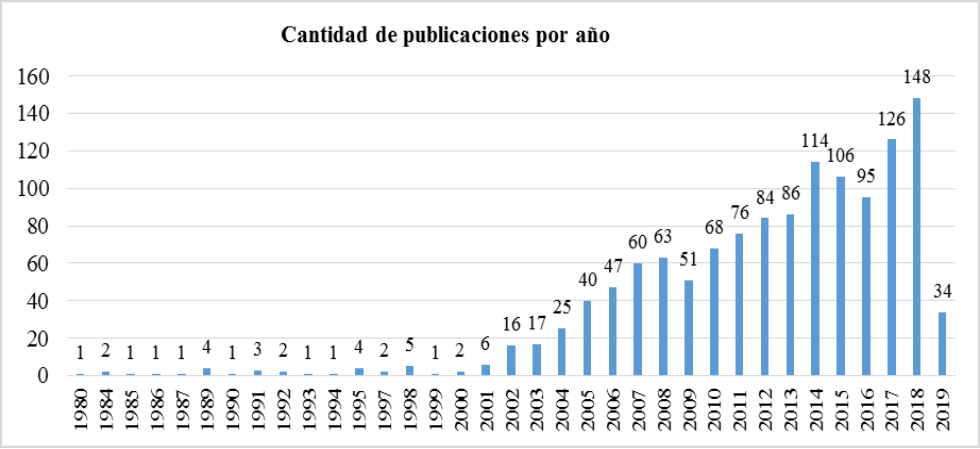


Figura 1 – Cantidad de publicaciones por año. Elaboración propia.

Como es claro en la gráfica, se puede ver como a partir del 2002 se intensifica el interés en el desarrollo de este tema, que en años pasados tenía un promedio de 2 a 3 publicaciones anuales, subiendo a más de 16 publicaciones luego del 2002. Esto se puede relacionar con el hecho de que fue en el 2001 donde se firmó el Manifiesto Ágil de desarrollo de software, por lo que subsecuentemente se incrementó la producción en este tema. Prueba de ello es que los años posteriores se observa la tendencia de crecimiento presentando picos importantes en 2014, 2017 y 2018 con 114, 126 y 148 publicaciones respectivamente.

3.1.1. Países que más publican sobre el tema

Finalizando los indicadores de cantidad, la figura 2 relaciona los 10 países con mayor cantidad de producción científica en el tema de interés. No es sorpresa que los Estados Unidos sea el país con mayor número de publicaciones asociadas pues fue en ese país en donde se comenzó a desarrollar el concepto y se llevó a cabo la firma del Manifiesto Ágil

para el desarrollo de software. Con una diferencia de 115 publicaciones en comparación con Estados Unidos, se encuentra Alemania que cuenta con 108 publicaciones. El caso finlandés se puede asociar con el hecho de que la mayoría de las instituciones que publican más al respecto son del país escandinavo, así con 85 publicaciones ocupa el tercer lugar. Aunque con menor participación, dentro de los 10 países con mayores contribuciones se encuentran Noruega y Suecia, que también destacan con sus centros de investigación. De Latinoamérica se destaca Brasil 78 publicaciones asociadas.

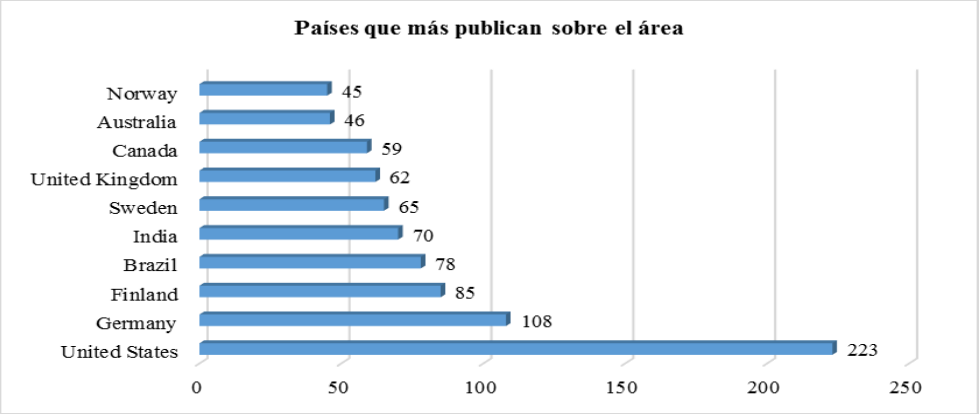


Figura 2 – Países que más publican. Elaboración propia.

3.2. Indicadores de calidad

En esta sección se abordan los indicadores calculados de calidad, los cuales sirven para medir el impacto que tienen las publicaciones con las citaciones, así como para medir el desempeño que tienen los resultados de las investigaciones (Durieux & Gevenois, 2010).

3.2.1. Citaciones por revista

El impacto que se tiene de las publicaciones por revista se observa en la figura 3. Como es notorio la revista *Bioinformatics* lidera la lista con 732 citaciones lo que la convierte en un referente en el tema, pues como se aprecia la segunda revista más citada, *Computer*, cuenta con 326 citaciones que no corresponde incluso al 50% de lo que publica *Bioinformatics*. El impacto de esta revista de la Universidad de Oxford, puede estar influenciado por las diversas indexaciones que tiene y los temas que maneja que permiten implementar el desarrollo ágil dentro de las investigaciones que se publican que rondan por los temas de la biología computacional (University of Oxford, 2019). La revista estadounidense Computer, una de las revistas más importantes dentro de la Sociedad de Computación de la IEEE (IEEE Computer Society, 2019), cuenta con 326 citaciones, seguida de la revista *MIS Quarterly: Management Information Systems*, una revista de alto impacto de la Universidad de Minnesota en Estados Unidos que se especializa en sistemas de información y tecnología de la información (Ferratt, Gorman, Kanet, & Salisbury, 2007).

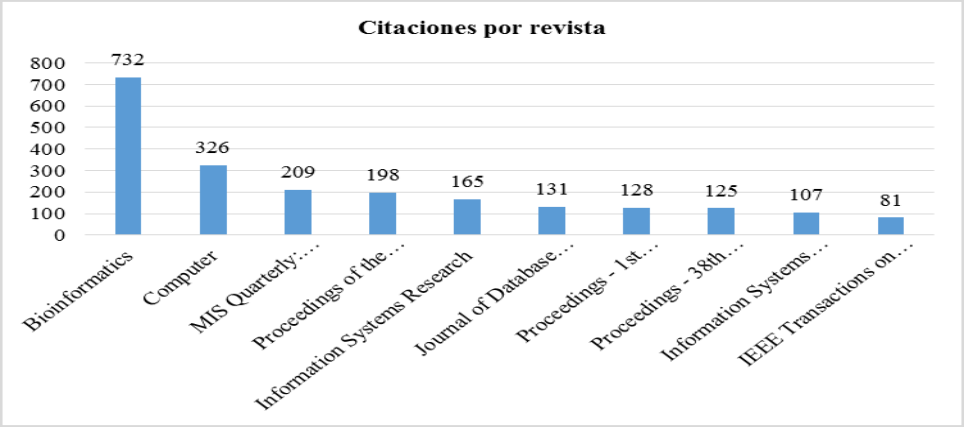


Figura 3 – Citaciones por revista. Elaboración propia.

3.2.2. Autores que son más citados

Como se ve en la figura 4, el comportamiento de la cantidad de citas de 9 de los 10 autores con mayor impacto y que cuentan con mayor número de citas es el mismo, 732. Esto se debe a que estos autores colaboraron en el desarrollo de unas técnicas de programación ágil en el desarrollo de software de biología computacional, más puntualmente el uso de metodologías de software para la simulación de la actividad eléctrica cardiaca, haciendo también un énfasis en los diversas técnicas y metodologías que pueden ser usadas para la simulación del fisioma (Pitt-Francis et al., 2008).

Por otro lado, se encuentran el autor *Steinar Hole* como el autor con mayor número de citas por su trabajo que en conjunto con Nils Brede Moe, llegan a 1063 citaciones. Su trabajo encierra entonces un caso de estudio en donde se aplican metodologías

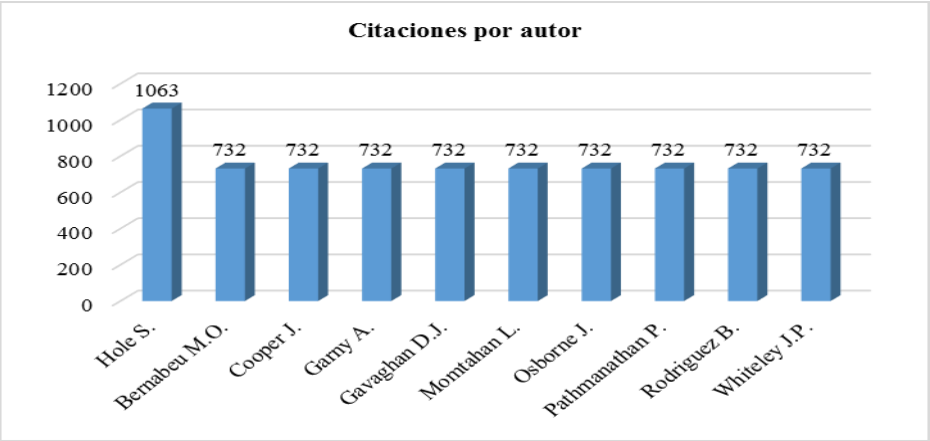


Figura 4 – Citaciones por autor. Elaboración propia.

de desarrollo de software ágil distribuido, que se aplican a las demandas del sector industrial para mejorar su productividad (Hole & Moe, 2008). Es de resaltar también que la afiliación de los autores corresponde a la Organización de Investigación SINTEF y al Departamento de Ciencias de la computación de la Universidad Noruega de Ciencia y Tecnología NTNU, instituciones de alto impacto en el desarrollo del tema y de la región escandinava caracterizada también por sus aportes en el tema.

3.3. Comportamiento de las principales temáticas

En la figura 5 se puede ver cómo es el comportamiento de las temáticas que tienen mayor investigación y publicaciones asociadas. Como es notorio *Scrum* es el tema que mayor relevancia tiene pues cuenta con 130 publicaciones asociadas, a comparación con los demás temas que no alcanzan a tener 26 publicaciones como máximo. *Scrum* es entonces un tema de amplio espectro y se ha convertido en una de las metodologías que nacieron del desarrollo ágil con mayor uso. Es una metodología usada para la gestión de proyectos en ambientes cambiantes y centrados en equipos de trabajo más pequeños y funcionales (Trigás & Domingo, 2012).

Esta metodología que nace con la introducción de procesos iterativos y ciclos de vida incrementales, también se caracteriza por tener un contacto más cercano con las personas que son parte del proceso haciendo énfasis en el desarrollo de productos basados en el aprendizaje. Este enfoque hacia una organización menos jerarquizada, más humanizada, con mayor comunicación y con metas más claras y rápidas ha permitido que se vuelva mucho más popular y que se implemente en varias compañías, eligiendo a Scrum como una herramienta para la optimización de sus operaciones, incrementando la productividad y la moral de sus empleados (Deemer, Benefield, Larman, & Vodde, 2009).

Otras de estas metodologías agiles también son objeto de estudio como se puede ver el caso de XP y la metodología Lean que aparece con 21 y 16 publicaciones respectivamente.

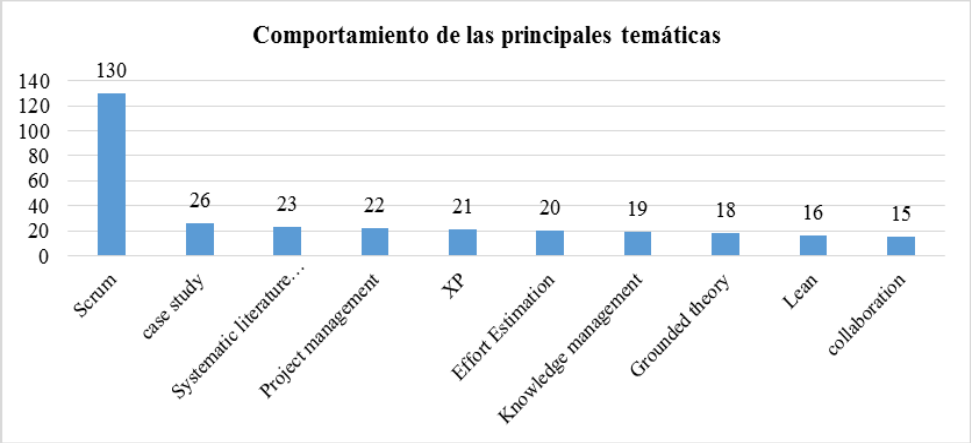


Figura 5 – Comportamiento de las principales temáticas. Elaboración propia.

Estas metodologías evocan enfoques sobre el trabajo por pares, el desarrollo de productos simples y pruebas rigurosas así como una visión hacia eliminar el desperdicio en el proceso, empoderamiento del equipo de trabajo, asumir riesgos como oportunidades y con la consigna de entrega de producto en el menor tiempo posible (Nathan-Regis & Balaji, 2012). Si bien estas metodologías son guiadas desde los principios del desarrollo ágil, no han sido desarrolladas de tal manera que sean atractivas para las aplicaciones industriales, por lo que se puede entender su reducida participación en comparación de la metodología Scrum.

Temas asociados al uso de estas metodologías también se encuentran como los *Casos de estudio*, *Gerencia de proyectos* y la *Gestión del conocimiento*, así como el proceso de *Estimación de esfuerzo,* propio del campo de desarrollo de software en términos de determinar tiempo, personal y dinero que se requiere para el desarrollo y mantenimiento de software (Jørgensen, 2004).

La gestión del conocimiento ha cobrado importancia por su orientación estratégica y la posibilidad de brinda de preservar buenas prácticas a partir de la documentación tecnológica de dinámicas particulares de cada proyecto u organización (Agudelo y Valencia-Arias, 2018; Rodríguez-Lora et al. 2019)

Adicionalmente el comportamiento que tienen los temas emergentes y crecientes se hizo a través de dos periodos de tiempo: 1998 a 2008 y de 2009 a 2019, esto con el fin de observar de qué manera se han desarrollado estos temas en el tiempo. Si bien el primero periodo evaluado cuenta con muy poca actividad en comparación con el segundo, cabe resaltar que se tienen algunos avances en temas que se han venido transformando y consolidando.

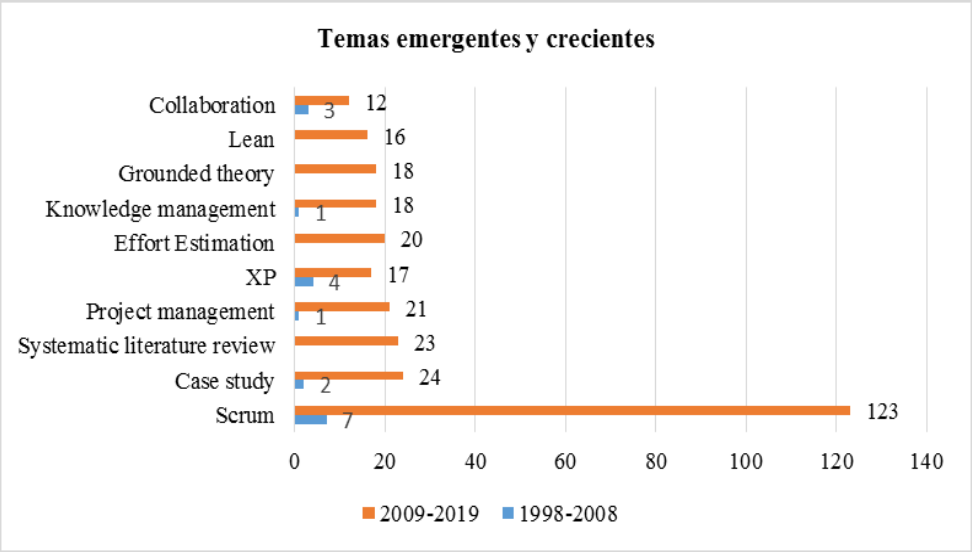


Figura 6 – Temas emergentes y crecientes. Elaboración propia.

Caso, por ejemplo, del SCRUM, una de las metodologías agiles desarrolladas y que se ha venido convirtiendo en una herramienta usada en varios campos sobre todo en el desarrollo de software, que como se observó en la Figura 10, tiene una participación bastante alta. Otros temas con gran crecimiento son la metodología XP, Gerencia de proyectos y Gestión de conocimiento, que también cumplen el mismo patrón que en la figura 6. Como temas emergentes se tiene la *Metodología Lean,* la *Revisión Sistemática de Literatura, Estimación de esfuerzo* y la *Teoría fundamentada*.

Resulta interesante que se tenga tanto interés por la metodología SCRUM que supera por mucho los demás temas en los que se incluye otras metodologías como la XP, que fue desarrollada por uno de los padres del desarrollo ágil de software, Kent Beck, pero que se ha visto menos favorecida por no ofrecer mejor experiencias como lo hace Scrum en el campo empresarial e industrial (Anwer, Aftab, Shah, & Waheed, 2017).

4. Conclusiones

Es clara la evidente tendencia en el tema de Desarrollo Ágil de Software como herramienta para el mejoramiento de los procesos, no solo de desarrollo de software netamente, sino también para sus respectivas aplicaciones en diferentes áreas del conocimiento. Se evidencia este auge en la investigación a partir del 2001 pues es el año en que se firman el Manifiesto Ágil en el cual se estipula los principios y valores que fundamentan esta tendencia, además de contar con picos de producción científica desde el 2014, por lo que se encuentra dentro de un periodo de alta difusión.

Se logró ver una influencia considerable del desarrollo ágil en los institutos y universidades de los países escandinavos donde se concentran buena parte de las publicaciones sobre el tema, donde también están algunos de los autores que mayores contribuciones alcanzan, en especial Finlandia. Claramente en los Estados Unidos es donde la mayoría de las publicaciones se concentran superando en el doble a los demás países. Cabe resaltar que dentro de los 10 países con mayor producción se encuentra Brasil como la cuota latinoamericana.

Como temas emergentes y crecientes cabe resaltar que se tiene la metodología SCRUM como la más dominante y que ha tenido un gran crecimiento en los últimos 10 años, alcanzando una producción casi 18 veces más grande que la que se tuvo en el periodo posterior al 2008. Otras metodologías abordadas con mayor intensidad son también la XP y Lean, aunque con menor frecuencia.

La gran mayoría de los campos y aplicaciones que tiene este tema para su profundización y sobre todo para su uso, se centran en las ciencias de la computación. Si bien es un tema que gira alrededor del desarrollo de software netamente, este también se extiende desde ese principio a sectores como el industrial donde sirve para la mejora de los procesos en diferentes partes del mismo. El enfoque desde los negocios y la administración también es fuerte y así como la ingeniería, pero es de saberse que se pueden implementar en sectores como la biología computacional desarrollando incluso simulaciones que ayuden desde la parte médica. De esta manera se espera que con este auge también aumenten las aplicaciones en diversos campos.

Referencias

Agudelo Ceballos, E. J., & Valencia-Arias, A. (2018). La gestión del conocimiento, una política organizational para la empresa de hoy. *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería, 26*(4), 673-684.

Arias-Ciro, J. (2020). Estudio bibliométrico de la eficiencia del gasto público en educación. *Revista CEA, 6*(11), 127-144. https://doi.org/10.22430/24223182.1588

Abrahamsson, P., Salo, O., Ronkainen, J., & Warsta, J. (2002). *Agile Software Development Methods: Review and Analysis. Computer Science*. Espoo, Finland: VTT publication 478. Retrieved from https://www.vtt.fi/inf/pdf/publications/2002/P478.pdf

Agile Alliance. (2019). What is Agile Software Development? Retrieved from https://www.agilealliance.org/agile101/

Anwer, F., Aftab, S., Shah, S., & Waheed, U. (2017). Comparative Analysis of Two Popular Agile Process Models: Extreme Programming and Scrum. *International Journal of Computer Science and Telecommunications*, *8*(2), 1–7. Retrieved from https://pdfs.semanticscholar.org/18c1/e1b25ca7a4c8771994d4509c9ac277146518.pdf?_ga=2.15029429.2098727625.1572978100-556186818.1572978100

Arenas, J., & Santillán-Rivero, E. (2002). Bibliometría ¿para qué? *Biblioteca Universitaria*, *5*(1), 3–10. Retrieved from https://www.redalyc.org/pdf/285/28550102.pdf

Beck, K. (2000). *Extreme Programming Explained. Embrace Change*. (A.-W. Professional, Ed.) (2nd ed.). Boston, MA: Pearson Education.

Beck, K., Grenning, J., Martin, R., Beedle, M., Highsmith, J., Mellor, S., ... Sutherland, J. Cunningham, W. Kern, J. Thomas, D. Fowler, M. Marick, B. (2001). Manifesto for Agile Software Development. Retrieved from http://agilemanifesto.org/

Canós, J., Penadés, M., & Letelier, P. (2003). Métodologías Ágiles en el Desarrollo de Software. In Patricio Letelier Torres & Emilio A. Sánchez López (Eds.), *Métodologías Ágiles en el Desarrollo de Software* (pp. 1–8). Valencia, España. Retrieved from http://issi.dsic.upv.es/archives/f-1069167248521/actas.pdf

Coad, P., Lefebvre, E., & De Luca, J. (1999). *Java Modeling in Color with UML: Enterprise Components and Process* (1st ed.). Nueva Jersey, E.E.U.U.: Prentice Hall PTR. Retrieved from https://dl.acm.org/citation.cfm?id=554136

Collier, K. (2011). *Agile Analytics: A Value-Driven Approach to Business Intelligence and Data Warehousing: Delivering the Promise of Business Intelligence (Agile Software Development)*. Boston, MA: Pearson Education, Inc.

Deemer, P., Benefield, G., Larman, C., & Vodde, B. (2009). The Scrum Primer. Retrieved from https://scrumtraininginstitute.com/

Dingsøyrab, T., Nerurc, S., Balijepallyd, V., & Moea, N. (2012). A decade of agile methodologies: Towards explaining agile software development. *Journal of Systems and Software*, *85*(6), 1213–1221. Retrieved from https://doi.org/10.1016/j.jss.2012.02.033

Durieux, V., & Gevenois, P. A. (2010). Bibliometric Indicators: Quality Measurements of Scientific Publication. *Radiological Society of North America*, *255*(2), 1–10. https://doi.org/https://doi.org/10.1148/radiol.09090626

Dyba, T., & Dingsoyr, T. (2009). What Do We Know about Agile Software Development? *What Do We Know about Agile Software Development?*, *26*(5), 6–9. https://doi.org/10.1109/MS.2009.145

Ferratt, T. W., Gorman, M. F., Kanet, J. J., & Salisbury, W. . (2007). IS Journal Quality Assessment Using the Author Affiliation Index. Communications of the Association for Information Systems. *Ommunications of the Association for Information Systems*, *19*(34), 710–724. https://doi.org/10.17705/1CAIS.01934

Fowler, M., Beck, K., Brant, J., Opdyke, W., & Roberts, D. (2002). *Refactoring: Improving the Design of Existing Code*. (Addison-Wesley, Ed.) (1st ed.). Wosford, Massachsetts: Pearson Education Inc. Retrieved from https://www.csie.ntu.edu.tw/~r95004/Refactoring_improving_the_design_of_existing_code.pdf

Hole, S., & Moe, N. B. (2008). A Case Study of Coordination in Distributed Agile Software Development. In M. R. O'Connor R.V., Baddoo N., Smolander K. (Ed.), *European Conference on Software Process Improvement EuroSPI 2008: Software Process Improvement* (pp. 189–200). Springer, Berlin, Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-540-85936-9_17

IEEE Computer Society. (2019). Computer: Innovative technology for computing professionals. Retrieved from https://www.computer.org/csdl/magazine/co/about/15904?title=About

Jørgensen, M. (2004). A review of studies on expert estimation of software development effort. *Journal of Systems and Software*, *70*(1–2), 37–60. Retrieved from https://doi.org/10.1016/S0164-1212(02)00156-5

Moreno-Agudelo, J. A., & Valencia-Arias, J. A. (2017). Factores implicados en la adopción de software libre en las Pyme de Medellín. *Revista CEA, 3*(6), 55-75.

Nathan-Regis, B., & Balaji, V. (2012). Evaluation of the Most Used Agile Methods (XP, Lean, Scrum). *International Journal of Engineering Science and Technology*, *4*(1), 23–29. Retrieved from www.academia.edu/1355794/EVALUATION_OF_THE_MOST_USED_AGILE_METHODS_XP_LEAN_SCRUM_

Pitt-Francis, J., Bernabeu, M., Cooper, J., Garny, A., Momtahan, L., Osborne, J. Pathmanathan, P. Rodriguez, B., ... Gavaghan, D. (2008). Chaste: using agile programming techniques to develop computational biology software. *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, *366*(1878), 3111–3116. https://doi.org/10.1098/rsta.2008.0096.

Rodríguez-Lora, V., Henao-Cálad, M., & Valencia Arias, A. (2016). Taxonomías de técnicas y herramientas para la Ingeniería del Conocimiento: guía para el desarrollo de proyectos de conocimiento. *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería, 24*(2), 351-360.

Sancho, R. (2002). Indicadores bibliométricos utilizados en la evaluación de la ciencia y la tecnología. Revisión Bibliográfica. Retrieved April 8, 2019, from http://www.temarium.com/serlibre/recursos/pdf/79059.Inteligencia Competitiva.Lecturas.pdf#page=77

Sinha, R. (2010). Prácticas ágiles. Desarrollo de software con un enfoque ágil. Project Management Institute.

Trigás, M., & Domingo, A. (2012). *Metodología Scrum*. Universitat Oberta de Catalunya. Retrieved from http://openaccess.uoc.edu/webapps/02/handle/10609/17885

University of Oxford. (2019). Bioinformatics. Retrieved from https://academic.oup.com/bioinformatics/pages/About

Uribe-Gómez, J. A., & Quintero-Ramírez, S. (2017). Aplicación de los modelos de simulación en entornos productivos bajo la metodología de teorías de las restricciones. *Revista CEA, 3*(6), 11-27. https://doi.org/10.22430/24223182.654

risti
Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação
Iberian Journal of Information Systems and Technologies

Recebido/Submission: 10/04/2021
Aceitação/Acceptance: 09/06/2021

Infraestructura Crítica y Ciberseguridad en Chile orientaciones para su consenso

Felipe A. Lopez[1], David Ruete[2], Gustavo Gatica[2].

felipe@flopez.cl; druete@unab.cl; ggatica@unab.cl

[1] Risk Consulting, Rheoli, Santiago, Chile.

[2] Facultad de Ingeniería, Universidad Andres Bello, Antonio Varas 880, Providencia, 7500971, Chile.

Pages: 41-55

Resumen: Definir adecuadamente las Infraestructura Crítica, es clave para una adecuada estrategia de Ciberseguridad nacional, sin embargo, el concepto tiene dimensiones que no han sido consideradas en su diseño. Los estudios de la Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS), pueden contribuir en una visión transversal e interdisciplinaria para el desarrollo de este concepto. Para ello, se requiere incrementar los actores en su diseño y desarrollo, e involucrar a la sociedad en su conjunto, para democratizar la implementación de una estrategia nacional de ciberseguridad, que defina apropiadamente su infraestructura crítica. En la investigación se muestra a la ciberseguridad como un objeto sociotécnico el cual debe ser explicado en su dimensión técnica y social. Como estudio de caso, se sigue el proceso de definición de Infraestructura Crítica en Chile, se comparan las definiciones de sectores y se muestra el impacto en las industrias y sociedad. Finalmente, se refiere a la relación entre infraestructura crítica e infraestructura crítica de información.

Palabras-clave: Ciberseguridad; Infraestructura Crítica; Política de Ciberseguridad; Riesgos; Democracia.

Critical Infrastructure and Cybersecurity in Chile: Guidelines for Consensus

Abstract: Adequately defining Critical Infrastructure is key to an adequate national cybersecurity strategy; however, the concept has dimensions that have not been considered in its design. Science, Technology and Society studies (STS) can contribute to a transversal and interdisciplinary vision for the development of this concept. This requires increasing the number of actors in its design and development and involving society as a whole, to democratize the implementation of a national cybersecurity strategy that properly defines its critical infrastructure. The research shows cybersecurity as a socio-technical object that needs to be explained in its technical and social dimensions. As a case study, the process of defining Critical Infrastructure in Chile is followed, sector definitions are compared and the impact on industries and society is shown. Finally, it refers to the relationship between critical infrastructure and critical information infrastructure.

Keywords: Cybersecurity; Critical Infrastructure; Cybersecurity Policy; Risks; Democracy.

1. Introducción

Diversas infraestructuras son críticas para una sociedad, el Imperio Romano protegía sus caminos y puertos, vitales para su desarrollo económico (Setola, Luiijf, & Theoharidou, 2017; Guajardo Soto, 2015). La sociedad actual dada su complejidad, donde cada componente se encuentra interconectado a un sistema mayor, ha visto la necesidad de proteger las infraestructuras que considera relevantes. Sin embargo, la importancia de estas infraestructuras es transparente para la sociedad en general, ya que, "cuanto más asentada está la infraestructura más cierta se siente"; se omite su importancia hasta que un accidente, u otro evento la impacta (Jackson, Edwards, Bowker, & Knobel, 2007).

Se considera infraestructura "una cosa (o clase de cosas) definida por ciertas cualidades y características de escala, alcance, durabilidad y accesibilidad, un cierto alcance en el tiempo, el espacio y en una gama de actividades humanas e institucionales" (Jackson, Edwards, Bowker, & Knobel, 2007). Esta definición, permitirá abordar el concepto de Infraestructura, como una industria, sector, organización o cualquier complejo tecnológico o institucional, público o privado, que tenga consecuencias directa o indirecta en las actividades humanas.

Según Latour "la tecnología es la sociedad hecha para que dure" (1998). Entonces, cualquier protección requerida a esta tecnología, deberá ser definido, por un amplio espectro de la sociedad (Blanco, Iranzo, Domènech, & Tirado, 2000). Luego, identificarlas como "críticas", implica establecer protocolos (normas, procedimientos, leyes, etc.), personas (técnicos y no técnicos) y técnicas (metodologías, conocimientos), para proteger a sus distintos tipos de usuarios. A mayor número de involucrados y una vez establecido sus alcances, se podrá definir el concepto de Infraestructura Crítica (IC).

Así, al identificar la IC, actuará sobre una industria o empresa específica, bajo ciertas condiciones y eventos determinados. La regulación de IC y su definición, está relacionada con sus objetivos particulares y los objetivos de la sociedad en su conjunto.

Al respecto, los estudios de Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS), pueden contribuir para comprender la implementación y definición de la ciberseguridad (CS) o de un parte de esta, como es IC. Más allá de la discusión lego-experto, permitirá describir las distintas mediaciones sociotécnicas a generar, los distintos ensamblajes que impulsará la política pública y las distribuciones de poder que esta definición implica (Jasanoff, 2016).

Por lo anterior, se investigará el proceso de construcción del concepto de IC en Chile, asociado a CS. Al observar sus implicancias actuales y pasadas, como también las diferencias y similitudes, en los lineamientos empleados por países de la región, para efecto de evaluar el concepto. Se persigue responder a la pregunta, si el proceso de construcción del concepto de IC en Chile, ha considerado los actores relevantes.

El artículo motiva la discusión, al focalizar esfuerzos en las implicancias sociales de la definición, la que debe considerar una visión interdisciplinaria. Se presenta el concepto de IC, como un ensamblaje de política pública, es decir "la colección de elementos heterogéneos, usualmente inconmensurables, que se unen por un periodo de tiempo

limitado, a veces fugaz, para producir una política pública" (Ureta, 2017). Luego, se muestra a la CS y en especial la IC, como un objeto sociotécnico, que debe ser abordado en su dimensión técnica y social. Además, se presenta la trayectoria de la IC y como este concepto se ha desarrollado en Chile y algunos países de referencia. Se expone el impacto en Industrias y Sociedad.

2. Trayectoria de la Ciberseguridad e Infraestructura Critica

El año 1988 se produjo el primer ciber incidente, propagado por internet (Arpanet), un virus denominado Gusano Morris. Afectó al 10% de los servidores conectados a la red, entre otros, servidores de la Nasa (Warner, 2012). Una consecuencia de la masiva infección en EE.UU., fue la creación del equipo de respuesta a emergencias informática, US-CERT por sus siglas en inglés (Middleton, 2017, pág. 33). Si bien, la institución perdura hasta nuestros días, los ciberataques, son centralizados por el National Cybersecurity and Communications Integration Center (NCCIC), unidad dependiente entre otras de la National Security Agency (NSA) (Department of Homeland Security, 2020).

El año 2007, Estonia sufrió un ataque cibernético, donde prácticamente todos los servidores del país fueron colapsados (Miranzo & del Rio, 2014). El ataque no tuvo responsables oficiales, sin embargo, permitió implementar una estrategia de CS en conjunto para los estados miembros de la UE (Rid, 2012). El año 2008, la OTAN crea en Tallin el "Centro de Excelencia para la Ciberdefensa". Además, gracias al ciberataque, Estonia realiza un cambio completo en su sociedad, se centró en la venta de servicios y asesorías tecnológicas, en particular de seguridad informática (Fernández, 2009).

En Europa, se define formalmente IC como "aquellas instalaciones, redes, servicios y equipos físicos y de TI cuya interrupción o destrucción tendría un impacto mayor en la salud, seguridad o bienestar económico de los ciudadanos o en el eficaz funcionamiento de los gobiernos de los Estado miembros" (Miranzo & del Rio, 2014). En este caso, se hace relevante el rol de custodio de esta infraestructura, aún cuando se encuentre operada por privados.

Para el año 2013, EEUU, genera la orden ejecutiva N° 13.636 (The White House, 2013). Así el Instituto Nacional de Estándares y Tecnologías (National Institute of Standards and Technology o NIST, por sus siglas en inglés), desarrolla un Marco de CS para la protección de IC. Dentro de los objetivos se establecen: Identificar estándares de seguridad aplicables a IC; Ayudar a los propietarios y operadores de IC a identificar, evaluar y gestionar los riesgos; Orientación neutral respecto a las tecnologías; Identificar áreas de mejora para la CS (NIST, 2019b). La orden señala la prioridad de custodiar la IC, pasando a constituir una prioridad de seguridad nacional, tanto en su operación, como en la capacidad de recuperación. También se promueve la innovación y prosperidad económica, y la seguridad, confidencialidad, privacidad y libertades civiles. En la sección 2, se define IC como "sistemas y activos, ya sean físicos o virtuales, tan vitales para Estados Unidos que la incapacidad o destrucción de tales sistemas y activos tendría un impacto en la seguridad, económica o pública, la salud, o cualquier combinación de estas" (The White House, 2013). Finalmente, se determinaron 16 sectores como IC (Cybersecurity & Infrastructure Security Agency, 2019).

En Latinoamérica, desde el año 1999 se han realizado 9 reuniones del denominado "Grupo de Expertos Gubernamentales sobre Delito Cibernético" al alero de la Organización de Estados Americanos (OEA, 2020). Esta organización, en conjunto con el BID (Banco Interamericano para el Desarrollo) el año 2016, generó el "Informe sobre la Ciberseguridad en Latinoamérica y el caribe", donde se concluía que 4 de cada 5 países no contaba con una estrategia de CS y protección de IC (Banco Interamericano de Desarrollo, 2016).

Chile, desde el 2012 cuenta con una regulación en la industria de telecomunicaciones, asociada a IC. Se define como "Aquellas redes y sistemas de telecomunicaciones cuya interrupción, destrucción, corte o fallo generaría un serio impacto en la seguridad de la población afectada" (Decreto Supremo N° 60, 2012). Cabe señalar que esta regulación surge en forma posterior al Terremoto de febrero de 2010, que dejó sin telecomunicaciones a gran parte del país (82,7% de las líneas fijas y el 81,5% de las conexiones fijas a Internet) (López Tagle & Santana Nazarit, 2011; Bárcena , Prado , López , & Samaniego , 2010).

El año 2017 se generó la Política Nacional de Ciberseguridad (PNCS) (Gobierno de Chile, 2017). Se establecen conceptos, tales como, Infraestructura Critica de Información (ICI), definida como: "Las instalaciones, redes, servicios y equipos físicos y de tecnología de la información cuya afectación, degradación, denegación, interrupción o destrucción pueden tener una repercusión importante en la seguridad, la salud, el bienestar de los ciudadanos y el efectivo funcionamiento del Estado y del sector privado." Se destaca la necesidad de una asociación público-privado. Además, establece como Infraestructura de Información a "personas, procesos, procedimientos, herramientas, instalaciones y tecnologías que soportan la creación, uso, transporte, almacenamiento y destrucción de la información" (Gobierno de Chile, 2017).

El concepto de IC toma relevancia, con un proyecto de ley (Ministerio del Interior y Seguridad Pública, 2019), si bien, el concepto era conocido en diversos sectores, su inclusión como parte de la agenda de seguridad, genera confusiones dada la contingencia del 2019-2020 (Horzella C. , 2019). El proyecto define IC como "aquella cuya perturbación en su funcionamiento o destrucción tendría un grave impacto sobre los servicios de utilidad pública para la población o para el eficaz funcionamiento de los órganos y la administración del estado". Sin embargo, no define las industrias o sectores a considerar IC, como tampoco las medidas de prevención. Se deja a criterio del presidente quién mediante Decreto nominará las IC, con una duración de 30 días en esta característica. El proyecto posee un perfil reactivo, no obedeciendo a la definición de IC asociada a CS, que incorporan actividades preventivas, detectivas y correctivas (Luiijf, Schie, & Van Ruijven, 2017).

3. Definición de Infraestructura Critica (IC)

Conceptualmente existe una diferencia entre Infraestructura Crítica (IC) e Infraestructura Crítica de Información (ICI). ICI se refiere a la infraestructura de comunicaciones e información, pilar de la IC, que incluye "tanto el sistema interno de información y comunicación utilizado en un sector en particular de IC" (Bellasio, y otros, 2018).

Sin embargo, en Chile la definición de ICI, es similar a la utilizada para definir IC en otros países, tales como EE.UU., España y Argentina.

UK define IC como "aquellas instalaciones, sistemas, sitios, información, personas, redes y procesos, necesarios para que un país funcione y de los cuales depende la vida diaria" (Centre for the Protection of National Infraestructure, 2019). Se incluyen también funciones, sitios y organizaciones no críticas para el mantenimiento de servicios esenciales, sin embargo, requieren de protección debido al peligro potencial para el público, como por ejemplo sitios nucleares y químicos.

Japón establece sectores de IC y al interior de estos su ICI. Además, una ICI común para todos los sectores. Por ejemplo, para el Sector de Aviación, son ICI los sistemas de vuelo, el sistema de reservas/boarding, sistemas de control de tráfico aéreo, entre otros (Bellasio, y otros, 2018).

Argentina define IC como "aquellas instalaciones, redes, servicios y equipos físicos y de tecnología de la información situado en el Sector Público Nacional, Organismos Provinciales, Municipales u Organismos Privados cuya interrupción o destrucción pueden tener una repercusión importante en la salud, la seguridad, la información, la integridad física o el bienestar económico y social de los ciudadanos o en el eficaz funcionamiento de las instituciones estatales y las administraciones públicas" (Ministerio de Justicia y DDHH, 2011). En tanto, Uruguay y Brasil han adoptado el modelo de EE.UU. con su NIST CSF, por lo que no se observan diferencias sustanciales en sus definiciones de IC (Agencia para el Desarrollo del Gobierno de Gestión Electrónica y la Sociedad de la Información y el Conocimiento - Agesic, 2019; Lobato, 2017; OEA, 2020; Departamento de Seguranca da Informacao, 2018).

La IC se considera parte fundamental de las políticas asociadas a una Ciberestrategía de Seguridad Nacional, estando en el centro de esta (NIST, 2019a; The National Cyber Security Centre, 2020; ISO 27032, 2015) y por tanto , el cómo se construye este concepto y se definen las áreas que serán consideradas, tienen una importancia nacional (Baumard, 2017; Carr & Tanczer, 2018; Dunn Cavelty, 2014; Miranzo & del Rio, 2014).

En este proceso, se debe evaluar cómo los seres humanos serán enactados, en especial en aquellos que impliquen el desarrollo de conocimientos y dispositivos tecnocientíficos específicos (Ureta, 2017). Este ensamblaje que constituirá la IC, debe involucrar a toda la sociedad e instalar al ser humano en el centro, proceso no exento de la discusión lego/experto. Es importante notar quiénes definirán los grupos sociales relevantes, qué pasará con las decisiones o las opciones que nunca son consideradas y cómo se incluirán a aquellos que no tienen voz, en su definición e implementación (Valderrama, 2004). Se debe considerar las consecuencias de las realidades que contribuyen a construir y todos los posibles escenarios (Ureta, 2017). Además de no olvidar que, las elecciones tecnológicas, son intrínsecamente políticas, que persiguen organizar la sociedad y canalizar el poder (Jasanoff, 2016).

Entonces, la definición de IC requiere que la sociedad determine qué custodiar y para esto, se hace relevante los denominados análisis de riesgos (European Union Agency for Network and Information Security, 2014; ISO 31000, 2018). El análisis de riesgos, asociado al ciberespacio, entendido como "entorno complejo que resulta de la interacción de personas, software y servicios en Internet, con el apoyo de

dispositivos físicos y comunicaciones de tecnología de información y redes distribuidas mundialmente" (ISO 27032, 2015), generará según Withehead "Objetos Potenciales", en este sentido un ataque cibernético cobra importancia como un objeto potencial, que actúa sobre distintos componentes y, por tanto, hace cambios en el actuar (Castillo Sepulveda, 2012). Estos objetos potenciales, deben ser clarificados, comprendidos y clasificados, para poder contar con un conjunto, a los cuales la sociedad deba hacer frente, estos objetos potenciales, son denominados amenazas y vulnerabilidades a la IC (ISO 27032, 2015).

Definir una estrategia de CS y con ello la IC que la soporta, tiene connotaciones sociales, ya que no sólo implicará la estrategia de CS, sino que también, involucrará diversas regulaciones y requerimientos a la IC. Al comprender que los ordenamientos "políticos son siempre órdenes tecnocientíficos", la emergencia de este concepto impactará no sólo en lo técnico, sino que generará órdenes sociales particulares (Ureta, 2017).

4. Industrias consideradas como IC

Al considerar una industria, empresa u organización, como crítica, tendrá impacto en cómo se relaciona con la sociedad. Esta componente social y técnica, muestra que la IC debe ser tratado como un objeto Sociotécnico. Es decir, "objetos o procesos que requieren tanto de explicaciones sociales como técnicas, sin la imposición de una sobre la otra, para comprender su conformación, estabilización o funcionamiento". Existen actualmente, sólo investigaciones de la dimensión técnica del concepto de IC (Ariztía, Boso, & Tironi, 2017).

Lo anterior implica, generar distintos dispositivos de control (leyes, reglamentos, metodologías, conocimientos, instituciones, etc.), y así, la IC se destaque y sea actuada por la sociedad en su conjunto. Entre estos dispositivos están leyes y requerimientos propios para cada sector. Para Latour, se deben combinar dos intereses para una meta compuesta, de esta manera constituir un vínculo donde estas diversas entidades, van covariando su actuar, con el objeto de cumplir los objetivos definidos. Se debe disponer de respuestas para cada actante de la red, porque no es lo mismo la IC para un hospital o aeropuerto, dado sus tecnologías y personas involucradas (usuarios y operarios) (Castillo Sepulveda, 2012).

En Chile no existe una definición legal respecto a qué industria se considera IC, no obstante, PNCS dispone de una lista de sectores a considerar: energía, telecomunicaciones, agua, salud, servicios financieros, seguridad pública, transporte, administración pública, protección civil y defensa (Gobierno de Chile, 2017).

En la Tabla 1 se presenta una comparación con las definiciones de sectores de IC para 4 países con respecto a lo definido en la PNCS de Chile.

Sector	Chile	UK	EEUU	España	Colombia
Energía	X	X	X	X	X
Telecomunicaciones	X	X	X	X	X
Agua	X	X	X (y residuales)	X	X
Salud	X	X	X	X	X

Sector	Chile	UK	EEUU	España	Colombia
Servicios Financieros	X	X	X	X	X
Seguridad Pública	X	X		X	X
Transporte	X	X	X	X	X
Administración Pública	X	X	X	X	X
Protección civil	X				
Defensa	X	X	X	X	X
Alimentos			X (y Agricultura)	X	X (y Agricultura)
Espacio		X		X	
Nucleares		X	X (y Residuos)	X	
Químico		X	X	X	
Instalaciones Comerciales			X		
Crítico de Fabricación			X		X (Industrial, Comercio y Turismo)
Represas			X		
Tecnología de la Información			X		
Instalaciones de Investigación				X	
Educación					X
Minero - Energético					X
Ambiente					X
Servicios de Emergencia		X	X		

Tabla 1 – Comparativas de sectores de IC. Fuente: Elaboración propia en base a información de los organismos asociados a protección de IC.

Para una definición teórica de los sectores a considerar IC, se puede utilizar el concepto de entidades sociotécnicas, con el cual ciertas industrias, por ejemplo, Automovilística, Aviación y Químicas "se articulan en torno a una tecnología que define un sector, y que moldea patrones específicos de organización industrial, social y económica. Este atributo se relaciona con las tecnologías de gran escala y capital intensivo porque no se pueden desarrollar, aplicar y organizar de una manera descentralizada y se basa puramente en el mercado" (Guajardo Soto, 2015). Bajo este concepto se pueden incluir las industrias de servicios básicos (electricidad, agua y gas), ya incluidas como IC. Sin embargo, existen otras industrias que cumplen estos requisitos, no incorporados en la IC, ejemplo las administradoras de fondos de pensiones (AFP), específicas de Chile.

Jeremy Rifkin plantea: "Una infraestructura requiere tres elementos que interactúen entre sí para que el sistema funcione como un todo: un medio de comunicación, una fuente de energía y un mecanismo de logística" (2014). Así, se puede incluir sectores industriales como las telecomunicaciones, medios de comunicación o repetición (antenas) e industrias de transporte (por ejemplo, ferrocarriles o infraestructura de caminos). Luego, se hace necesario incluir los centros de cómputos (data centers), lugares donde

se custodia la infraestructura tecnológica y que en Chile no son considerados IC, aun cuando los modelos de EE.UU. y Japón han definido los Data Center como ICI, siendo, transversales para varias industrias (Cybersecurity & Infrastructure Security Agency, 2019; National center of incident readiness and Strategy for Cybersecurity, 2019).

Otro punto a considerar es, el concepto de bien privado/público ya que, por ejemplo EE.UU. establece el sector de "Instalaciones comerciales" como IC, incluyen Malls y grandes tiendas comerciales, que pueden ser utilizadas como refugios o bodegas para obtener insumos de primera necesidad (US Department of Homeland Security, 2015).

4.1. Relevancias para las industrias

Se observan convenios entre el CSIRT chileno y parlamentarios, con gobiernos como Estonia, Israel y España, para capacitar y compartir conocimientos en ámbitos de CS. Sin embargo, movilizar tecnologías (entendido para este caso una metodología) no es automático (Ureta, 2017), ya que una tecnología exitosa no necesariamente tendrá el mismo resultado en otras localidades, las metodologías deben ser traducidas a las necesidades propias del país.

En Chile las únicas industrias que en su normativa se reconocen como IC, son la de Telecomunicaciones (Ley 20.478) e industria Bancaria y de Medios de Pagos (CMF, 2020). La Subsecretaría de Telecomunicaciones, establece medidas de resguardo específicas que deben considerar las empresas bajo su supervisión, especialmente de continuidad operacional. Un punto innovador, respecto a las metodologías observadas, es la clasificación de la IC en dos niveles de criticidad, donde las de nivel 1, de alta criticidad, deben mantener un conjunto de protocolos y procedimientos, para asegurar la confiabilidad de sus redes y servicios, la continuidad operacional e identificar la interdependencia de éstos con otros sectores que proveen servicios públicos y/o servicios básicos (Decreto Supremo N° 60, 2012).

Sin perjuicio de lo anterior, la Comisión Nacional de Energía (2017), establece que las empresas distribuidoras eléctricas deben implementar un sistema de gestión para asegurar la continuidad operacional ante los distintos riesgos que afectan al Sistema de Distribución, se toma como referencia la norma ISO 22.301.

El Modelo de Madures de UK, señala 5 niveles de criticidad, desde un nivel con alto nivel de impacto (categoría 5), hasta un nivel bajo de impacto o interrupción del servicio (Bellasio, y otros, 2018). Para ellos, se debe implementar una línea base de seguridad de la información, de CS y de gestión de riesgos, para ser adoptado en los sectores públicos y privados.

Lo anterior, son sólo ejemplos de los requerimientos a plantear en una industria o sector que sea considerado IC, estos requerimientos deben ser asociados al análisis de riesgos. Sin embargo, según Jasanoff (2011), se debe incorporar a la opinión pública en la definición de estos requerimientos, para disminuir la incertidumbre y evitar la consolidación de asimetrías de poder. Ya que, si sólo deciden los expertos, no se considerarán todas las implicancias sociales, pudiendo las medidas ser insuficiente y no integrales.

4.2. Relevancias para la sociedad

La definición de IC y de una política de CS, no puede dejar indiferente a la sociedad, ya que la elección de tecnologías (entendidas como tal, metodologías, conocimientos y/o artefactos) afectará la forma de relacionarnos y generará consecuencias políticas y sociales (Winner, 1985).

Al disponer de niveles de criticidad, emergen requerimientos legales y organizacionales. Al respecto, según Winner (1985), se puede identificar dos líneas reflejadas en esta política. La primera, en relación con la tecnología como un medio para alcanzar un fin. Ejemplo elección entre código abierto y cerrado, lo que significará un impulso a ciertas industrias, que contribuye al desarrollo de una estrategia país, se genera una disyuntiva tecnológica con múltiples consecuencias (Aibar P., 2001). La segunda línea, en relación a que las tecnologías son inherentemente políticas (Winner, 1985), compatibles con ciertos tipos de relaciones sociales, donde seleccionar tecnologías implica condiciones sociales y materiales. Como ejemplo, Alemania, donde las agencias reguladoras de IC, poseen facultades similares a la policía en ciertas áreas y han generado regulaciones técnicas para los operadores y fabricantes de tecnologías, quienes deben cumplir con estándares de seguridad industriales, regulaciones específicas de su sector y regulación asociada a IC (Schallbruch & Skierka, 2018).

En este punto, es relevante distinguir entre tecnologías de información (IT) y tecnologías de operación (OT), esta última asociada a procesos productivos o industriales, ya que su arquitectura difiere y no poseen los mismos procesos de actualización y securitización (Luiijf & Klaver, 2019), lo que dificulta los requerimientos de seguridad para IC.

En Israel, surgió una controversia entre el sector financiero y las agencias de regulación en materia de IC, esto ya que en el desarrollo de los requerimientos no se habría considerado la opinión de la industria (Tabansky & Ben Israel, 2015).

En Chile, las asociaciones empresariales has tomado conciencia de la relación público - privado, es así como la Cámara Nacional de Comercio, creó la Alianza Chilena de CS, que considera dentro de sus objetivos cooperar con las autoridades para la definición e implementación de regulaciones (Alianza Chilena de Ciberseguridad, 2020). Estas alianzas público–privado. podrían generar configuraciones de límites [boundary configuration], las que compartirían un enfoque específico con definiciones y métodos propios, para generar elementos sociales y discursivos específicos. Estas tienden a excluir a actores o grupos disidentes (Ureta, 2017) y, si bien, dan la sensación de una gran experiencia para el desarrollo e implementación de la política pública, al excluir las voces disidentes pone en riesgo el éxito de esta implementación.

5. Identificación de IC

Son amplios los desafíos para Chile en cuanto a IC, en primer lugar, definir y distinguir qué se entenderá por IC e ICI (Moteff, Copeland, & Fischer, 2003), e identificar las dependencias entre IC y servicios, especialmente en los denominados puntos de falla (Setola, Luiijf, & Theoharidou, 2017). Esto implica conformar una mesa tripartita entre

expertos Públicos, Privados y la comunidad en general, con igual poder de decisión, quienes deben definir los distintos escenarios, vulnerabilidades y riesgos. Esta identificación debe considerar las dependencias y tipos de usuarios afectados.

Es imprescindible determinar las diversas amenazas y escenarios de riesgos, considerando un enfoque integral, con un alcance y contexto amplio, más allá de la CS, considerando entre otros, catástrofes naturales, seguridad nacional y eventos operativos relevantes, tal como muestra la figura 1.

De este enfoque integrado, se obtendrá un catálogo de riesgos amplios, así como una identificación de aquellos puntos vulnerables de las cadenas de productos y servicios críticos, tanto para la población (IC) como de proveedores de esta IC, los que denominamos ICI.

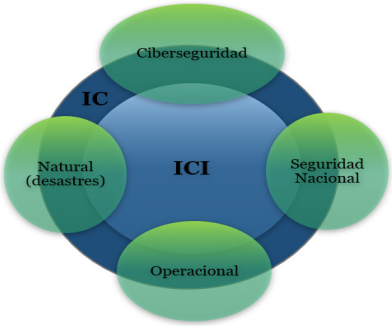


Figura 1 – IC e ICI son afectadas por diversas fuentes de riesgos.
Fuente: Elaboración propia en base a Bellasio, et al., 2018.

Asimismo, se deben aunar las iniciativas que han desarrollado los reguladores (Subsecretaria de Telecomunicaciones, Comisión para el Mercado Financiero, y Superintendencia de Pensiones), para efecto de definir una línea base país de CS donde se definan la metodología de Gestión de Riesgos, Seguridad de la Información, Continuidad de Negocios y Resiliencia.

El objetivo de contar con una apropiada IC es disminuir las vulnerabilidades y aumentar la resiliencia (Setola, Luiijf, & Theoharidou, 2017), luego, definido los sectores y servicios críticos, se deben generar los requisitos regulatorios para una adecuada protección, operación, continuidad y resiliencia de esta IC.

Un punto importante a considerar, son las denominadas ICI ya que estas deben poseer el mismo nivel de disponibilidad que la IC y, por tanto, el definir lineamientos claros e incentivos apropiados para que el mandante del servicio genere un adecuado control sobre estas ICI y/o posea sus propios planes de continuidad operacional.

6. Conclusión

La sociedad se encuentra inmersa en nuevos riesgos, de los cuales no ha tomado una real conciencia (Beck, 2002), por esto se considerar una definición como sociedad del qué

considerará IC e ICI. Segundo, la definición de IC implicará un complejo ensamblaje, los que deben ser cuidadosamente ajustados para que logren sus objetivos y con esto estabilizar sus relaciones. Esta IC establece diversas relaciones de dependencia, parafraseando a Latour hace que sea más real (Castillo Sepulveda, 2012). Lo anterior hace relevante, considerar no solo aspectos técnicos, si no también sociales, como, por ejemplo, consecuencias de crisis económicas y efectos del cambio climático. Se debe focalizar en las nuevas amenazas e implicancias en esta dependencia tecnológica de la sociedad (Miranzo & del Rio, 2014).

Chile se encuentra aún lejos de poseer un marco apropiado de CS y en especial de protección a la IC, existiendo tenues lineamientos por industrias, sin estar del todo integrados, si estas afectan a sus ICI y la metodología para identificar los productos y/o servicios al ser considerados como críticos. La legislación propuesta por el ejecutivo no cumple los requerimientos de una adecuada protección, al no considerar medidas de Protección, Contención y respuesta a incidentes, a su vez que da un carácter momentáneo a estas IC, no permitiendo una protección de largo plazo.

Por otro lado, al contrastar los sectores que países de la región consideran IC, se observan falencias en estas definiciones ya que no se incluye sectores transversales, por ejemplo, el sector alimentos. Asimismo, no se han considerado sectores relevantes para la economía, como la industria minera o únicos como las administradoras de fondos de pensiones, los que se deben revisar si son necesarios de incluir en esta definición.

Para lograr el objetivo se requiere un "Pensamiento CTS de interdisciplinariedad" (Cozzens, 2001), donde se permita observar las ventajas, riesgos, amenazas y características de la tecnología y sus complementos, ubicando al ser humano en el centro de la decisión, ya que la ubicación del ser humano en la tecnociencia es un problema ético (Ureta, 2017).

Finalmente, considerar en su definición todas las dimensiones de la IC, con sus diversos riesgos y amenazas implicará una sociedad más resiliente.

Referencias

Agencia para el Desarrollo del Gobierno de Gestión Electrónica y la Sociedad de la Información y el Conocimiento - Agesic. (2019). Marco de Ciberseguridad v4.1. Montevideo: Uruguay. Obtenido de https://www.gub.uy/agencia-gobierno-electronico-sociedad-informacion-conocimiento/comunicacion/publicaciones/marco-ciberseguridad

Aibar P., E. (julio de 2001). Fatalismo y tecnología: ¿es autónomo el desarrollo tecnológico? Obtenido de https://www.uoc.edu/web/esp/art/uoc/0107026/aibar.html

Alianza Chilena de Ciberseguridad. (2020). Alianza Chilena de Ciberseguridad. Recuperado el 01 de marzo de 2020, de https://alianzaciberseguridad.cl/

Ariztía, T., Boso, À., & Tironi, M. (2017). Sociología de la energía. Hacia una agenda de investigación. Revista Internacional de Sociología, 75(4). doi:http://dx.doi.org/10.3989/ris.2017.75.4.17.07

Banco Interamericano de Desarrollo. (2016). Ciberseguridad ¿Estamos preparados en América Latina y el Caribe? . BID - OEA.

Bárcena , A., Prado , A., López , L., & Samaniego , J. (2010). Terremoto en Chile: una primera mirada al 10 de marzo de 2010. Santiago: CEPAL. Obtenido de https://www.cepal.org/noticias/paginas/4/35494/2010-193-Terremoto-Rev1.pdf

Barrios Achavar, V. (2018). Política Nacional de Ciberserguridad: 2017 - 2022. Asesoría Técnica Parlamentaria, 1-7.

Bases para una Política Nacional de Ciberseguridad. (marzo de 2015). Subsecretaría del Interior; Subsecretaría de Defensa Nacional. Santiago: Ministerio del Interior - Ministerio de Defensa Nacional.

Baumard, P. (2017). Cybersecurity in France. París: Springer. doi:10.1007/978-3-319-54308-6

Beck, U. (2002). La Sociedad del Riesgo Global. Madrid: Siglo Veintiuno.

Bellasio, J., Flint, R., Ryan, N., Sondergaard, S., Gonzalez Monsalve, C., Sofia Meranto, A., & Knock, A. (2018). Developing Cybersecurity Capacity. RAND Europe corporation.

Blanco, R., Iranzo, J., Domènech, M., & Tirado, F. (2000). Sociología simétrica. Ensayos sobre ciencia, tecnología y sociedad. Revista Española de Investigaciones Sociológicas(89), 333-339. doi:10.2307/40184238

Carr, M., & Tanczer, L. M. (2018). UK cybersecurity industrial policy: an analysis of drivers, market failures and interventions. Journal of Cyber Policy, 3(3), 430-444. doi:https://doi.org/10.1080/23738871.2018.1550523

Castillo Sepulveda, J. (2012). Oncología y Ontología: Un análisis semiotico-material del cáncer (Tesis Doctoral). Universidad Autónoma de Barcelona, Barcelona, España.

Centre for the Protection of National Infraestructure. (2019). Critical National Infrastructure. Recuperado el 22 de abril de 2020, de https://www.cpni.gov.uk/critical-national-infrastructure-0

Código del Trabajo. (2002). Decreto Fuerza de Ley Núm. 1. Santiago, Chile.

Comisión Nacional de Energía. (2017). Norma Técnica de calidad de servicio para sistemas de distribución. Santiago. Obtenido de https://www.cne.cl/wp-content/uploads/2015/06/Norma-T%C3%A9cnica-de-Calidad-de-Servicio-para-Sistemas-de-Distribuci%C3%B3n_vf.pdf

Cozzens, S. (2001). Making Disciplines Disappear in STS. En E. by, S. H. Cutcliffe, & C. Mitcham, Visions of STS: Counterpoints in Science, Technology, and Society Studies (págs. 51-63). United States of America: State University of New York Press.

Cybersecurity & Infrastructure Security Agency. (2019). Critical Infrastructure Sectors. Recuperado el 15 de septiembre de 2020, de https://www.cisa.gov/critical-infrastructure-sectors

Decreto Supremo N° 60. (2012). Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones.

Decreto Supremo N°3 Aprueba política de Ciberdefensa. (2018). Ministerio de Defensa.

Departamento de Seguranca da Informacao. (2018). Glossário. Recuperado el 01 de marzo de 2020, de http://dsic.planalto.gov.br/arquivos/documentos-pdf/glossario-1.pdf/view

Department of Homeland Security. (2020). Cybersecurity & Infraestructure Security Agency. Recuperado el 01 de marzo de 2020, de https://www.us-cert.gov/

Dunn Cavelty, M. (2014). Cybersecurity in Switzerland. Zürich: Springer. doi:10.1007/978-3-319-10620-5

European Union Agency for Network and Information Security. (2014). Methodologies for the identification of Critical Information Infrastructure assets and services. Heraklion: ENISA. doi:10.2824/38100

Fernández, R. (30 de Mayo de 2009). Estonia, primera víctima de los 'hackers'. El País. Recuperado el 02 de 03 de 2019, de https://elpais.com/diario/2009/05/30/internacional/1243634402_850215.html

Gobierno de Chile. (2017). Política Nacional de Ciberseguridad. Santiago: Gobierno de Chile.

Guajardo Soto, G. (2015). Infraestructura y logística en la historia económica: una contribución a partir de los casos de Chile y México, ca. 1850-1970. América Latina en la historia económica, 22(2), 7-27. Recuperado el 05 de 07 de 2020, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-22532015000200001&lng=es&tlng=es

Horzella C. , B. (2019). Protección de Infraestructura Crítica y Fuerzas Armadas: Conceptualización y experiencia comparada. Asesoría Técnica Parlamentaria: Biblioteca del Congreso Nacional de Chile , 1-15.

ISO 27032. (2015). Directrices para la ciberprotección.

ISO 31000. (2018). Gestión de Riesgos.

Jackson, S., Edwards, P., Bowker, G., & Knobel, C. (2007). Understanding infrastructure: History, heuristics and cyberinfrastructure policy. First Monday, 12(6). doi:doi.org/10.5210/fm.v12i6.1904

Jasanoff, S. (2011). Momentos constitucionales en el gobierno de la ciencia y la tecnología. Ciencia, tecnología y democracia: reflexiones en torno a la apropiación social del conocimiento, 18-32.

Jasanoff, S. (2016). The Ethics of Invention: Technology and the Human Future. New York: W.W. Norton & Compan.

Latour, B. (1998). La tecnología es la sociedad hecha para que dure. En M. Domenech, & F. Tirado (Edits.), Sociología simétrica: Ensayos sobre ciencia, tecnología y sociedad (págs. 109-142). Barcelona: Gedisa.

Lobato, L. C. (2017). La política brasileña de ciberseguridad como estrategia de liderazgo regional. URVIO. Revista Latinoamericana de Estudios de Seguridad(20), 16-30. doi:10.17141/urvio.20.2017.2576

López Tagle, E., & Santana Nazarit, P. (2011). El terremoto de 2010 en Chile: respuesta del sistema de salud y de la cooperación internacional. Panam Salud Pública, 30(1), 160-166.

Luiijf, E., & Klaver, M. (2019). Resilience Approach to Critical Information Infrastructures. doi:https://doi.org/10.1007/978-3-030-00024-0_1

Luiijf, E., Schie, T., & Van Ruijven, T. (2017). Companion Document to the GFCE-MERIDIAN Good Practice Guide on Critical Information Infrastructure Protection for governmental policy-makers. GFCE-MERIDIAN.

Middleton, B. (2017). A History of CyberSecurity Attacks: 1980 to Present. Taylor & Francis Group.

Ministerio de Justicia y DDHH. (2011). Resolución 580/2011. Créase el Programa Nacional de Infraestructuras Críticas de Información y Ciberseguridad. Buenos Aires, Argentina. Recuperado el 14 de septiembre de 2020, de http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/185000-189999/185055/norma.htm

Ministerio del Interior y Seguridad Pública. (26 de noviembre de 2019). Proyecto de Ley para la protección de la Infraestructura crítica. Número de boletín: 13088-02.

Miranzo, M., & del Rio, C. (2014). La protección de Infraestructuras críticas. Revista UNISCI(35), 339-352.

Moteff, J., Copeland, C., & Fischer, J. (2003). Critical Infrastructures: What Makes an Infrastructure Critical? The Library of Congress: Washington, DC. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/235174433_Critical_Infrastructures_What_Makes_an_Infrastructure_Critical

National center of incident readiness and Strategy for Cybersecurity. (2019). Critical Infrastructure. Recuperado el 01 de marzo de 2020, de https://www.nisc.go.jp/eng/#sec4

NIST. (2019a). Cybersecurity. Recuperado el 01 de marzo de 2020, de https://www.nist.gov/topics/cybersecurity

NIST. (2019b). Cybersecurity Framework. Recuperado el 01 de marzo de 2020, de https://www.nist.gov/cyberframework/online-learning/

OEA. (2016). Reuniones de Ministros de Justicia u otros MInistros,Procuradores o Fiscales Generales de las Américas: Novena reunión del Grupo de Trabajo en Delito Cibernetico. CIBER IX/doc.3/16 rev.1. Washington D.C. Recuperado el 15 de septiembre de 2020, de http://scm.oas.org/doc_public/SPANISH/HIST_16/MJ00773S03.doc

OEA. (2020). Reuniones del Grupo de Expertos Gubernamentales sobre Delito Cibernético. Recuperado el 01 de marzo de 2020, de http://www.oas.org/juridico/spanish/cybersp_expertos.htm

OEA. (2020). Revisión de capacidades de Ciberseguridad República federativa de Brasil. Brasilia: Programa de Ciberseguridad del Comité Interamericano contra.

RAN 20-10: Gestión de Seguridad de la Información y Ciberseguridad. (2020). Comisión para el Mercado Financiero.

Rid, T. (2012). Cyber War Will Not Take Place. Journal of Strategic Studies, 35(1), 5-32. doi:10.1080/01402390.2011.608939

Rifkin, J. (2014). La sociedad de coste marginal cero. Madrid: Paidos.

Schallbruch, M., & Skierka, I. (2018). Cybersecurity in Germany. Springer. doi:10.1007/978-3-319-90014-8

Setola, R., Luiijf, E., & Theoharidou, M. (2017). Critical Infrastructures, Protection and Resilience. En R. Setola, V. Rosato, E. Kyriakides, & E. Rome (Edits.), Managing the Complexity of Critical Infrastructures - A Modelling and Simulation Approach (págs. 19-42). Warsaw: Springer. doi:10.1007/978-3-319-51043-9

Tabansky, L., & Ben Israel, I. (2015). Cybersecurity in Israel. Tel Aviv: Springer. doi:10.1007/978-3-319-18986-4

The National Cyber Security Centre. (2020). NCSC CAF guidance. Recuperado el 01 de marzo de 2020, de https://www.ncsc.gov.uk/collection/caf/cni-introduction

The White House. (2013). Executive Order 13.636. Improving Critical Infrastructure Cybersecurity. Washington, US.

Ureta, S. (2017). Transantiago o el fallido ensamblaje de una sociedad de clase mundial . Santiago: Ediciones Universidad Alberto Hurtado.

US Department of Homeland Security. (2015). Commercial Facilities Sector-Specific Plan: An Annex to the NIPP 2013. Washington: Homeland Security. Obtenido de https://www.cisa.gov/sites/default/files/publications/nipp-ssp-commercial-facilities-2015-508.pdf

Valderrama, A. (2004). Teoría y crítica de la construcción social de la tecnología. Revista colombiana de Sociologia(23), 217-233.

Vargas Varas, R. (2019). Análisis de la Infraestructura Crítica y su relación con la seguridad nacional. Biblioteca (MIN/79/2019) - ANEPE, 77-105.

Warner, M. (2012). Cybersecurity: A Pre-history. Intelligence and National Security, 27(5), 781-799.

Winner, L. (1985). Do Artifacts have Politics? En D. MacKenzie, & J. Wajcman (Edits.), The Social Shaping of Technology. Philadelphia: Open University Press.

risti
Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação
Iberian Journal of Information Systems and Technologies

Recebido/Submission: 14/05/2021
Aceitação/Acceptance: 17/07/2021

Estudio comparativo del nivel de acoso escolar en estudiantes de una institución pública y privada

Paola M. Villacis-Copo[1], Lenin F. Saltos[1], Yadira E. Ponce-Sanchez[1], Andrea Naranjo-Robalino[2], Marcelo V. Garcia[1,3]

pvillacis4646@uta.edu.ec; lf.saltos@uta.edu.ec; psc.cl.yadira_ponce@hotmail.com; anaranjo@varma.com.ec; mgarcia294@ehu.eus.

[1] Universidad Técnica de Ambato, 180103, Ambato, Ecuador.

[2] Universidad Internacional de la Rioja, 26004, Logroño, Spain.

[3] University of Basque Country, 48013, Bilbao, Spain.

Pages: 56-68

Resumen: En la presente investigación se propone comparar el nivel de acoso escolar en relación con el tipo de gestión escolar (pública o privada), mediante el test de Acoso y Violencia Escolar (AVE) diseñado por Iñaki y Piñuel. En segundo lugar, se pretende identificar modalidades recibidas de acoso y el posible daño clínico que revelen la existencia de afectación psicológica por medio de escalas de maltrato físico y psicológico. Finalmente, la influencia de las variables: edad, sexo e ingreso mensual familiar en el tipo de institución. Se evalúa a 160 estudiantes de 14 a 16 años del décimo año de Educación Básica de la provincia de Tungurahua. El diseño de investigación es cuantitativo y comparativo de corte transversal. Los datos se analizan con el programa Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) y aplicando el Chi cuadrado de Pearson. Los resultados de la investigación denotan la presencia de acoso escolar entre pares en ambas instituciones, sin embargo, se presenta mayor incidencia en el sector público con niveles de casi alto a muy alto con un 48.7%.

Palabras-clave: acoso escolar; adolescentes; educación intermedia; test AVE

Comparative study of the level of bullying in students from a public and private institution

Abstract: In this research, it is proposed to compare the level of bullying in relation to the type of school management (public or private), using the School Bullying and Violence test (AVE) designed by Iñaki and Piñuel. Secondly, it is intended to identify received forms of harassment and the possible clinical damage that reveal the existence of psychological affectation through scales of physical and psychological abuse. Finally, the influence of the variables: age, sex, and monthly family income on the type of institution. 160 students from 14 to 16 years of age of the tenth year of Basic Education in the province of Tungurahua, Ecuador are evaluated. The research design is quantitative and cross-sectional comparative.

The data are analyzed with the Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) program and applying Pearson's Chi-square. The research results show the presence of bullying among peers in both institutions, however, there is a higher incidence in the public sector with levels from almost high to very high with 48.7%.

Keywords: bullying; teenagers; intermediate education; AVE test.

1. Introducción

El acoso escolar constituye un fenómeno de creciente interés y preocupación social ya que forma parte de la realidad cotidiana de las instituciones educativas. Es un tema que ha tomado importancia debido a las consecuencias personales y sociales que deja en el individuo y la frecuencia con que se presenta (Azúa Fuentes, Rojas Carvallo, y Ruiz Poblete 2020). Se trata de una problemática que debe ser analizada desde varias perspectivas, en donde se visualicen los factores que la influyen y aquellos que pueden prevenirla.

Las investigaciones sobre violencia y acoso escolar entre pares han crecido en los últimos años a nivel internacional, principalmente en Europa, lo cual indica interés por una problemática que está en aumento a nivel mundial. La presencia de conductas agresivas puede generarse en centros privados o públicos, sin embargo, existe una brecha diferencial por posibles factores como edad, sexo, nivel socioeconómico, composición familiar, o alteraciones psicológicas que pueden incidir en la modalidad de acoso escolar, tipos de bullying, o daño psicológico como secuela de agresión (Bartolomé Gutiérrez y Díaz Herráiz 2019).

El acoso escolar se diferencia de otras formas de violencia entre pares, por su carácter reiterativo e intencionalidad, por su patrón de comportamiento y por un desequilibrio de poder o fuerzas. Desde el punto de vista de las víctimas, se relaciona con la imposibilidad de salir o defenderse de la situación de acoso escolar por sus propios medios. Desde la perspectiva de la persona que agrede, en cambio, se da la necesidad de dominar y someter a otros para obtener una búsqueda de reconocimiento social o estatus frente a otros estudiantes (da Silva et al. 2020).

Toda conducta o acto de violencia en el entorno educativo es un reflejo de la descomposición de la sociedad, en la cual se presenta una fractura a nivel económico que incapacita a la población satisfacer las necesidades básicas lo que genera una lucha por espacios alternos de sobrevivencia (Ruiz-Narezo, Santibáñez Gruber, y Laespada Martínez 2020). Al referirse a la violencia escolar no se puede hablar de forma aislada sin establecer nexos entre lo privado y lo público, aspectos personales o ambientales, sin aludir las diferencias de género y las historias de vida de las personas víctimas, victimarios o testigos.

El acoso escolar es un fenómeno social que se produce en grupos, es relativamente estable, se instala en contextos y dinámicas de las que la víctima tiene pocas posibilidades de salir. Se relaciona con la búsqueda y conservación de equilibrios de estatus al interior de los grupos, existiendo roles definidos de los actores, perpetradores, víctimas, espectadores, cómplices y otras situaciones en que se combinan roles (Musalem y Castro 2015).

En América Latina el acoso entre pares es considerado una manifestación más de la violencia en los contextos educativos. Se ha apuntado a la violencia en su forma macro, siendo así, producto de la preocupación por el incremento del nivel de pobreza en las poblaciones latinoamericanas y la consecuente fragmentación social (Menéndez Santurio et al. 2020) .

(Torres y Pérez 2017) refieren que, en aproximadamente 3.000 escuelas de 16 países de América Latina se analizaron datos de más de 90.000 alumnos de educación básica primaria, concluyendo que, el 51% de los niños habrían sido víctimas de acoso 3 escolar por sus pares y el 62% afirmaron que en la escuela se presentaban conductas de acoso ya sea por lo que observaron o porque escucharon comentarios al respecto

Los informes de investigación señalan que en los últimos años el cyberbullying ha logrado una rápida expansión, consiste en el uso de aparatos electrónicos para acosar indirectamente y anónima, en el estudio "Bullying y cyberbulling: diferencias entre colegios públicos privados y religiosos-laicos" participaron 3026 estudiantes de 12 a 18 años para analizar las diferencias en el bullying y el cyberbullying, y verificar la cantidad de conductas sufridas, realizadas y observada. Los resultados fueron: similitud en la cantidad de conductas violentas en centros públicos y privados, el cyberbullying se notó con mayor incidencia en centros privados, el porcentaje de agresores, víctimas y testigos fue similar en los dos centros, sin embargo, el porcentaje de cyber testigos fue mayor en centros privados, y referente al colegio educativo religioso se observaron más conductas de bullying y cyberbullying (Garaigordobil, Martínez-Valderrey, y Machimbarrena 2017).

Todos los estudiantes involucrados en situaciones de maltrato, en cualquiera de los roles, se encuentran en mayor situación de vulnerabilidad y, por ende, el sufrir trastornos psicopatológicos y desajustes psicosociales en la adolescencia y en la vida adulta que los chicos y chicas no comprometidos a temas de acoso. Dicha problemática trae como consecuencia más extrema el suicidio o la muerte de la víctima (Marchi-Costa y Stefanini de Macedo 2020).

Las personas involucradas son las afectadas en primer plano, pero cabe recalcar que, también el entorno donde se produce el maltrato sufre los resultados de esas conductas, que en algunos casos suele ser el deterioro del clima de centro, el no acatar las reglas preestablecidas o la desconexión moral, considerándose consecuencias que, además del empobrecimiento o fallo de las relaciones interpersonales, forman parte de un obstáculo para la inclusión social de todo el alumnado (Bisquerra et al. 2014)

El objetivo de este artículo de investigación es detectar estos patrones conductuales violentos para iniciar la intervención de manera preventiva tanto en instituciones educativas públicas como privadas, en las que actualmente como es de conocimiento general la presencia de acoso escolar o bullying se ha incrementado. Para la adecuada intervención en cada una de estas instituciones, dependerán de factores específicos como: económicos, sociales, religiosos, morales, culturales o geográficos. Por lo que se busca la intervención temprana que es de vital importancia en las relaciones interpersonales para el desarrollo psicosocial de los jóvenes estudiantes. En consecuencia, esta investigación compara el nivel de acoso escolar en una institución educativa privada y pública.

El contenido del artículo está estructurado de la siguiente manera: la Sección 2 presenta una serie de estudios que relacionaron y alentaron el desarrollo de este trabajo; La sección

3 proporciona la metodología aplicada para la comparación del nivel de acoso escolar; los resultados obtenidos se presentan en la Sección 4 a continuación; Finalmente, las conclusiones y el posible trabajo futuro se presentan en la Sección 5.

2. Estado del Arte

La escuela es el escenario en donde se aprende a convivir entre diversos sujetos con diversas personalidades, y por esto, es el lugar donde más se resalta esta problemática, pero no es el único escenario donde se manifiesta este fenómeno social. Por ello, el reconocimiento del ser social e histórico manifiesta una realidad importante en este sentido (Lugones Botell y Ramirez Bermudez 2017).

En un estudio de Nansel en 2004, en una muestra de 113 200 estudiantes de 25 países, se observó que desde el 9% en Suecia, hasta un 54% de los escolares en Lituania, estaba involucrado en episodios de "bullying". Como víctimas, el rango va desde un 5% en Suecia hasta un 20% de los estudiantes en Lituania, con un promedio en todos los países de un 11%. Como agresores, se comunicó desde un 3% en Suecia hasta un 20% en Dinamarca, con un promedio de 10% (Trautmann M 2008).

Por otro lado, en la investigación "Prevalencia de bullying y factores relacionados en estudiantes de bachillerato de una institución educativa de Cali, Colombia", participaron 198 estudiantes de 6to a 9no grado de una institución privada. Con la finalidad de identificar una asociación entre el bullying y la red familiar. En los resultados se encontró asociación entre alguna disfunción familiar leve o severa para ser víctima de acoso escolar, así, como síntomas ansiosos con importancia clínica (Cassiani Miranda et al. 2014).

Diversos autores coinciden en señalar la existencia de cuatro formas de manifestación del acoso escolar: 1) la forma física, que puede dividirse en conductas agresivas directas dirigidas al cuerpo y las conductas agresivas indirectas, que son las orientadas contra la propiedad; 2) la forma verbal, que alude a aquellas conductas verbales negativas: insultos, apodos, burlas, hablar mal de otros, calumnias, menosprecio en público, etc.; 3) la forma social, que implica conductas que tienen como finalidad aislar al individuo del grupo, al presionar a otros alumnos para que no le hablen ni se relacionen con él; y 4) la forma psicológica, en la que se busca provocar miedos e inseguridades a partir de ridiculizaciones de características personales, rendimiento escolar, etc. No obstante, hay que tener en cuenta que todas las formas de bullying tienen un componente psicológico (Cardozo, Dubini, y Lorenzino 2017).

Para tratar de entender el comportamiento violento del ser humano, existen teorías explicativas sobre el origen de la conducta agresiva, que analizan las reacciones violentas del individuo. Según Gómez (2015), todo tipo de violencia o agresión tienen su origen en la agresividad. Considerando la agresividad, tanto en el hombre como en el animal como algo innato, guiado por un instinto primario, desencadenado por estímulos externos o internos específicos propios de la persona e indispensable para su proceso de adaptación; desde esta perspectiva se considera positiva, y que la labor de la educación está basada en canalizar su expresión hacia conductas socialmente aceptables, la siguiente teoría resalta el papel del medio ambiente y la importancia de los procesos de aprendizaje en la conducta violenta del ser humano, por tal motivo se recalca dicho aspecto debido a que

el individuo es un ser pensante que puede pueden evaluar, modificar y pensar en lo que está aconteciendo (Gómez 2016)

Los principales actores involucrados en esta problemática son: el agresor (quien provoca daño o miedo a una persona); la víctima (persona receptora de las agresiones) y los espectadores o testigos, que se dividen en cuatro categorías: indiferentes (que no intervienen), culpabilizados (no intervienen por miedo al agresor, pero se sienten culpables por ello), amorales (justifican el poder que tiene el agresor sobre la víctima) y los que intervienen, ya sea animando al agresor o defendiendo a la víctima (Torrado Duarte, Beltrán Villamizar, y Vargas Beltrán 2016).

Las burlas, actitudes discriminatorias y los tratos crueles entre compañeros denominado en la actualidad como acoso escolar o bullying, ocurren tanto en las escuelas privadas como en las públicas, no obstante, pueden distinguirse la una a la otra en cuanto a tipos de acoso: en las primeras, hay más casos de violencia verbal como el poner apodos, insultos, ofensas, entre otros, que podrían estar determinados por posibles cuestiones de nivel socioeconómico y en las últimas son más frecuentes las peleas físicas como (D'Angelo y Fernández 2011).

Tanto en los contextos educativos públicos como en los privados, la violencia verbal es cotidiana. Los chicos normalizan los insultos como forma de comunicación, al igual que los comentarios discriminatorios ya sea por color de piel, religión, por un status inmigratorio, por preferencias musicales o de vestimenta, lo cual genera conflictos que muchas veces, terminan en disputas resueltas mediante la agresión física (Silva et al. 2019)

Teniendo en cuenta la relación entre titularidad pública-privada y nivel socioeconómico, estudios no han encontrado relación significativa entre el nivel socioeconómico y ser víctima de bullying o acoso escolar. Sin embargo, se ha encontrado que, las víctimas podrían provenir de familias con menor nivel socioeconómico y que los estudiantes que sufren una mayor desventaja socioeconómica presentan mayor riesgo de ser víctimas de acoso (Garaigordobil et al. 2017; Postigo Zegarra et al. 2019).

No obstante, las problemáticas vinculadas a conflictos entre alumnos como burlas, maltrato, hostigamiento, discriminación, humillaciones, padecimiento de actitudes crueles resultan más frecuentes en los alumnos de nivel económico social alto.

3. Metodología

Se desarrolla una investigación experimental, mediante enfoque cuantitativo por que se obtendrán datos numéricos que serán tabulados estadísticamente, por otra parte, de tipo comparativo, puesto que, se realizó con dos grupos con el objetivo de conocer la relación o grado de asociación entre una institución educativa privada y una institución pública referente al acoso escolar entre pares. Subsiguiente, de tipo transversal debido a que acoge a dos grupos determinados de instituciones en un tiempo corto de duración. Y, por último, posee una modalidad de campo ya que se realizó en el lugar donde se origina la problemática del acoso escolar o bullying, teniendo en cuenta una vivencia real y directa con los adolescentes en la toma de datos

Los participantes en el estudio constituyen 160 escolares conformada por: 80 estudiantes de una institución privada y 80 de una pública, de tipo no probabilístico por conveniencia de la investigadora, por lo tanto, se seleccionaron a los alumnos pertenecientes al décimo año de educación básica de los cursos A, B, C, D de cada institución.

Como criterio de inclusión para el análisis de factores se consideraron 160 adolescentes de 14, 15 y 16 años de edad sin distinción de sexo que se encuentren cursando el Décimo año de Educación Básica y la aceptación del consentimiento informado. Finalmente, como criterio de exclusión cualquier adolescente que este atravesando alguna condición de enfermedad o tratamiento psiquiátrico.

Inicialmente, para el desarrollo del estudio se emplearon dos instrumentos: una ficha sociodemográfica y socioeconómica (sexo, edad, ingreso mensual familiar) con respuestas de opción múltiple dirigida a padres de familia o representantes legales de los estudiantes. Para definir la influencia de las variables de la edad, sexo e ingreso mensual familiar en el tipo de institución educativa privada y pública.

Para los estudiantes se utiliza el test Acoso y Violencia Escolar (AVE) diseñado por Iñaki Piñuel y Araceli Oñate en 2016 (Piñuel y Oñate 2006). Su aplicación puede ser de tipo individual o colectiva para las edades desde los 7 a los 18 años, la duración puede ser variable desde los 25 a 35 minutos es de categoría clínica: adaptación y conducta y escolar: acoso escolar. La finalidad del test es evaluar la violencia y acoso físico y psicológico en el entorno escolar, mediante la valoración de los daños más significativos y factores de riesgo más frecuentes que aparecen en niños acosados.

En el caso del test AVE se ha procedido a calcular la fiabilidad mediante el coeficiente alfa de Cronbach, presentando así, una consistencia interna elevada de 0.95. Es un cuestionario de auto-informe de 94 ítems, se obtienen 22 indicadores y se divide en 2 cuestionarios: de violencia escolar y acoso y escalas clínicas. El test en el primer cuestionario mide la intensidad e índice global de acoso, a su vez, 4 factores globales de acoso; factor hostigamiento, intimidación, exclusión y factor agresiones. En el segundo cuestionario AVE mide 8 escalas clínicas que complementan situaciones de acoso y violencia generado en el ámbito escolar basado en criterios diagnósticos del DSM IV; ansiedad, estrés postraumático, distimia, disminución de autoestima, flashbacks, somatización, autoimagen negativa y autodesprecio.

Para la administración de los instrumentos en de ambas instituciones, se realizaron entrevistas con las autoridades cada plantel educativo, con el fin de informar acerca del proyecto de investigación y solicitar la información para llevarlo a cabo en los centros escolares, en una primera etapa se envía el consentimiento informado junto con la ficha sociodemográfica-socioeconómica para ser llenado en casa, posterior los estudiantes que presentaban la firma de autorización accedían a la segunda fase que consta de la aplicación del Test AVE. El instrumento se aplicó en 30 minutos de manera colectiva en forma auto administrada y en un horario regular de clases. Se asegura la confidencialidad y anonimato de los participantes.

El análisis fue realizado mediante el programa Paquete estadístico para ciencias sociales (SPSS del inglés Statistical Package for the Social Sciences), en el cual se utilizó la prueba no paramétrica de Mann-Whitney para comparar dos muestras independientes mediante el análisis de la media de cada institución (privada pública), fue utilizada debido a que

no puede suponerse la normalidad de la población. Se utilizó también el chi cuadrado de Pearson para identificar la asociación entre edad, sexo e ingreso mensual familiar y el tipo de institución.

4. Resultados y discusión

El acoso escolar en colegios públicos y privados es evidente y una problemática creciente tanto a nivel nacional como internacional, la falta de apoyo social hace que sea menos efectiva la identificación dicha problemática que trae consigo consecuencias significativas que podría poder en riesgo al estudiante. Se presenta una selección de los resultados obtenidos en este trabajo, en cada análisis se utilizó datos estadísticos que fueron medidos por el programa SPSS (Statistical Package for the Social Sciences).

A partir de análisis de las respuestas de estudiantes con edades entre los 14 y 16 años, se denoto que, el acoso escolar está presente en instituciones privadas como públicas. Sin embargo, es importante señalar que se evidenció una distinción significativa en cuanto al nivel del acoso escolar. Como se puede ver en la Tabla 1, la institución privada presenta una media de 2.7500 con una desviación típica de 1.33597, mientras que el colegio público mantuvo una media de 3.3750 con una desviación típica de 1.22604 (ver Tabla 2), lo que concluye que los resultados se alejan de la normalidad de la población encuestada respecto al nivel de acoso escolar.

Privada	Muestra(N)	Mínimo	Máximo	Media	Desviación típica
	80	1,00	5,00	2,7500	1,33597

Tabla 1 – Hepta global privada

Publica	Muestra(N)	Mínimo	Máximo	Media	Desviación típica
	80	1,00	6,00	3,3750	1,22604

Tabla 2 – Hepta global publico

En la tabla 3 los resultados del cálculo muestran que el valor de prueba es menor al nivel de significancia ($\alpha = 0{,}05$) en el factor hepta global. Por tanto: existe diferencia significativa entre la institución privada y pública en el factor del nivel de acoso escolar

Pruebas	Hepta global
U de Mann- Whitney	2360,500
Significación. asintótica.	0,003

Tabla 3 – Nivel de significancia de hepta global

Para cada resultado del test AVE es asignado un rango de calificación de muy bajo/ bajo a muy alto por medio de un sistema de baremos según la edad del estudiante, dicho rango cambiara según el número de pregunta del test. Finalmente, en cuanto al nivel de

acoso escolar se presenta mayor incidencia en la institución pública de casi alto a muy alto con un 48.7%, mientras que en la privada de casi alto a alto un 36.2%.

El acoso escolar o bullying puede presentarse de forma física, verbal, psicológica o comportamientos que afecten al individuo. No obstante, el test AVE identifica 4 modalidades de acoso físico y psicológico recibidos en la institución privada y pública. Los estudiantes resultaron víctimas de conductas de acoso repetitivas, intimidantes, de exclusión y agresiones por sus pares, sin embargo, la institución pública evidenció la mayor presencia de dichas conductas. El factor hostigamiento en la institución pública abarco un 37.5% mientras que en la institución privada un 22.5%. conductas intimidantes con un 25% en el privado y en el público un 32.5%, en el sector privado el factor exclusión tienes niveles altos de 38.7% mientras que el público un 55%, finalmente, el factor agresión es bajo en ambas instituciones, no obstante, se refleja un 15% de agresiones en el sector público. En la tabla 4 y 5 se detalla los estadísticos descriptivos de las modalidades del acoso escolar.

	Muestra (N)	**Mínimo**	**Máximo**	**Media**	**Desviación. Típica**
Factor-hostigamiento	80	1,00	5,00	1,7875	1,02739
Factor-intimidación	80	1,00	4,00	1,4250	,82332
Factor-exclusión	80	1,00	4,00	1,5250	,74587
Factor-agresiones	80	1,00	5,00	1,3625	1,03415

Tabla 4 – Estadísticos descriptivos de modalidades sector privado

	Muestra (N)	**Mínimo**	**Máximo**	**Media**	**Desviación. Típica**
Factor-hostigamiento	80	1,00	5,00	2,1875	1,14840
Factor-intimidación	80	1,00	4,00	1,5500	,89866
Factor-exclusión	80	1,00	4,00	1,7500	,80347
Factor-agresiones	80	1,00	5,00	1,4875	,99357

Tabla 5 – Estadísticos descriptivos de modalidades sector publico

Es importante manifestar que, para estudiar la problemática del acoso escolar debe considerarse de manera holística por la influencia de factores internos, externos o ambientales que podrían acarrear de daño psicológico y los actos violentos puede ser mantenedores o activadores de conductas depresivas, ansiosas, flashbacks, disminución de autoestima, distimia, autoimagen negativa, entre otras. Por tal motivo no se puede aseverar que la presencia de daño psicológico sea por consecuencia del bullying, no obstante, según los resultados del cálculo muestra que el valor de la prueba es

menor al nivel de significancia en los daños: flashbacks y somatización. Por lo tanto: hay diferencias significativas entre la institución privada y pública que se puede ver en la Tabla 6.

	Ansiedad	**Estrés postraumático**	**Distimia**	**Disminución de autoestima**
U de Mann-Whitney	2835,000	2732,000	2959,000	3034,500
Significación. asintótica	,194	,089	,357	,560
	Flashbacks	**Somatización**	**Autoimagen negativa**	**Autodesprecio**
U de Mann-Whitney	2591,000	2651,000	3142,000	3045,000
Significación. asintótica	,018	,045	,833	,549

Tabla 6 – nivel de significancia de daño psicológico

El tipo de institución influye en la población de hombres y mujeres existentes en el centro de estudios, siendo el colegio privado donde habrá 69 mujeres y el público donde estudiarán 45 hombres (Ver Tabla 7). La investigación de (Torres y Pérez 2017) manifiesta que, la mayoría de jóvenes agresores eran hombres, pues se considera que los varones tienen mayor tendencia a involucrarse en situaciones violentas, por tal motivo en la presente investigación se reflejó mayores índices de acoso escolar en el sector público donde la incidencia de hombres fue mayor comparado con el colegio privado, debido a que por normativas actuales se está incorporando a hombres a la institución, ya que tiempo atrás fue considerado un colegio de mujeres por varios años. En la tabla 8, el valor de la prueba es inferior a 0,05, indica que el tipo de institución influye en la población de hombres y mujeres.

			Sexo		**Total**
			Hombre	**Mujer**	
Tipo de institución	*Privada*	*Recuento*	11	69	80
		% dentro de Tipo de institución	13,8%	86,2%	100,0%
	Pública	*Recuento*	45	35	80
		% dentro de Tipo de institución	56,2%	43,8%	100,0%
Total		*Recuento*	56	104	160
		% dentro de Tipo de institución	35,0%	65,0%	100,0%

Tabla 7 – tabla de contingencia de institución privada y pública respecto al factor sexo

	Valor	Grado de Libertad	Significación. asintótica (bilateral)	Significación. exacta (bilateral)	Significación. exacta (unilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	31,758a	1	,000		
Corrección por continuidad	29,918	1	,000		
Razón de verosimilitudes	33,469	1	,000		
Estadístico exacto de Fisher				,000	,000
Asociación lineal por lineal	31,560	1	,000		
N de casos válidos	160				

Tabla 8 – Pruebas de chi-cuadrado respecto al sexo y la asociación con el tipo de institución

En la institución privada, el 83,8% de la muestra son jóvenes de 14 años y el 16,2% restantes de 15 años. No hay alumnos de 16 años. En contraste con la institución pública donde hay un 68,8% de 14 años, 26,2% 15 años y 5% de 16 años. En términos generales, el 76,26% de la muestra tota (institución pública + privada) está compuesta por jóvenes de 14 años, el 21,26% por chicos de 15 años y el 2,50% por estudiantes de 16 años. (Ver Tabla 9)

			Edad			Total
			14 años	15 años	16 años	
Tipo de institución	*Privada*	*Recuento*	67	13	0	80
		% dentro de Tipo de institución	83,8%	16,2%	0,0%	100,0%
	Pública	*Recuento*	55	21	4	80
		% dentro de Tipo de institución	68,8%	26,2%	5,0%	100,0%
Total		*Recuento*	122	34	4	160
		% dentro de Tipo de institución	76,2%	21,2%	2,5%	100,0%

Tabla 9 – Tabla de contingencia institución privada y pública respecto a la edad

Aparentemente, la edad de los alumnos está asociada al tipo de institución. Esto se verifica con la prueba chi cuadrado que se muestra en la Tabla 10:

El valor de prueba inferior a 0,05 indica que el tipo de institución influye en la edad de los alumnos del centro de estudios, siendo el colegio privado donde habrá mayor número de chicos de 14 años, mientras que la institución pública acoge mayor cantidad de jóvenes de 15 y 16 años.

	Valor	Grado de Libertad	Significación. asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	7,063	2	,029
Razón de verosimilitudes	8,628	2	,013
Asociación lineal por lineal	6,527	1	,011
N de casos válidos	160		

Tabla 10 – pruebas de chi- cuadrado respecto a la edad

Respecto al ingreso mensual familiar (Ver Tabla 11), en la institución privada, el 2,5% de la muestra gana menos de $200, el 3,8% de $200 a $400, el 27,5% de $400 a $600, el 11,2% de $600 a $800, el 25% de $800 a $1000, el 17,5% de $1000 a $1300, el 6,3% de $1300 a $1600 y el 6,2% restante más de $1600. Esto difiere con los ingresos de los hogares de los alumnos del centro de educación público, donde el 35% gana menos de $200, el 30% de $200 a $400, el 22,5% de $400 a $600, el 10% de $600 a $800 y el 2,5% de $800 a $1000. El ingreso de los hogares de los alumnos está asociado al tipo de institución siendo el sector privado con mayores ingresos mensuales.

			Ingresos económicos de los padres								Total
			Menos de $200	De $200 a $400	De $400 a $600	De $600 a $800	De $800 a $1000	De $1000 a $1300	De $1300 a $1600	De $1600 en adelante	
Tipo de institución	Privada	Recuento	2	3	22	9	20	14	5	5	80
		% dentro de Tipo de institución	2,5%	3,8%	27,5%	11,2%	25,0%	17,5%	6,2%	6,2%	100,0%
	Pública	Recuento	28	24	18	8	2	0	0	0	80
		% dentro de Tipo de institución	35,0%	30,0%	22,5%	10,0%	2,5%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%
Total		Recuento	30	27	40	17	22	14	5	5	160
		% dentro de Tipo de institución	18,8%	16,9%	25,0%	10,6%	13,8%	8,8%	3,1%	3,1%	100,0%

Tabla 11 – Tabla de contingencia Tipo de institución * Ingresos económicos de los padres

5. Conclusiones

El acoso escolar está presente en alumnos de décimo año de educación básica de la institución privada y pública, no obstante, en donde se registraron mayores niveles de acoso global fue en la institución pública con niveles de casi alto a muy alto con un 48.7%. Tanto en la institución pública como en la privada los resultados del test aplicado permiten identificar porcentajes importantes de conductas: hostigantes, intimidantes, de excusión y agresiones. Siendo, el centro de estudios público el que presenta una mayor prevalencia al respecto.

El daño psicológico posiblemente causado por el acoso escolar es más alto en la institución privada. Los resultados del test aplicado permitieron determinar un importante daño en la esfera emocional en las escalas: estrés postraumático, distimia, somatización y autoimagen negativa, es importante recalcar que en la institución pública también se evidencio un daño, considerándose más elevado que en la privada solamente en las escalas de: distimia y autoimagen negativa.

La cantidad de hombres y mujeres influye según el tipo de institución, siendo el colegio privado donde habrá mayor número de mujeres debido a que por años se ha mantenido como un colegio de mujeres, sin embargo, las políticas actuales del ministerio de educación crearon una normativa para hacer mixtos los colegios, que con el tiempo se está implementando, por otro lado, es en el público donde estudiarán mayor cantidad de hombres. En cuanto a la edad la institución privada acoge mayor número de estudiantes de 14 años, mientras que la publica adolescentes de 15 y 16 años. Finalmente, el ingreso económico influye en el tipo de institución, siendo el colegio privado donde los padres de familia obtienen mejores ingresos.

Una interesante línea de trabajo respecto al tema del bullying que ayudaría a profundizar y mejorar propuestas de intervención sería el manejar una población más grande en donde abarquen adolescentes diversas edades, en la cual, también se tome en cuenta factores externos o internos que de cierta manera muestre un resultado alterado en cuanto dicha temática. Puede ser interesante extender la estratega más allá de esta zona y efectuar un estudio detallado de posibles causas, consecuencias o detonadores.

Referencias

Azúa Fuentes, Emilio, Pedro Rojas Carvallo, y Sergio Ruiz Poblete. 2020. «Acoso escolar (bullying) como factor de riesgo de depresión y suicidio». *Revista Chilena de Pediatría* 91(3):432.

Bartolomé Gutiérrez, Raquel, y Eduardo Díaz Herráiz. 2019. «Apoyo social y autopercepción en los roles del acoso escolar». *Anales de Psicología* 36(1):92-101.

Bisquerra, Rafael, Carlos Colau, Pablo Colau, Jordi Collell, Carme Escudé, Núria Pérez-Escoda, José María Avilés, y Rosario Ortega. 2014. «Prevención del acoso escolar con educación emocional». *Bilbao: Desclée de Brower*.

Cardozo, Griselda, Patricia Dubini, y Leticia Lorenzino. 2017. «Bullying y ciberbullying: Un estudio comparativo con adolescentes escolarizados». *Revista Mexicana de Psicología* 34(2):101-9.

Cassiani Miranda, Carlos Arturo, Jennifer Jennifer Gómez Alhach, Angela Mayerly Cubides Munévar, y Mauricio Hernández Carrillo. 2014. «Prevalencia de bullying y factores relacionados en estudiantes de bachillerato de una institución educativa de Cali, Colombia, 2011». *Revista de Salud Pública* 16(1):14-26.

D'Angelo, Luis A., y Daniel R. Fernández. 2011. «Clima, conflictos y violencia en la escuela».

Garaigordobil, Maite, Vanesa Martínez-Valderrey, y Juan M. Machimbarrena. 2017. «Intervención en el bullying y cyberbullying: Evaluación del caso Martín». *Revista de Psicología Clínica con Niños y Adolescentes* 4(1):25-32.

Gómez, Miguel Ángel Estrada. 2016. *Acoso escolar: modelos agresivos originan acosadores*. Sb editorial.

Lugones Botell, Miguel, y Marieta Ramirez Bermudez. 2017. «Bullying: aspectos históricos, culturales y sus consecuencias para la salud». *Revista Cubana de Medicina General Integral* 33:154-62.

Marchi-Costa, Maria Ivone, y Rosa Maria Stefanini de Macedo. 2020. «Familia homoparental, bullyng homofóbico e contexto escolar: a busca por novos sentidos.» *Revista Interamericana de Psicología/Interamerican Journal of Psychology* 54(1):e332.

Menéndez Santurio, José Ignacio, Javier Fernández-Río, José Antonio Cecchini Estrada, y Sixto González-Víllora. 2020. «Conexiones entre la victimización en el acoso escolar y la satisfacción-frustración de las necesidades psicológicas básicas de los adolescentes». *Revista de Psicodidáctica* 25(2):119-26.

Musalem, B. Ricardo, y O. Paulina Castro. 2015. «Qué se sabe de bullying». *Revista Médica Clínica Las Condes* 26(1):14-23.

Piñuel, Iñaki, y Araceli Oñate. 2006. *AVE: acoso y violencia escolar : manual*. Madrid: TEA.

Postigo Zegarra, Silvia Pilar, Konstanze Schoeps, Ana Ordonez, y Inmaculada Montoya-castilla. 2019. «¿Qué dicen los adolescentes sobre el acoso escolar?» *Anales de Psicología* 35(2):251-58.

Ruiz-Narezo, Marta, Rosa Santibáñez Gruber, y Teresa Laespada Martínez. 2020. «Acoso escolar: adolescentes víctimas y agresores. La implicación en ciclos de violencia». *Bordón. Revista de Pedagogía* (Advance).

da Silva, Jorge Luiz, Wanderlei Abadio de Oliveira, André Vilela Komatsu, Marcela Almeida Zequinão, Beatriz Oliveira Pereira, Simona Carla Silvia Caravita, Grace Skrzypiec, y Marta Angélica Iossi Silva. 2020. «Associations Between Bullying and Depression Among Students in School Transition». *Trends in Psychology* 28(1):72-84.

Silva, Jorge Luiz da, Wanderlei Abadio de Oliveira, Flávia Carvalho de Malta Mello, Rogério Ruscitto do Prado, Marta Angélica Iossi Silva, y Deborah Carvalho Malta. 2019. «Prevalência da prática de bullying referida por estudantes brasileiros: dados da Pesquisa Nacional de Saúde do Escolar, 2015». *Epidemiologia e Serviços de Saúde* 28(2).

Torrado Duarte, Omar Elías, Yolima Ivonne Beltrán Villamizar, y Carlos Guillermo Vargas Beltrán. 2016. «Prevalencia del Hostigamiento Escolar en las Instituciones Públicas de Bucaramanga-Colombia». *Sophia* 12(2):173-86.

Torres, Milena Betancourt, y Constanza Londoño Pérez. 2017. «Factores sociodemográficos y psicosociales que diferencian la conducta prosocial y el acoso escolar en jóvenes». *Informes Psicológicos* 17(1):159-76.

Trautmann M, Alberto. 2008. «Maltrato Entre Pares o “Bullying”: Una Visión Actual». *Revista Chilena de Pediatría* 79(1).

risti
Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação
Iberian Journal of Information Systems and Technologies

Recebido/Submission: 12/04/2021
Aceitação/Acceptance: 18/06/2021

Técnicas Biplot para Bigdata en el estudio de ranking internacionales de Educación Superior y su apoyo a la gestión universitaria

Marcelo Ruiz[1], Claudio Ruff[2], Purificación Galindo[3]

mruiz@usal.es; cruff@ubo.cl; pgalindo@usal.es

[1] Departamento de Estadísticas, Universidad de Salamanca, 37007 Salamanca, España, mruiz@usal.es, Universidad Bernardo O´Higgins. Centro de Investigación Institucional, Santiago, Chile;

[2] Universidad Bernardo O´Higgins. Centro de Investigación Institucional, Santiago, Chile;

[3] Departamento de Estadísticas, Universidad de Salamanca, 37007 Salamanca, España

Pages: 69-86

Resumen: Ser distinguida como una universidad de clase mundial se ha vuelto una meta para las instituciones de educación terciaria. Esto ha transformado los valores de la excelencia y competitividad en conceptos esenciales que rigen las políticas de gestión institucional. Los rankings internacionales son, en momentos de crecimiento educativo y de globalización de la Educación Superior, un elemento sustancial en esta competencia posicional. En este contexto, desde técnicas multivariadas de análisis de datos, este articulo busca analizar tres de los más importantes ranking internacionales, QS World University Ranking, THE y ARWU, concluyendo que los ranking internacionales ofrecen estándares controversiales pero legítimos que aportan a la gestión de calidad de las universidades participantes en el proceso.

Palabras-clave: Gestión universitaria, rankings internacionales, técnicas bigdata, indicadores de calidad.

Biplot techniques for Bigdata in the study of international higher education ranking and their support for university management

Abstract: Being distinguished as a world-class university has become a goal for tertiary education institutions. This has transformed the values of excellence and competitiveness into essential concepts governing corporate management policies. International rankings are, at a time of educational growth and globalization of higher education, a substantial element in this positional competence. In this context, from multivariate data analysis techniques, this article seeks to analyze three of the most important international rankings, QS World University Rankings, THE and ARWU, concluding that international rankings offer controversial but legitimate standards that contribute to the quality management of universities participating in the

Keywords: University management; international ranking; Big Data techniques; quality indicators.

1. Introducción

Frente a los requerimientos y exigencias que presentan los vertiginosos cambios sociales que han caracterizado los últimos tiempos, donde la globalización y los acelerados avances tecnológicos son imperantes (Larana, 2018), emerge el cuestionamiento acerca del rol que juegan las instituciones de Educación Superior en el desarrollo y el progreso social. Asimismo, las interrogantes acerca del modo que tienen las instituciones de asegurar un proceso de gestión efectivo que acredite una educación de calidad siguen abiertas a la reflexión, más aun si consideramos que los criterios de calidad deben ser medidos de manera objetiva, clara y cuantificable(Anguera, 1989; González & Espinoza, 2008).

En este contexto, surgen los rankings de Educación Superior como una herramienta de análisis del desempeño institucional, cuyo valor puede llegar a ser determinante en la toma de decisiones de una organización(Hazelkorn, 2015). Los rankings internacionales de Educación Superior se conforman por un conjunto de variables cuantitativas y cualitativas construidos con indicadores objetivos. Por nombrar algunos: cantidad y cualificación de los docentes, número de estudiantes y productividad científica, entre otros (Pérez-Esparrells & López García, 2009).

Se suman a lo ya señalado, algunas variables subjetivas, como son, las encuestas de reputación de académicos y el grado de satisfacción de los empleadores en relación con los titulados en cada institución. Producto de los factores subjetivos, los rankings tienen detractores y defensores. Los primeros, objetan que no cuentan con rigor académico, que poseen sesgos, entre otros aspectos a tomar en cuenta. Los segundos, afirman que sirven como indicadores de posiciones relativos, los que, si bien presentan sesgos, permiten posicionar globalmente a las universidades y realizar comparaciones entre ellas, constituyéndose en una guía confiable de información sobre variados indicadores de calidad de las universidades, así como también de sus programas de estudios (Moed, 2017; Ordorika, 2015).

En relación al párrafo anterior, los rankings desempeñan un papel fundamental en el posicionamiento de una universidad, dado que son consultados por los futuros estudiantes de todo el mundo, para así componer una primera imagen de la institución y con dichos antecedentes, dictaminar una elección. Por otra parte, obliga a la universidad a atender y a examinar el lugar en el que el contexto universitario la ha posicionado, sobre la base de los indicadores seleccionados, considerando los posibles sesgos de la información o las omisiones presentadas por ella (Espeland & Sauder, 2016). A su vez, el manejo y generación de información fidedigna y oportuna constituye uno de los primeros desafíos que debe superar una institución de Educación Superior. En este escenario, surge la unidad de “análisis institucional”, la cual debe contar con personal adecuado para investigar y analizar antecedentes relevantes que tributen a la toma de decisiones de la organización.

Dicho lo anterior, el contexto especifico de esta investigación considera a los rankings de las universidades en relación a su impacto en la gestión universitaria, es significativo destacar que la aparición de los rankings mundiales de la educación terciaria implica un fenómeno que ha incrementado la competencia desde variados ámbitos de la gestión, como por ejemplo la obtención de recursos financieros a través de fondos concursables,

la contratación de los mejores docentes posibles, la admisión y matrícula de estudiantes de alto perfil, y el desarrollo y promoción de procesos de investigación de elevada calidad e impacto. Desde principios del siglo XXI se unió a esta competencia el prestigio internacional, dada las posiciones en los rankings más importantes a nivel internacional. De esta manera, la aparición y difusión mundial de estos instrumentos han presionado al mejoramiento de los diversos mecanismos de aseguramiento de la calidad de cada una de las instituciones(Salmi & Saroyan, 2007).

Es fundamental señalar que los rankings están a favor de un grupo de universidades con investigaciones de primer nivel y presupuestos superiores a millones de dólares, no obstante, la construcción de ranking podría significar una fuente de estímulo a la articulación de mejores prácticas en el contexto propio de cada institución. Así los ranking pueden ser vistos de una forma pragmática, como herramientas mercadotécnica, ya que aportan en la generación de nuevos mecanismos de gestión institucional (Marmolejo, 2010).

Considerando lo anteriormente expuesto, es de suma importancia contar con estudios que se enfoquen en analizar la verdadera incidencia de los rankings en la toma de decisiones de las instituciones, así como, en indagar la forma en que estos se relacionan con los principales indicadores de impacto referido a las diversas materias y áreas evaluadas. En este ámbito, esta investigación es precursora en buscar respuestas a estas preguntas desde una mirada cuantitativa, pues se emplean técnicas multivariadas de análisis datos.

Bajo estas consideraciones, la presente investigación busca aplicar métodos de estudio multivariante para estudiar y comparar los siguientes rankings internacionales de Educación Superior: QS World University Rankings, Times Higher y Academic Ranking of World Universities (ARWU). Asimismo, esta investigación se propone ser pionera en la generación de conocimiento aplicado y relevante, que en un futuro oriente a las universidades en su gestión académica y administrativa, con el fin de aportar a que logren alcanzar mayores niveles de eficiencia en la asignación de recursos económicos y financieros, y en el incremento de su posicionamiento en los rankings internacionales de Educación Superior. Ranking de Universidades: Construcción de sistemas trasnacionales de evaluación de la calidad en Educación Superior. La evaluación de la calidad de las instituciones de Educación Superior se basa en un constructo de medición trasnacional reflejado a través de los rankings internacionales. Estos proponen un modelo de evaluación de la calidad de uso instrumental, que da cuenta de una perspectiva cuántica de lo que se considera como un indicador significativo a la hora de dimensionar los elementos constitutivos y valorables que se vinculan con el concepto de calidad en el ámbito de la Educación Superior.

En estas condiciones, las universidades son objeto de exigencias, explícita e implícitamente, por esta tendencia de clasificación que categoriza a las instituciones revistiéndolas de un manto de mayor o menor prestigio, según el lugar que ocupen en la tabla de posicionamiento que califica a las universidades que aspiran a ser consideradas como instituciones de rango mundial(Hazelkorn, 2015; Salmi, 2009). Dicho fenómeno institucional ha suscitado la intensificación del nivel de competencia entre las universidades, las que en su generalidad han destinado más recursos y modelado su

gestión en busca del cumplimiento de los indicadores establecidos para ser reconocidas a nivel internacional(Flores et al., 2015; Lo, 2014).

De esta manera, en la actualidad existen más de una decena de rankings encargados de establecer analogías comparativas entre universidades a escala mundial y aunque estos son considerados como evidencias legítimas de medición, numerosos son también sus detractores, cuyas críticas se basan, esencialmente, en cuestionar el constructo metodológico de estas formas de evaluación(Liu et al., 2013). Sin embargo, el valor informativo de los rankings los constituye como una herramienta a la hora de discernir, por ejemplo, la selección entre formarse en una u otra casa de estudio(Docampo, 2013).

Por otra parte, destaca como una de las fortalezas que presentan estos sistemas de evaluación de desempeño, es el hecho de la sencillez y accesibilidad con la que es presentada la información, la que es estratificada de modo que permite homogenizar los valores de medición(Hazelkorn, 2015; Olcay & Bulu, 2017).

En consecuencia, las formas de como impactan los Ranking Universitarios en la Gestión Institucional se reflejan en la influencia que ejercen en la elección que hacen los estudiantes al optar por una institución u otra(Lloyd & Ordorika, 2013), además de sus influencias en las siguientes áreas: el factor de visibilidad de la marca, el posicionamiento en el mercado, las políticas educativas, la movilidad, y la asignación de recursos.

Entre los rankings más reconocidos a nivel internacional es posible destacar aquellos centrados en la investigación, es decir, la producción científica, vale decir, un factor que se caracteriza por ser altamente medible y cuantificable, además de aquellos basados en factores más particulares que consideran nociones referentes al prestigio institucional (Montané López et al., 2017). Entre estas dos dimensiones podemos destacar los dos rankings usados en este estudio:

1.1. QS World University Rankings

Es elaborado en el Reino Unido, desde el año 2009, por la organización británica QS World University Rankings. Dicho ranking basa su medición a partir de tres fuentes de información: las encuestas virtuales que evalúan el prestigio institucional y es aplicada a docentes, el nivel de productividad científica tomada de datos Scopus, y la internacionalización y los recursos docentes, información extraída de las propias universidades (López, et al., 2017). Según lo expresado, los tipos de rankings QS se pueden agrupar en cuatro tipos:

Indicador	Ponderación
Reputación académica	40%
Reputación del empleador	10%
Relación docente-estudiante	20%
Citas por Facultad	20%
Internacionalización de las Facultades	5%
Internacionalización de los estudiantes	5%

Tabla 1 – Ranking general elaborado según seis indicadores relacionados a QS.

Con respecto a la reputación académica, el ranking QS considera que uno de los elementos más destacados a evaluar es el reconocimiento de las universidades por parte del mundo académico. Este indicador, otorga al prestigio institucional la mayor ponderación (40%) en referencia a los otros aspectos evaluados. La forma en que se adquieren los datos es a través de una encuesta que recaba las opiniones de expertos investigadores a nivel mundial (se consideran más de 94 mil) (QS, 2020).

El segundo indicador referente a la reputación del empleador (10%) proporciona información sustancial que proyecta la futura empleabilidad de los estudiantes, en tanto que estos son considerados por los empleadores según su grado de competencia y rendimiento. Este ítem se eleva a un número de 45 mil respuestas de empleadores, que discriminan a las instituciones según la valoración que los empleadores realizan de los graduados en cada institución (QS, 2020)

La relación entre los docentes y los estudiantes (20%) evidencia la calidad de la enseñanza en tanto que mide la proporcionalidad entre el número de profesores y el número de estudiantes al interior de una institución de educación terciaria.

Con el fin de medir la calidad de la producción en materia de investigación, se realiza una evaluación por medio de la citación por Facultad (20%), considerando los últimos cinco años, las que son divididas por el número de años de la institución. Además, cabe considerar que las citas referidas son normalizadas y ponderadas de manera diferente según las diversas áreas del saber, estos rankings incluyen a un total de 8.000 universidades, 400 áreas, 200 disciplinas y 2.000 instituciones, poseyendo las siguientes características:

1. En cuanto al grado de internacionalización, ésta es evaluada por el cuerpo de estudiantes, docentes y personal internacional que es parte de la institución
2. El segundo ranking de QS es agrupado desde los datos otorgados por el ranking general, en el cual se categorizan las universidades más destacadas dentro de aquellas que tienen menos de 50 años de antigüedad
3. El tercero se clasifica según las áreas del conocimiento, a saber: Artes y Humanidades, Ciencias Biológicas y Medicina, Ciencias Sociales y Naturales, Ingeniería y Tecnología, y Gestión Empresarial.
4. La categorización vinculada con disciplinas específicas.

1.2. Times Higher Education World University Rankings(THE)

El Times Higher Education World University Rankings (THE) fue elaborado en el Reino Unido en el año 2010, tiene una periodicidad anual y está dividido en dos: uno de carácter general y otro especificado por áreas de conocimiento. Fue creado por la revista Times Higher Education e incluye a 400 universidades y 50 áreas del saber. Sus datos son recogidos por una encuesta de opinión realizada a los académicos, por medio de un mecanismo online realizado a 10.000 de ellos, por parte de las propias universidades y por la empresa Thomson Reutes (Montané López et al., 2017). A través de este ranking se otorga información acerca de materias tales como innovación, investigación, y docencia. Además de lo anterior, obtiene información a través del análisis bibliométrico explicitado en las publicaciones y las referencias a las mismas, correspondientes a los últimos diez años. Este análisis se divide en las siguientes áreas: Artes y Humanidades,

Ciencias Clínicas, Ingeniería y Tecnología, Ciencias Biológicas, Ciencias Físicas, y Ciencias Sociales. El ranking de Times Higher Education es medido a través de las áreas e indicadores que se detallan a continuación:

Área	Valor (Área)
Enseñanza (el ambiente de aprendizaje)	30%
Investigación (volumen, ingresos y reputación)	30%
Citas (influencia de la investigación)	30%
Perspectiva internacional (personal, estudiantes, investigación)	7.5%
Ingresos de la industria (transferencia de conocimiento)	2.5%

Tabla 2 – Áreas e indicadores del Times Higher Education (THE)

1.3. Academic ranking of world Universities (ARWU)

El Ranking Académico de las Universidades del Mundo se origina en China, en el año 2003 y fue desarrollado por el Centro de las Universidades de Clase Mundial (Salmi, 2009), conocido como CWCU, por sus siglas en inglés y que pertenece a la Escuela Superior de Educación de la Universidad Jiao Tong de Shanghái(ARWU, 2020). ARWU considera un total de seis indicadores que categorizan a las universidades a nivel internacional, a saber:

1. Cantidad de estudiantes que han sido destacados con medallas Fields y premios Nobel.
2. Número de docentes que han sido destacados con medallas Fields y premios Nobel.
3. Cifra de publicaciones en las revistas Nature y Science.
4. Número de investigadores recurrentemente referenciados.
5. Cantidad de publicaciones indexadas en Science Citation Index, Expanded (SCIE) y Social Sciences Citation Index (SSCI) en los últimos cinco años.
6. La productividad de la investigación en correlación con el tamaño de la institución.

A pesar de que el objetivo de este ranking consistía, inicialmente, en levantar información acerca del posicionamiento de las universidades chinas en comparación con otras universidades de rango internacional, su valoración e influencia ha trascendido sus propias fronteras hasta el punto de ser reconocido a nivel mundial, como un instrumento sólido de medición, ya que es el único que basa su análisis solo en datos objetivos, descartando como herramienta de análisis las encuestas de opinión (Santos, Teodoro y Da Costa, 2016).

Según la metodología empleada por ARWU los valores de cada indicador son asignados de manera proporcional, su medición es anual y considera a un total de 2.000 universidades las que son medidas considerando cuatro criterios como lo indica el siguiente cuadro:

Criterio	Código	Valor
Calidad de la Docencia	Alumni	10%
	Award	20%
Calidad del Profesorado	HiCi	20%
Producción investigadora	N&S*	20%
	PUB	20%
Rendimiento per Cápita	PCR	10%

Tabla 3 – Indicadores Ranking ARWU. Fuente: Academic Ranking of World Universities (ARWU), 2020.

A pesar de su popularidad, se objeta a ARWU que sus indicadores presentan debilidades tales como: la falta de relevancia y capacidad selectiva de los indicadores sustentados en la cantidad de premiación (Nobel y Fields). Además, se critican los sesgos referidos a los criterios basados en la investigación y la baja factibilidad de que estos resultados puedan ser reproducidos en universidades en contextos heterogéneos(Docampo, 2013). Se suma a esto el hecho relativo al rango de selección, el cual abarca un plazo de 10 años en las referencias a investigadores altamente citados(Pandiella-Dominique et al., 2018). Asimismo, el porcentual asignado a los autores según orden de aparición descendente según el puesto, autor, primero, segundo y así sucesivamente). También existe un cuestionamiento relativo al hecho de que en el indicador que hace alusión al número de publicaciones indexadas en Science Citation Index, Expanded (SCIE) y Social Sciences Citation Index (SSCI) no se considera el que la cantidad de investigaciones SCIE duplica a los artículos SSCI [21, et al].

Por otro lado, es cardinal señalar que otra de las objeciones es dada por el hecho de que dentro de la clasificación ARWU se categorizan alrededor de 500 universidades, lo que representa tan solo el 2% de las universidades del mundo.

Lideran esta categorización las universidades norteamericanas e inglesas, encabezadas por Harvard, seguida por Stanford y Cambridge.

2. Metodología

El Análisis Multivariante es una parte del análisis de datos y la estadística que representa, examina y estudia los datos que resultan al observar conjuntamente más de una variable estadística, en un grupo de individuos o muestra. Según esta concepción, la información estadística de esta investigación para un conjunto de individuos y variables es de carácter multidimensional, por lo que el manejo y cálculo de matrices es esencial para el análisis de estos.

Para cumplir con el objetivo de este estudio, que es caracterizar a las universidades mediante rankings internacionales desde una perspectiva multivariante, la herramienta fundamental que se utilizó es el Análisis de Componentes Principales (ACP). El propósito del Análisis de Componentes Principales es reducir la dimensionalidad de un conjunto de datos multivariante.

Un BIPLOT es una representación gráfica de datos multivariantes, por lo tanto, de la misma manera que un diagrama de dispersión muestra la distribución conjunta de dos variables, un BIPLOT representa tres o más variables. Existen tres tipos de BIPLOT: GH-BIPLOT, JK-BIPLOT y HJ-BIPLOT. Este análisis se realizó empleando el HJ-BIPLOT ya que es una representación gráfica multivariante de las líneas de una matriz X_nxp mediante los marcadores j_1,...,j_n para sus filas y h_1,...,h_p para sus columnas, elegidos de forma que ambos marcadores puedan ser superpuestos en un mismo sistema de referencia con máxima calidad de representación (Galindo, 1986).

En los gráficos BIPLOT las variables fueron representadas como flechas, las cuales nacen todas del mismo punto el que representa la media de los datos. Además, el tamaño que adquiera cada flecha se corresponde con la desviación estándar de la variable respectiva, es decir, qué tanto varían los datos en esa variable. Por otra parte, si el ángulo que forman dos variables diferentes es cercano a 0° nos indica que estas variables estarán directamente relacionadas; si ese ángulo es cercano a 180° las variables estarán inversamente relacionadas y si el ángulo es cercano a 90° o 270° indicará que las variables no tienen relación alguna, o muy poca.

Por último, los ejes coordenados representan los ejes factoriales, por lo que, si una variable adquiere una dirección cercana a la horizontal, esta variable estará muy bien representada en el eje factorial horizontal. Análogamente, si la dirección fuera vertical, dicha variable estará muy bien representada en el eje factorial vertical(Galindo, 2019). En el gráfico BIPLOT los individuos se representaron como puntos, de los cuales, si se toma su proyección respectiva a cada variable, acercará al valor que debería tomar ese individuo en dicha variable (Galindo, 2019).

En una representación HJ-BIPLOT, las variables directamente relacionadas a gran escala son sus vectores respectivos más cercanos. Por otra parte, variables completamente relacionadas, pero de manera inversa forman casi un ángulo de 180º. Además de lo ya señalado, las variables no relacionadas forman un ángulo muy cercano a los 90º.

Variables (vectores) con mayor explicación de la varianza son las de vectores más largos en el conjunto de variables representadas, así como vectores cerca de los ejes coordenadas son las mejores representadas en cada uno de las componentes principales de la representación (ejes coordenados)

Por último, la ponderación que se le asigna a cada individuo en cierta variable mediante las componentes principales graficadas en un HJ-BIPLOT se pueden obtener calculando la proyección del individuo (punto) a la variable respectiva (vector). Por lo tanto, las proyecciones que caen en el vector indican que el individuo proyectado está por sobre la media de esa variable; y las proyecciones que caen en la prolongación del vector indican que el individuo proyectado está por debajo de la media en esa variable.

El estudio parte con un análisis preliminar de las universidades ubicadas en los Rankings QS, THE y ARWU del año 2018. Para esto se consideraron solamente las primeras 200 instituciones del ranking QS coincidentes con las primeras 200 instituciones del ranking THE. Esta selección se hizo con el fin de establecer, en primera instancia, relaciones entre las instituciones mejor evaluadas de cada ranking. Por otro lado,

por la falta de numerosos datos a partir de los puestos 200, las coincidencias son de 161 instituciones.

Estas instituciones son nombradas I1, I2, ..., I199 donde el número corresponde a la posición en el Ranking QS, por lo que cualquier institución que esté en la posición 201 o superior en el Ranking THE no aparecen en esta lista. Dado que buscar coincidencias entre las 200 primeras instituciones de tres rankings distintos habría generado un gran filtro de instituciones, para el ranking ARWU se consideraron las mismas instituciones elegidas para los análisis anteriores sin considerar si estas se encontraban en las primeras doscientas del ranking mencionado. Esto provoca que algunas de las instituciones estudiadas estén ubicadas entre las posiciones 200 y 300 del ranking. Esta decisión fue tomada dado que, el interés del estudio es generar comparaciones entre el comportamiento de un mismo grupo de instituciones en los tres rankings analizados.

3. Resultados

El primer análisis se estableció con representaciones gráficas bidimensionales mediante los HJ-Biplot de las componentes principales de cada base de datos (Galindo, 1986). Al generar los HJ-Biplot, se consideró la variable OVERALL, la que, si bien "resume" el resto de las variables, al incluirla en el análisis, acentuó la ubicación de cada institución en la representación gráfica de las componentes principales. Posteriormente, se realizó un análisis de clúster con el fin de comparar los dos rankings.

Para el caso del ranking QS se logró una buena explicación de casi todas las variables en la primera y segunda componente principal (ejes coordenados), superando el 60% de la varianza total de todas las variables. La variable citaciones por facultad, puede ser analizada en el plano 2-3 (Tabla 4).

Contribución de las variables en cada componente principal	**Eje 1**	**Eje 2**	**Eje 3**
Puntaje Global	900	41	16
Reputacion académica	630	102	56
Reputación del empleador	691	38	0
Relación Docente- Estudiante	168	415	167
Citas por Facultad	125	113	711
Internacionalización	264	480	148
Est. internacionales	322	468	149

Tabla 4 – Absorción de Varianza Ranking QS

Para el ranking THE, dada la desfavorable representación de dos de las variables, se analizó la representación gráfica con las variables Puntaje Global, Enseñanza, Investigación y Citaciones al estar mejor representadas por los ejes 1-2 (Tabla 5).

Constribución de columnas	Eje 1	Eje 2	Eje 3
Puntaje Global	981	15	4
Enseñanza	878	29	8
Investigación	902	12	4
Citaciones	258	392	19
Ingreso a la industria	29	472	332
Perspectiva Internacional	8	409	533

Tabla 5 – Absorción de Varianza Ranking THE.

El análisis de las técnicas Biplot del Ranking QS 2018, tiene aproximadamente un 61% de varianza absorbida por lo que las conclusiones que se derivan son válidas. Se observa primeramente que las distribuciones de las instituciones tienen una clara regularidad, donde las instituciones ubicadas entre las posiciones 1 y 100 del ranking QS, es decir, I1, I2, ..., I100, están ubicadas por sobre la media de casi todas las variables (lado izquierdo del origen de coordenadas). El gráfico 1 además, evidencia la importancia de las variables reputación de los académicos y reputación de los empleadores en la puntuación global de la institución (vectores cercanos). La representación le entrega una mayor importancia a la reputación de los empleadores que la ponderación propia del ranking.

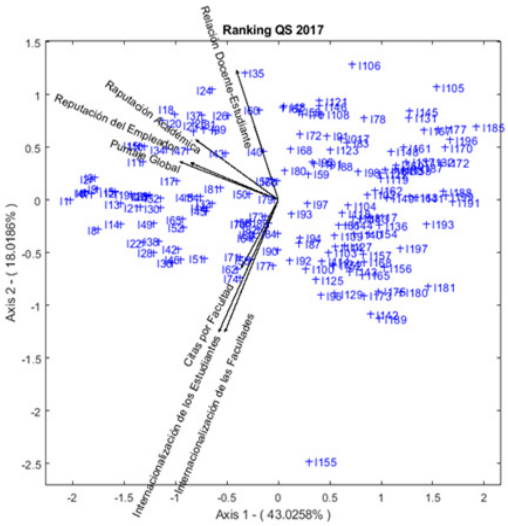


Figura 1 – Resultados HJ-Biplot Ranking QS. Plano 1-2

Dada la importancia que le ofrece la literatura al área investigativa se evaluó el análisis de los componentes del plano 2-3. No obstante que en el gráfico 2 la variable citaciones es la que absorbe mayor varianza, no termina siendo influyente en el posicionamiento de las universidades, ya que estas siguen estando agrupadas hacia otras variables.

3.1. Resultados HJ-Biplot ranking QS. Plano 2-3

En el ranking THE 2018, con aproximadamente un 72% de la varianza absorbida entre la primera y segunda componente principal, se observó la misma regularidad que en el ranking QS, donde la mayoría de las instituciones I1, I2, ..., I100 están ubicadas por sobre la media en cada variable. En este caso la variable investigación es la más influyente en la puntuación total, pero no es determinante. Nuevamente, destaca la irrelevancia de la variable citaciones en este ranking al igual que en el QS.

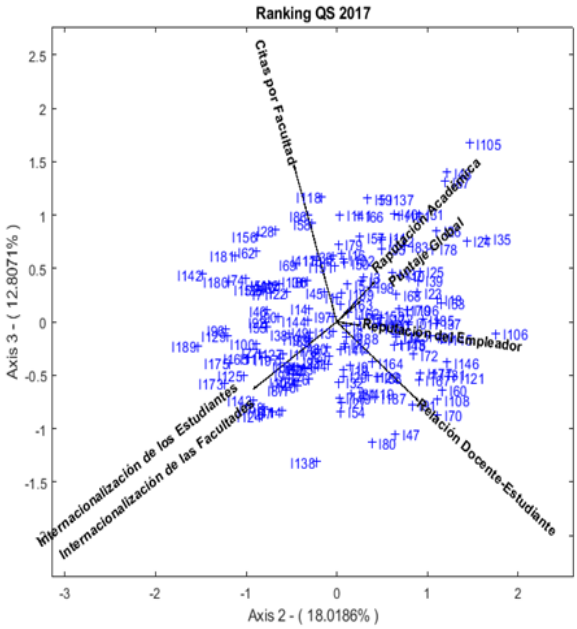


Figura 2 – Elaboración Propia, salida de programa MultBiplotwin64

En los siguientes Biplot se buscó relacionar los dos ranking mediante clúster o agrupaciones, tomándose en consideración las siguientes variables: Puntaje Global, Enseñanza, Investigación y Citaciones para generar el gráfico respectivo al ranking THE 2018, y todas las variables correspondientes al gráfico respectivo al ranking QS 2018 generando cinco agrupaciones en cada representación.

3.2. La formación de Cluster y los contrantes entre ambos rankings

Las agrupaciones de ambos ranking tienen muchas coincidencias de universidades en el mismo clúster. Asimismo, existen vectores en ambas representaciones que agrupan clústeres similares de cada ranking, lo que sugiere variables relacionadas entre los rankings.

Por otro lado, las instituciones ubicadas en las posiciones más altas de los rankings (clúster violeta) se agrupan en torno a las variables Reputación del empleador y

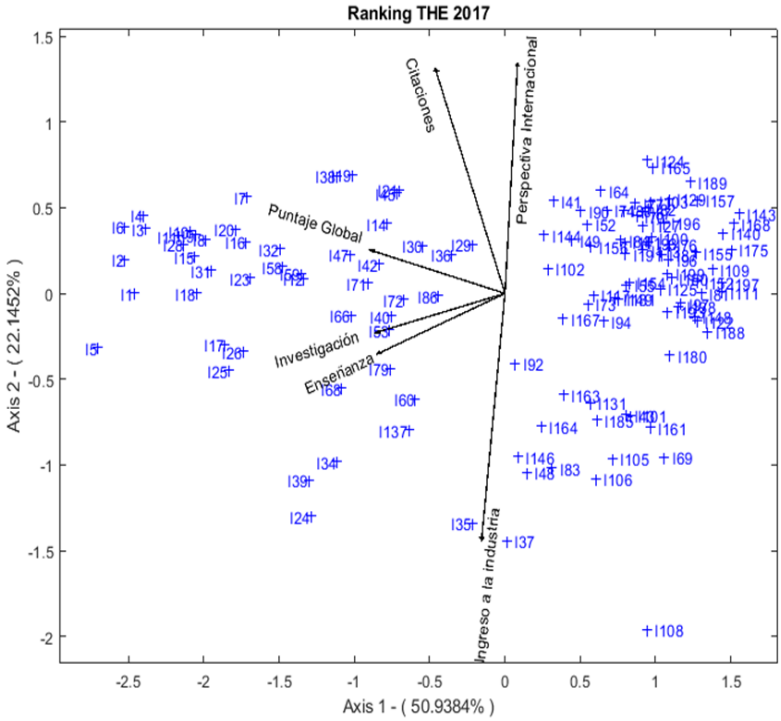


Figura 3 – Elaboración Propia, salida de programa MultBiplotwin 64

Reputación Académica en el ranking QS y en torno a Investigación y Enseñanza en el ranking THE, lo que sugiere relación entre estas variables en los rankings.

Las instituciones analizadas ubicadas en las posiciones más bajas de ambos ranking (clúster rojo), se ubican por debajo de la media en los puntajes globales, lo que es esperado, pero también, por debajo de la media de las variables enseñanza e investigación en el ranking THE y por debajo de la media de las variables reputación de la media y reputación del empleador en el ranking QS, lo que sugiere una relación entre las variables antes mencionadas entre ambos rankings, o bien verifica la incidencia de estas variables en los puntajes globales, lo cual concuerda con lo mencionado anteriormente en la descripción individual para cada BIPLOT.

En el siguiente recuadro, se representa la absorción de varianza por variable en los HJ-Biplots que se muestran a continuación.

Contribución de columnas	**Eje 1**	**Eje 2**	**Eje 3**
Score	842	0	0
Alumni	707	81	150

Contribución de columnas	Eje 1	Eje 2	Eje 3
Award	761	104	10
HiCi	673	137	106
N&S	871	12	2
PUB	389	490	40
PCP	593	177	92

Se observa que todas las variables del ranking absorbieron un 70% o más de la varianza en los ejes uno y dos, por lo que todas las variables están bien representadas en estos ejes y por tanto no será necesario estudiar el plano dos y tres.

En el HJ-BIPLOT de la figura número 5 se observa que más de un 81% de la varianza total se conservó en los ejes uno y dos, es decir, los datos de las instituciones y las variables están muy bien representados en este plano.

Se observa que a pesar de que las variables N&S, HiCi, Award y PUB presentan las mismas ponderaciones para el puntaje total de la institución, como se muestra en el cuadro 6, la variable N&S es la más influyente en el puntaje total de cada institución, ya que posee un vector cercano al vector del Puntaje total. Por otra parte, las variables Alumni, Award y PCP, que representan Antiguos alumnos con premios Nobel y medallas Fields, Profesores que han obtenido premios Nobel y medallas Fields y rendimiento académico per cápita, respectivamente, presentan gran relación directa ya que poseen vectores muy cercanos.

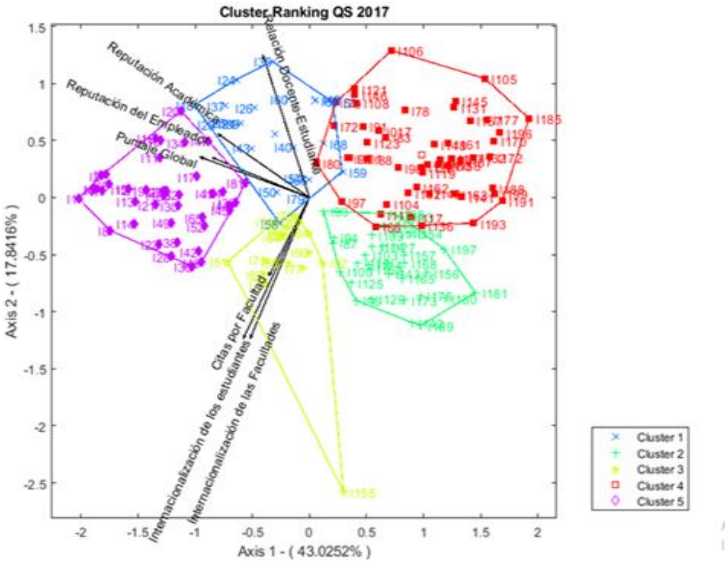


Figura 4 – Elaboración Propia salida de programa MultBiplotwin64

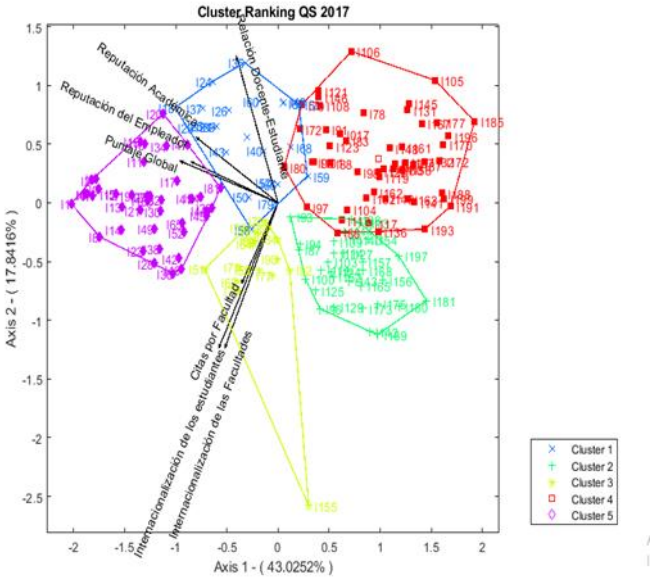


Figura 5 – Elaboración propia, salida de programa MultBiplotwin64

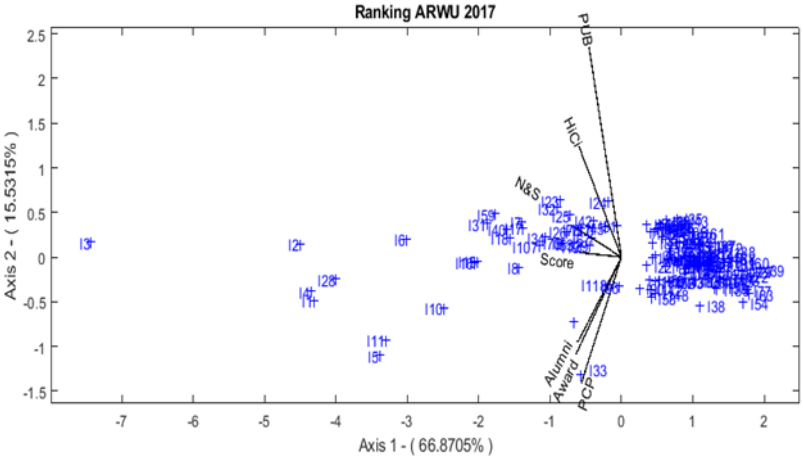


Figura 6 – Elaboración Propia, salida del programa MultBiplotwin64

Para concluir, en el gráfico 7, al igual que en los rankings QS y THE, se presentan cinco clústeres del ranking ARWU los que, si bien, presentan menos coincidencias por clúster que en la comparativa QS-THE, permiten plantear que la agrupación entre instituciones

es similar. En efecto, se observa que en el clúster violeta están agrupadas las instituciones con posiciones más altas del ranking QS (indicadas en el nombre de cada punto) y en el clúster rojo se agrupan las instituciones con posiciones más bajas.

Por otra parte, el clúster azul presenta solo instituciones sobre la posición 100 del ranking QS agrupadas en torno a las variables HiCi y N&S los cuales corresponden, respectivamente, a los indicadores Investigadores con alto índice de citaciones y Artículos publicados en Nature and Science. Lo que sugiere que existe una relación entre las variables antes mencionadas del ranking ARWU con la variable Reputación Académica del ranking QS y la variable Enseñanza (pero en menos magnitud) del ranking THE, ya que alrededor de estas variables se agrupa el clúster azul con instituciones ubicadas en posiciones similares.

4. Conclusiones

Los rankings internacionales han hecho posible la visibilidad y expansión global de la educación terciaria aportando elementos y estándares que aportan con gran dinamismo el área. Han sido los rankings internacionales los que han impuesto una lógica de calidad, eligiendo a la investigación como estándar primordial de excelencia y de competitividad en la educación universitaria. Esta clasificación de los rankings permite la expansión de las universidades y son empleadas desde diferentes miradas en el ámbito internacional.

Los rankings internacionales son, por lo tanto, parte de la gestión institucional, influyen en variadas áreas, variables y actores que compiten entre sí dentro de la lógica institucional. Éstos entregan nuevas herramientas y criterios para el gobierno de la institución. Inclusive, hacen girar las inversiones en busca de la reputación internacional del campo académico desde la lógica impuesta por medio de sus propios planes estratégicos.

A partir de los rankings pueden nacer políticas institucionales destinadas a convertir a las universidades en el selecto grupo de “clase mundial”. Dichas políticas deberán caracterizarse por garantizar la calidad con acuerdo internacional.

En definitiva, este estudio muestra la utilidad de abrir nuevas investigaciones, con una mirada de análisis multivariado, dada la gran cantidad de datos con que hoy cuentan las instituciones de Educación Superior, entregando, a partir de sus resultados, las siguientes recomendaciones:

- Los rankings otorgan patrones para alimentar nuevas ideas globalizadas en el campo de la educación terciaria, e inclusive giros en la discusión de la construcción social de las universidades en la sociedad y en la economía.
- El orden regulatorio nacional de la educación terciaria debe estar mediado por los rankings más allá de los contextos políticos y sociales.
- Las variadas críticas hacia los rankings internacionales por hacer cambiar las lógicas de la instrucción, parecen ser contradictorias, ya que el ordenamiento vertical y las competencias según lógicas del mercado son anteriores en el tiempo que el surgimiento de los rankings. Además, las áreas de investigación institucional aún no alimentan eficientemente a las instituciones para que se conviertan en la verdadera guía de la gestión.
- En el caso del estudio existen relaciones de variables entre los rankings que abren nuevos caminos investigativos donde se introduzcan más rankings y

todas las universidades consideradas por estos. La variable enseñanza posiciona el sentido de calidad de todos los rankings analizados.

- En el ranking QS, la segunda derivada de las variables se encuentra en la reputación del empleador, en el ranking THE lo hace en la investigación y en el ranking ARWU se trata de los Artículos publicados en Nature and Science. Es importante enfatizar que estas variables no se corresponden con las de mayor ponderación de la construcción propia del ranking, lo que le entrega un gran valor a este tipo de estudios.

Finalmente, con la emergencia, masificación, discusión y análisis acerca de los diversos rankings, existe una mayor probabilidad de conseguir avances institucionales en materia de calidad y reputación, al instar a las instituciones, a volcarse hacia la competencia en la Educación Superior, logrando, por tanto, el dar un giro organizacional. Con el aumento de estos rankings y su interacción con otros factores de carácter mundial en el plano de la educación universitaria, se necesitará mejor y más investigación empírica para entender a cabalidad el impacto real de éstos en el contexto de la Educación Superior. Las variables más importantes dentro del estudio están: la calidad de enseñanza y la investigación en sí. También determina la baja importancia de las citaciones, lo cual podría cambiar en los próximos años.

Referencias

Anguera, M. T. (1989). Innovaciones en la metodología de evaluación de programas . Anales de Psicología, 5, 13–42. https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4529101

ARWU. (2020, February). Academic Ranking of World Universities 2020. University of Shanghai . http://www.shanghairanking.com/ARWU2020.html

Docampo, D. (2013). Rankings universitarios: virtudes y defectos. In V. Climent, F. Michavila, & M. Ripollés (Eds.), Los rankings universitarios, mitos y realidades (1st ed., pp. 41–60). Tecnos. https://www.researchgate.net/publication/259369333_Rankings_universitarios_virtudes_y_defectos

Espeland, N., & Sauder, M. (2016). Engines of Anxiety: Academic Rankings, Reputation. Russell Sage Foundation. https://www.jstor.org/stable/10.7758/9781610448567

Flores, J. E., Villaseñor, J. I., & Moreno, C. I. (2015). Perspectivas actuales sobre los rankings mundiales de universidades. Revista de La Educacion Superior, 44(175), 41–67. https://doi.org/10.1016/j.resu.2015.09.001

Galindo, P. (1986). Una alternativa de representación simultánea: HJ-Biplot. Questíio, 10(1), 13–23. https://www.researchgate.net/publication/39430983_Una_alternativa_de_representacion_simultanea_HJ-Biplot

Galindo, P. (2019). Curso de Análisis Multivariante Aplicado y Big Data. Universidad Bernardo O´Higgins. https://www.ubo.cl/alta-autoridad-universidad-espanola-realiza-curso-big-data-funcionarios-la-ubo/

González, L. E., & Espinoza, Ó. (2008). Calidad en la educación superior: concepto y modelos. Calidad En La Educación, 0(28), 248. https://doi.org/10.31619/caledu.n28.210

Hazelkorn, E. (2015). Rankings and the Reshaping of Higher Education: The Battle for World-Class . Palgrave Macmillan.

Larana, E. (2018). Globalización, centro y fronteras simbólicas en la teoría sobre la sociedad contemporánea. Revista Internacional de Sociología, 59(28), 209. https://doi.org/10.3989/ris.2001.i28.747

Liu, N. C., Daniel, J., Eaton, J., Yelland, R., & Castañeda Valle, R. (2013). Ranking and Accountability in Higher Education (M. Marope & P. Wells (eds.)). Educacion on the move. http://publishing.unesco.org/distributors.aspx

Lloyd, M., & Ordorika, I. (2013). A decade of international university rankings: a critical perspective from Latin America. In Rankings and accountability in Higher Education: Uses and misuses (pp. 209–234). Unesco.

Lo, W. Y. W. (2014). University Rankings. In University Rankings. Springer Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-4560-35-1_1

Marmolejo, F. (2010, April 24). The madness of rankings . The Chronicles of Higher Education, 20–34. https://scholar.google.com/scholar?hl=en&as_sdt=0,5&cluster=7596893784541204276

Moed, H. F. (2017). A critical comparative analysis of five world university rankings. Scientometrics, 110(2), 967–990. https://doi.org/10.1007/s11192-016-2212-y

Montané López, A., Beltrán Llavador, J., & Teodoro, A. (2017). La medida de la calidad educativa: acerca de los rankings universitarios. RASE: Revista de La Asociación de Sociología de La Educación, 10(2), 283–300. https://doi.org/10.7203/rase.10.2.10145

Olcay, G. A., & Bulu, M. (2017). Is measuring the knowledge creation of universities possible?: A review of university rankings. Technological Forecasting and Social Change, 123, 153–160. https://doi.org/10.1016/j.techfore.2016.03.029

Ordorika, I. (2015). Rankings universitarios. Revista de La Educacion Superior, 44(173), 7–9. https://doi.org/10.1016/j.resu.2015.04.009

Pandiella-Dominique, A., Moreno-Lorente, L., García-Zorita, C., & Sanz-Casado, E. (2018). Model for estimating Academic Ranking of World Universities (Shanghai Ranking) scores. Revista Española de Documentación Científica, 41(2), 215. https://doi.org/10.3989/redc.2018.2.1462

Pérez-Esparrells, C., & López García, A. M. (2009). Los rankings de las instituciones de educación superior: una revisión del panorama internacional. Calidad En La Educación, 0(30), 343. https://doi.org/10.31619/caledu.n30.184

QS. (2020). World University Rankings 2021: Top Global Universities. QS. https://www.topuniversities.com/university-rankings/world-university-rankings/2021

Salmi, J. (2009). The Challenge of Establishing World Class Universities. In the Challenge of Establishing World Class Universities. The World Bank. https://doi.org/10.1596/978-0-8213-7865-6

Salmi, J., & Saroyan, A. (2007). League Tables as Policy Instruments. Higher Education Management and Policy, 19(2), 1–38. https://doi.org/10.1787/hemp-v19-art10-en

risti
Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação
Iberian Journal of Information Systems and Technologies

Recebido/Submission: 28/04/2021
Aceitação/Acceptance: 22/06/2021

Gestión del Conocimiento como Estrategia Impulsora en Instituciones Bomberiles con Régimen Disciplinario.

Ángel Acevedo-Duque[1], Romel Ramón González-Díaz[2], Luiz Ovallez-Toledo[3], Santos Lucio Guanilo Gómez[4]

director@ciid.com.co; Angel.acevedo@uatonoma.cl; luiz.ovalles@uas.edu.mx; lguanilog@unjbg.edu.pe

[1] Docente Investigador de la Universidad Autónoma de Chile, Santiago de Chile, 1030000, Chile.

[2] Centro Internacional de Investigación y Desarrollo -CIID 230001 Montería, Colombia.

[3] Universidad Autónoma de Sinaloa, 80301 Culiacán, Sinaloa.

[4] Universidad Nacional Jorge Basadre Grhomann, 23000 Tacna, Perú

Pages: 87-100

Resumen: Esta investigación comprende la gestión del conocimiento como estrategia impulsora en instituciones bomberiles con régimen disciplinario, representando un referencial donde los líderes se involucran en proyectos para crear nuevos conocimientos, y capturar ideas que faciliten el incremento de gente creativa e innovadora, siendo capaces de potenciar sus competencias. La metodología se aproxima a la fenomenológica interpretativa, para ello se entrevistaron a tres informantes claves. Asimismo, los discursos se codificaron, analizaron y contrastaron entre sí para generar un entramado hermenéutico. Los principales hallazgos dan cuenta que la gestión del conocimiento a través de un liderazgo transformacional puede beneficiar a las instituciones bomberiles con régimen disciplinario para la consecución de sus objetivos institucionales.

Palabras-clave: gestión, conocimiento, estrategias, instituciones bomberiles, régimen disciplinarias

Knowledge Management as a Driving Strategy in Fire Institutions with Disciplinary Regime

Abstract: This research includes knowledge management as a driving strategy in firefighting institutions with a disciplinary regime, representing a reference point where leaders are involved in projects to create new knowledge, and capture ideas that facilitate the increase of creative and innovative people, being able to enhance their skills. The methodology is close to interpretive phenomenology, for which three key informants were interviewed. Likewise, the discourses were codified, analyzed and contrasted among themselves to generate a hermeneutic framework. The main findings show that knowledge management through transformational

leadership can benefit firefighting institutions with a disciplinary regime to achieve their institutional objectives.

Keywords: management, knowledge, strategies, firefighting institutions, disciplinary regime

1. Introducción

Las organizaciones se encuentran sometidas a cambios inesperados, razón por la que desde perspectivas gerenciales del siglo XXI, requieren adoptar estrategias innovadoras, que propendan el desarrollo empresarial mediante la inserción de mecanismos de acción para insertarse a las exigencias desafiantes del entorno (Acevedo, Á. E. 2014, Villar, M. F., Araya-Castillo, L. A., Yañez-Jara, V. M., & Acevedo, A. E. 2019 y Saiz-Álvarez, JM, Vega-Muñoz, A., Acevedo-Duque, Á., Y Castillo, D. (2020), por ello las empresas tradicionales han cedido su espacio a la incorporación de actividades que faciliten la inclusión de tendencias, a fin de ofrecer respuestas a las necesidades del mundo de los negocios, y con ello convertirse en instituciones inteligentes, proactivas, dinámicas, creativas y descentralizadas, donde las competencias del talento humano sean la clave que fundamenta la excelencia en la gestión de las actividades misionales para lograr los objetivos organizacionales y con ello permanecer estable en el mercado (R. R. González-Díaz, E. Acosta-Moltó, et al., 2020; R. R. González-Díaz, L. A. Becerra-Peréz, et al., 2020).

En este particular, Prieto, Estrada, Palacios y Paz (2018) comentan, que las organizaciones se encuentran sometidas a demandas diferentes, motivo por el cual las mismas deben modificarse, adaptarse para poder responder, en otras palabras, permanecer y mejorar en el mercado, todo ello, orientado hacia un desarrollo organizacional eficaz. Desde esa perspectiva, en las organizaciones no sólo es un reto la adaptabilidad para mantenerse equilibrada en el rubro donde destina sus bienes, productos o servicios, sino está debe generar una prospectiva, que facilite la creatividad e innovación con la práctica de acciones compartidas con los colaboradores, orientando los esfuerzos y experiencias significativas hacia la búsqueda de la eficiencia, con el compromiso de coadyuvar a la gestión del conocimiento (GC), e impulsando el aprendizaje en redes de cooperación y responsabilidad social entre todos los que hacen vida en las empresas, sin exclusión de aquellas que operan bajo principios de instituciones con régimen disciplinario, como agentes de servicio a la sociedad (Acevedo, Á. E., Vergara, O., Fernández, I., & González, Y. (2018).

Para Cárdenas y Paz (2009) la gestión del conocimiento, conjugada con la creatividad y capacidad innovativa resulta un factor crítico al momento de subsistir y competir en los mercados globales, pues aprender significa generar un compromiso significativo de su gente, el cual asuma el compromiso y responsabilidad de enfrentar los retos científicos, tecnológicos y sociales demandantes del entorno globalizado. Asimismo, el trabajo de Pérez (2016) titulado Gestión del conocimiento: orígenes y evolución, aporta que la gestión del conocimiento es la disciplina encargada de diseñar e implementar sistemas con el objetivo de identificar, capturar y compartir el conocimiento de una organización de forma que pueda ser convertido en valor para la misma.

A razón de lo expuesto, la gestión del conocimiento como estrategia impulsora en Instituciones bomberiles con régimen disciplinario, surge por la inquietud de promover ideas que favorezcan el desarrollo de procesos formativos desde el trabajo cooperativo

y el diálogo de saberes, a objeto de volcar las tradicionales prácticas formativas en las cuales se concibe la formación como el acto de informar o capacitar, por un enfoque que la conciba como una acción humanizadora y transformadora, en la cual los funcionarios públicos (Bomberos) tengan la oportunidad de construirse y reconstruirse en compañía del otro, a partir de la reflexión de su propia práctica profesionales en el arte de las ciencias del conocimiento, alcanzando así un aprendizaje organizacional (Hernandez-Julio et al., 2020).

Bajo este enfoque refieren Cárdenas, Paz (2009) y Acevedo-Duque, et. al (2020), estas acciones generar nuevas ideas, competencias y la razón de ser de la gestión del conocimiento en el cual las empresas se están planteando un reposicionamiento en cuanto al "saber" del individuo adscritos a ella, fomentando un sentido de compromiso en la gestión de negocio y procesos de trabajo realizados por su gente. En virtud de ello, al comenzar la preparación tanto mental como social, parece necesario reflexionar sobre acontecimientos y procesos de cambios acelerados, los cuales han venido reestructurando la sociedad hacia un medio sostenible y globalizado convirtiendo las organizaciones en un campo de transformación constante para atender las necesidades que den respuestas a la sociedad, es allí como las instituciones con carácter y régimen disciplinarios, están llamadas ser portavoz de transformación por tratarse de instituciones al servicio de la sociedad , el cual como agentes que aportan a la calidad de vida y bienestar de la sociedad , asumir retos en nuevas tendencias que faciliten dan respuestas cónsonas a la realidad del entorno(Noroño Sánchez et al., 2020).

Visto de esta forma, el propósito central de esta investigación es aportar nuevos conocimientos enmarcados a la gestión del conocimiento en instituciones con regímenes disciplinarios, con el fin de propiciar avances en la tarea de resolver los problemas apremiantes que en esta área experimentan las y los funcionarios (Bomberos) de esta Institución. En la medida que se amplíe el conocimiento en torno a las estrategias que impulsan la gestión, se encamina al mejoramiento continuo en la calidad de los procedimientos empresariales, actividades en la organización bomberil, se supone un cambio desde el nivel de la gerencia al cual le corresponde fomentar un ambiente favorable, con el propósito de plantear respuestas ante las exigencias de la sociedad, mediante una relación eficiente y eficaz para alcanzar las metas, asimismo los objetivos propuestos en el plan de acción de la institución y el manejo eficiente de su capital humano (Sosa, M. F., Acevedo, Á. E y Verges Irma 2019).

De este modo, la investigación se justifica desde diversos puntos de vista, a saber; desde el punto de vista práctico en el ámbito bomberil el gerente constituye el eje central en el funcionamiento de la institución; desde allí se pretende colocar al mismo en condiciones óptimas para garantizar la efectividad de las estrategias de la gestión del conocimiento, dando aportes mediante el nuevo modelo necesario, a los directivos y funcionarios sobre la temática tratada necesarias para desarrollar acciones tendientes a mejorar la labor de la institución(Noroño Sánchez et al., 2020). En cuanto a la unidad metodológico, permite llevar a cabo el propósito formulado mediante la utilización de técnicas e instrumentos de investigación cualitativa, diseñados conforme al escenario específico del universo de estudio, siendo un medio necesario en la recolección de la información, que servirá de aporte a otras investigaciones, contribuyendo y dando insumo preciso, veraz y concretos de los hechos suscitados en base a la realidad objetiva de la situación problemática.

Asimismo, la implicación práctica viene dada porque el estudio ayudará a solventar la problemática real, por la cual atraviesa la institución con régimen disciplinario. De igual manera, desde el punto de vista social, pretende aportar soluciones a una problemática planteada, en el manejo de estrategias para lograr la gestión de conocimiento en empresas con régimen disciplinarios, como elemento indispensable para fundamentar las bases de una organización con miras al éxito enmarcado en las expectativas de la sociedad. Por consiguiente, beneficiará a todos los funcionarios públicos que laboren este esta institución, mejorando su calidad de vida y sus perfiles como profesionales y como tal el conocimiento explícito.

2. Revisión de la literatura científica

2.1. Gestión del conocimiento en organizaciones con régimen disciplinarios

Para Acevedo (2014), las organizaciones con régimen disciplinarios son instituciones dinámicas y muy cambiantes debido a sus múltiples factores de gestión, la cual impulsa el trabajo en equipo, la fraternidad, la abnegación en redes de cooperación y de responsabilidad social entre todos los que hacen vida en estas instituciones. El avance de los diversos sectores que engranan el sistema productivo de estas organizaciones mantiene focos de incertidumbres y retos, abandonando e intercalando dos formas nuevas de denominar la realidad social. Por lo tanto, la gestión del conocimiento para estas instituciones de carácter social y de resguardo ciudadano, los autores Benavides &Quintana (2015) manifiestan, que es la manera en que la información se procesa con el fin de que se convierta en conocimiento. En congruencia con lo expuesto por Ruiz &García (2013), mencionan que consiste en optimizar la utilización de este recurso mediante la creación de las condiciones necesarias para que los flujos de conocimiento circulen mejor.

Partiendo de esa perspectiva, autores como Malinowski (2011), Soto, M., Acevedo, A. y Labrador, L. (2015). mencionan que es el proceso de administrar continuamente conocimiento de todo tipo, para satisfacer necesidades tanto presentes como futuras e identificar recursos de conocimiento existentes y adquiridos, donde la organización pueda detectar, seleccionar, organizar y a su vez usar la información, con el objetivo de incrementar cooperativamente las técnicas basadas en el capital intelectual y de esta forma potenciar gestión organizativa. En este sentido, el conocimiento forma parte esencial de la agenda, sin lugar a duda en la organización con régimen disciplinarios, según Arbonies (2013), la gestión del conocimiento es el conjunto estrella de la gestión empresarial para el comienzo del nuevo milenio, siendo una transformación en la percepción de lo que son las empresas, la cual contempla un cambio de paradigma empresarial y por tanto, más que desarrollar más teoría sobre la gestión tradicional, se establece como fundamentos que permiten crecer las empresas del siglo XXI.

2.2. Estrategias Impulsoras en organizaciones publicas de seguridad ciudadana

En la actualidad, los recursos humanos, son un tipo de activo diferente, que pueden capturar y retener una ventaja competitiva, pues al mismo tiempo, no son fáciles de imitar y copiar por la competencia. Los recursos humanos pueden aportar la sostenibilidad de

la ventaja competitiva y un rendimiento superior, siendo un activo valioso e intangible de una organización y mas cuando aquellas destinan a servir a la sociedad (Lee et al., 2010; Zhong, L., Wayne, S. J., & Liden, R. C. (2016). En este particular, la gestión del conocimiento es el accionar de todas las esferas sociales aumentando e impulsando proyectos organizativos donde la gestión de la empresa se convierte en un fuerte componente sociológico y de morar continua. Sobre este aspecto, Martín & Berrocal (2011), señalan que el conocimiento de los aspectos tanto internos como externos proporcionan información necesaria para determinar los puntos fuertes y débiles, las oportunidades y peligros, que se puedan encontrar al gestionar el capital intelectual de la empresa. Por consiguiente, el conocimiento junto a las estrategias son todo lo que se tiene que contribuir a interpretar el entorno y, como consecuencia el actuar en el.

El carácter innovador de esta estrategia reside en el sentido en el que se organiza la toma de decisiones, una ejecución del proyecto de manera ascendente y participativa impactando en la calidad de vida de los que conforman la organización (Rivas-Torres, F., Acevedo-Duque, A., & Castillo-Blanco, V. 2020). Además, deberá estar diseñada para desarrollar las acciones en su totalidad, de forma que integre todos los componentes y los relaciona entre sí (Rivas- Torres, F., Acevedo-Duque, A. y Castillo- Blanco, V. (2020). Es importante comprender que las estrategias acciones que permite interpretar, o saber, que la gestión del conocimiento puede transcender desde la ideas y aportes generados desde la capacidad de su gente.

Evidentemente, es importante entender teóricamente el saber gestionar estratégicas en organizaciones con régimen disciplinarios, estas deben caracterizarse por proporcionar un servicio público de alta eficiencia, a fin de buscar un crecimiento vertiginoso estructural, funcional y tecnológico a fin de lograr un excelente servicio a la sociedad en general. En efecto para autores como López, J. M. T. (2020), el manejo de estrategias, es un campo teórico y técnico derivado de la convergencia entre un área científica y un movimiento administrativo, donde el área de origen corresponde a las ciencias económicas tradicionalmente conocidas como teoría del crecimiento, y por otra parte, en la administración o gestión del conocimiento, que surgió principalmente dentro de la administración de empresa como una respuesta a las necesidades de identificar, evaluar y capitalizar los factores de la creación de valores, con distintivos énfasis en los activos intangibles(Hernández-Julio et al., 2019).

3. Materiales y métodos

Este estudio se desarrolló desde una perspectiva cualitativa bajo un método hermenéutico interpretativa, se aplicaron entrevistas semiestructuradas a los informantes claves, considerando lo congruente con la realidad socio-contextual de las actividades vivenciales el Cuerpo de Bomberos del municipio San Francisco del estado Zulia Venezuela. La investigación se realizó en las instalaciones del Cuerpo de Bomberos del Municipio San Francisco, ubicado en la Av. 68 con calle 153 y 155, Zona Industrial Segunda Etapa, Parroquia Marcial Hernández del municipio San Francisco Estado Zulia (figura 1). Para el presente estudio se seleccionaron tres informantes clave de las vivencias, cuya característica similar radica en sus funciones como comandantes y gerentes de varias Instituciones de Régimen Disciplinarios.

Figura 1 – Mapa Político Territorial del Municipio San Francisco.

Las unidades de análisis estuvieron conformadas por la Institución Cuerpo de Bomberos y Bomberas de Carácter Civil, Administración de Riesgo y Desastre del municipio Bolivariano de San Francisco. Los criterios de selección de los informantes claves, siguiendo los protocolo establecidos por Martínez (2010), quien expresa que los informantes se componen de todos los elementos que van a ser estudiados y a quienes podrá ser generalizados los resultados de la investigación, una vez concluida la misma. Los criterios seleccionados por los investigadores fueron los señalados en la tabla 1.

Descriptores de los Informantes					
Años de Servicio	**Departamento**	**Informantes**	**Oficial**	**Edad**	**Sexo**
15 años	Operaciones	3	Teniente	32	M
20 años	Inspectoría de Servicios		Capitán	45	M
25 años	Comandancia General		Teniente coronel	52	M
	Total		3		

Tabla 1 – Distribución de los Informantes Claves.

Una vez recolectada la información se procedió a la interpretación, para la realización de este proceso se utilizó el procedimiento establecido por Martínez (2010), dividido en cuatro (4) etapas: Categorización, estructuración, contrastación y teorización. Para la categorización se transcribió la información proveniente de las entrevistas, dividiendo los contenidos en unidades de expresión significativa, es decir, las ideas esenciales de las categorías preliminares, clasificando, conceptualizando o codificando mediante expresiones o categorías descriptivas.

Para ello, se utilizó como enfoque el análisis de datos cualitativos (Atlas.ti8), le permite extraer, categorizar y vincular segmentos de datos a partir de una gran variedad y volumen de documentos. Basándose en sus análisis, el software ayudó a descubrir patrones (Friese, S. (2017). Para Hwang, S. (2008) Atlas.ti es un software de análisis de datos cualitativos (QDA) y su reciente versión es ahora como aplicación basada en Windows. Para estos autores Atlas.ti8 proporciona algunas herramientas muy útiles en la investigación académica, en particular para las disciplinas de las ciencias sociales.

4. Análisis y discusión de los resultados

En la figura 2,se observa los resultados. En las instituciones con régimen disciplinario, para desarrollar el proceso de gestión del conocimiento, los integrantes de la organización comparten el conocimiento, es decir, se evidenciara el conocimiento explicito, que en palabras de Nonaka Takeuchi (1999), es compartir el conocimiento que se puede expresar fácilmente a través del lenguaje formal con palabras y números, incluso enunciados gramaticales y expresiones matemáticas. Puede ser trasmitido fácilmente de un individuo a otro. Puede ser estructurado, almacenado y distribuido (R. González-Díaz et al., 2020). El objetivo racional, secuencial y digital, que ocurre a través de la socialización del conocimiento, el proceso de creación del conocimiento para Nonaka y Takeuchi (1995), es a través de un modelo de espiral (Ver Figura 2), en el cual existe una interacción entre el conocimiento tácito y el explicito, teniendo una naturaleza dinámica continúa; este modelo está conformado por:

a. La Socialización (Tácito a Tácito), es el proceso de adquirir el conocimiento tácito que es muy personal del individuo, a través de compartir experiencias directamente con otra, asimilando las destrezas de éste mediante la observación, la imitación y la práctica, estas habilidades se vuelven parte de su base de conocimiento tácito; puesto que este conocimiento es fácil de normalización, las empresas lo adquieren de sus empleados, de sus clientes y de sus proveedores, trabajando en forma conjunta con ellos.
b. La exteriorización (tácito a explicito), es el proceso de convertir conocimiento tácito en explicito, esto se hace compartiendo experiencias en equipos de trabajo, en el desarrollo de un proyecto utilizado para esto metáforas o analogías en forma secuencial y convirtiéndolos en modelos de ejecución, integrándolo en cultura de la organización.
c. La combinación (explicito a explicito), es el proceso de crear conocimiento explicito proveniente de la compartición de este en toda la organización, donde otros empleados empiezan a asimilarlo, extenderlo, innovar y reformular sus propios conocimientos tácito, como parte del conjunto de herramientas y recurso necesarios para hacer su trabajo.

lo cual parte del compromiso por parte de una directiva participativa, como administradores de los procesos administrativos y operacionales dirección participativa, a pesar de ser una institución con régimen disciplinario, donde hay rangos y las jerarquías mayores ejercen el rol de dirección, están comprometidos en desarrollo del talento humano, en la mejora continua de los procesos de trabajo, del cumplimiento de la misión y los objetivos organizacionales

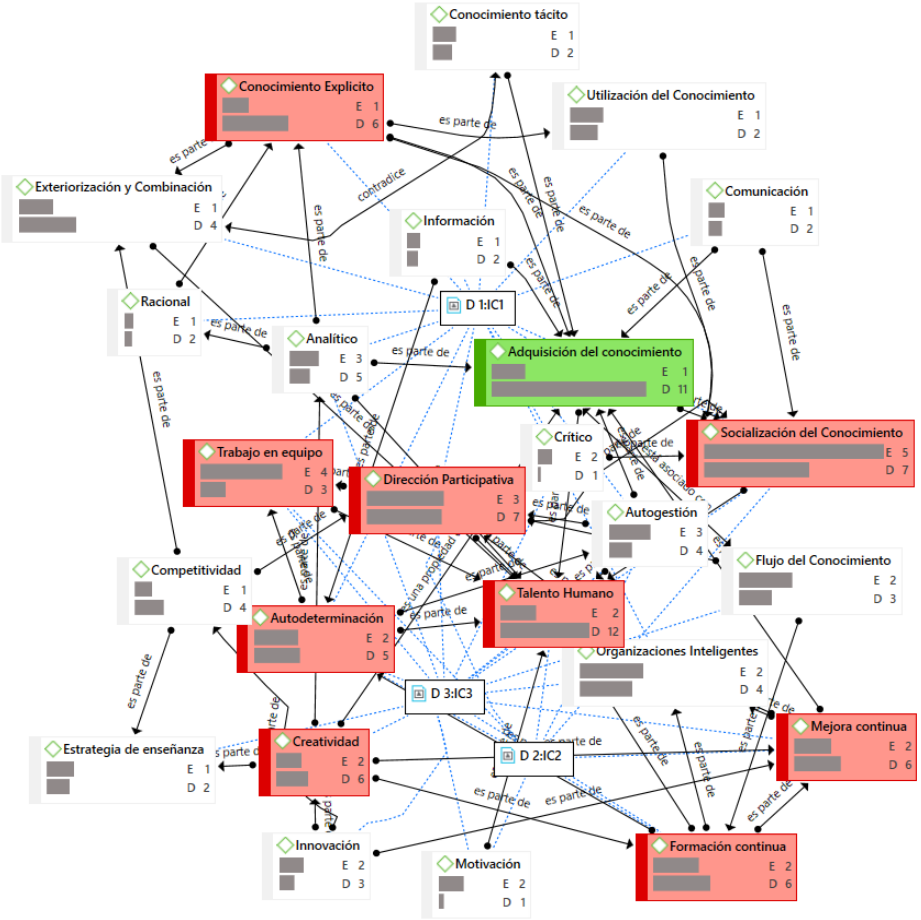


Figura 2 – Triangulación de Informantes Claves en cuanto a la Gestión del Conocimiento en Instituciones Bomberiles.

CATEGORÍAS	IC1 Gr=5	IC2 Gr=4	IC3 Gr=5	Totales
Principios de Aprendizaje Organizacional Gr=8; GS=9	2	4	2	8
Procesos de Gestión de Conocimiento Gr=6; GS=4	2	3	1	6
• Socialización del Conocimiento Gr=5	2	2	1	5
• Trabajo en equipo Gr=4	1	2	1	4

CATEGORÍAS	IC1 Gr=5	IC2 Gr=4	IC3 Gr=5	Totales
Capital Intelectual Gr=4; GS=5	0	0	4	4
Detección de Necesidades de Formación Gr=4; GS=4	1	1	2	4

Tabla 1 – Tabla de concurrencia de categorías con Informantes claves más relevantes.

Rojas (2014) establece que, en la investigación cualitativa, el análisis es un proceso simultáneo a la recogida de la información. En este particular, el proceso de recolección de la data se comenzó través de la observación participante de los investigadores centrándose en las realidades vivenciales del escenario con régimen disciplinario, a fin de reflexionar e interpretar las situaciones generadas a través de las actitudes y comportamientos de los informantes claves. Establece, Rojas (2014) que, en el campo investigativo, la observación es un proceso deliberado, sistemático, dirigido a obtener información en forma directa del contexto donde tiene lugar las acciones. Complementando con las entrevistas en profundidad aplicadas en conversaciones planeadas a los directivos, gerentes y expertos de la muestra inicial, en el cual, se realizó una guía de entrevista con el fin de darle respuesta a los propósitos del acontecimiento, así como también a la interrogante. Infiere Rojas (2014) la entrevista, es un encuentro en el cual el entrevistador interno obtiene información, opiniones o creencias de una o varias personas, en tal sentido a tratarse de una entrevista a profundidad, obtiene información sobre aspectos distinto de los sujetos.

En relación con la interrogante ¿Considera que en esta institución es determinante adquirir conocimiento vinculado con la práctica?, desencadenó un conjunto de categorías en relación con la gestión del conocimiento, la cual posee el informante respecto a la institución con régimen disciplinario. En función de las categorías que fueron surgiendo durante el desarrollo y análisis de la entrevista, se les dio relevancia a aquellas, de acuerdo con el criterio del investigador, resaltan como indicadas para generar el logro del propósito principal de comprender la gestión del conocimiento como estrategia impulsadora en instituciones con régimen disciplinario desde la experiencia de los actores involucrados. De acuerdo a la información aportada por el informante a partir de las preguntas emitidas en la entrevista se destacan una serie de categorías comenzando con adquirir el conocimiento mostrado en las líneas e identificación del conocimiento donde se manifiesta la formación de un profesional orientado al modelo de transformación y cambio que requiere el país, con competencias para la utilización del conocimiento que le permita la socialización del conocimiento pudiendo así alcanzar los procedimientos del conocimiento(González-Díaz, Acevedo-Duque, et al., 2021; González-Díaz, Gómez, et al., 2021).

En tal sentido, las formaciones en este tipo de institución empresarial se lleva a cabo un procedimiento explicito, el cual es un método de formación progresivo se muestra entre ellos la gestión del conocimiento y capital intelectual, por referir algunas asociadas con el aporte de ideas de la gente en sus espacio de trabajo, convirtiéndose su aplicabilidad en un campo de interés importante en los escenarios de estas instituciones

a escala mundial, constituyendo, en este sentido un enfoque de investigación novedoso y complejo, cuya gestación se inició hablar acerca de los temas. Al indagar sobre el conocimiento y aprendizaje que esta institución podría brindarles se observa una ausencia del conocimiento motivada por el manejo de las diferentes aéreas y gerencia operativa solo trabaja en áreas de cálculos de nómina y demás procesos administrativos, infiriendo que olvida la verdadera competencia de una gerencia de este tipo. a generar en el ámbito nacional como filosofía de las organizaciones con régimen disciplinario que busca un profesional solidario, identificado, sensibilizado e integrado a la vivencia de los Principios de estructura organizacional para la formación de comunidades y así fortaleciendo su carácter formativo social y alcanzar alternativas de solución con sus colaboradores.

De acuerdo con la información aportada por el informante 2 La humanidad formada como sociedad de líderes que emplean habilidades para consensuar entre los miembros de grupos y dirigir acciones por el bien común de la institución bajo un estímulo de conocimiento, organismos, instituciones entre otros conglomerados de personas, alcanzan así los las practicas planteadas y por ende el éxito esperado. Por tal fin, el ensayo de protocolos cada día es más importante en las organizaciones modernas poseer en su plantilla una gestión de gente, talento tangible, líderes que cumplan con el perfil de competencias que representarán las bases para hacer frente a los retos actuales momentos y así evitar los errores en la gestión del conocimiento. Ante tantos cambios que la sociedad ha enfrentado desde su despertar y que en la actualidad son más rápidos, como es formaciones continuas, así como los vientos de inclusión social donde un punto de interés en las organizaciones es la detección de necesidades de formación y la cooperación empresarial en su capital humano, se hace necesario enfatizar en aspectos fundamentales e indispensables para el desarrollo individual y social de los miembros de esta institución, donde el gerente debe mostrar ante su gente competencias necesarias para construir el bien común en pro del bienestar no solo económico sino también de su gente.

En este sentido, los adiestramientos han conllevado a éstas; a ver al gerente no sólo como una persona con capacidades innatas para efectuar su trabajo, sino, que este a su vez debe forjar mecanismos de conocimiento adquiridos para adaptarse a los cambios inesperados del entorno. He allí donde la gestión del conocimiento representa un rol permanente para guiar de manera transparente las acciones del hombre en sus puestos de trabajo, es decir; un ente con habilidades trasmisibles desde su actuación. Por consiguiente, en la tercera entrevista, los campos empresariales se plantean una única actividad humana, a pesar de la existencia de muchas teorías del concomimiento se presenta como reflexión para ser aplicadas universalmente, pero con una única acción profundamente enraizada en la naturaleza del hombre. Sin embargo, mientras que las teorías del conocimiento universales pueden ser parte de un sistema filosófico o de una cultura o religión, la cooperación universal pertenece al dominio de los actos humanos y su relación con el bien y colaboración.

A tal fin, en la actualidad intelectual, en el contexto organizacional y de sus actividades, hay que acentuarlos en la importancia del respeto por la dignificación humana a pesar de las diferencias y el compromiso frente a esta situación, particularmente las de régimen disciplinario. Si en el pasado sólo se exigía respeto, hoy se espera también de las instituciones un positivo esfuerzo para su defensa y promoción y esto solo será posible a

través de un liderazgo ético que mueva las dinámicas internas de los grupos hacia el bien común sin distingo de etnia, religión, ideología, diversidad funcional ni sexo diversidad.

5. Conclusión

Sobre la base de las observaciones participativas esbozadas durante la investigación, las entrevistas realizadas a los informantes clave y experto, al tratamiento de la data y su contrastación con los referentes teóricos e incluso asumiendo la reflexión con un acto de cuestionamiento permanente, se considera: La gestión del conocimiento es un conjunto de procesos y sistemas dentro de las instituciones con régimen disciplinarios los cuales permiten que el capital intelectual de una organización se incremente significativamente, mediante la gestión de sus capacidades para solucionar problemas cuyo objeto es crear ventajas competitivas. Por ello, este elemento en las instituciones bomberiles un punto de referencia al momento de alcanzar la excelencia deseada en los procesos de trabajo y con ello la calidad de servicio a la sociedad.

Dentro de ese contexto, se debe destacar que a la enseñanza moderna se le podría atribuir no solo la idea de trasmitir conocimiento, sino también formar persona creadora, innovadoras que pueda potenciar sus capacidades, habilidades mediante el aporte de ideas, partiendo de la orientación mediante la utilización de diversos medios y estrategias de enseñanza aprendizaje, siendo el empleo la gestión del conocimiento un patrón referencial para coadyuvar la excelencia en el capital intelectual.

Cabe destacar que, dentro de los hallazgos presente se encuentra la ausencia del vínculo entre el acto de crear, compartir y aplicar conocimiento, desfavoreciendo la apertura del personal, niveles de confianza, así como la armonía social, impidiendo la adquisición del conocimiento, basada como actividad fundamental del equipo disciplinario el cual supone un nivel de desarrollo, tanto en las funciones como en las relaciones grupales. Por lo que, la gestión del conocimiento radica en la operatividad constante de la fuerza del trabajo con desafíos de conocimiento mayores, además de la necesidad de adaptación, cambio y adiestramiento de la institución, donde el conocimiento es el resultado del análisis de la información que aporta la realidad, es decir la manera en la que la información se procesa con el fin de convertirse en conocimiento. En virtud de ello, es necesario crear una nueva cultura de gestión de conocimiento, donde los gerentes líderes estén dispuestos a asumir sus responsabilidades, y de esta manera considerar entonces que una parte significativa de los directivos fungen como líderes dentro de la estructura, los cuales tienden a alcanzar las metas propuestas con respecto a la disposición y de esta forma asumir, la capacidad de ser perceptivo, capacidad de ser objetivo, capacidad para establecer las prioridades, adecuadas y capacidad para comunicar, sin embargo, no todos engloban ésta tendencia de asumir dicho compromiso, lo que puede explicar que las metas planteadas en la institución objeto de estudio no se logre en su totalidad, marcando entonces diferencias en los logros alcanzados.

Referencias

Acevedo, Á. E. (2014). Gestión del conocimiento y desarrollo organizacional en instituciones de régimen disciplinario. Sapienza Organizacional, 1(2), 125-146. https://www.redalyc.org/pdf/5530/553056602002.pdf

Acevedo, Á. E., Vergara, O., Fernández, I., & González, Y. (2018). La triple concordancia didáctica como proceso de gestión para el desarrollo estratégico de la responsabilidad social universitaria desde el enfoque por resultados de aprendizajes. Sapienza Organizacional, 5(10), 7-25. https://www.redalyc.org/jatsRepo/5530/553057245002/html/index.html

Acevedo-Duque, Ángel, & Argüello, Alejandro J, & Pineda, Bessy G, & urcios, Paola W (2020). Competencias del docente en educación online en tiempo de COVID-19: Universidades Publicas de Honduras. Revista de Ciencias Sociales (Ve), 26 (),. [Fecha de Consulta 28 de Diciembre de 2020]. ISSN: 1315-9518. Disponible en: https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=280/28064146014

Arbonies, A. (2013). Conocimiento para innovar: Cómo evitar la miopía en la gestión del conocimiento. Madrid. España. Ediciones Díaz de santo. Segunda edición

Benavides, C. y Quintana, C. (2015). Gestión del conocimiento y calidad total. Madrid. España. Ediciones Díaz de Santo. Primera edición. http://www.editdiazdesantos.com/libros/benavides-velasco-carlos-a-gestion-del-conocimiento-y-calidad-total-L03005520701.html

Cárdenas, E y Paz, A (2009) Propiciar el aprendizaje a partir de la construcción y transformación de modelos empresariales focalizados en la gestión del conocimiento. Venezuela. Revista Científica Teorías, Enfoques y Aplicaciones en las Ciencias Sociales. Año 2, Nº. 3, 2009, págs.85-92. . ISSN-e 1856-9773. https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3991112

Friese, S. (2017). ATLAS. ti 8 Windows Quick Tour. Berlin: Atlas. ti scientific software development.

González-Díaz, R. R., Acevedo-Duque, Á. E., Guanilo-Gómez, S. L., & Cachicatari-Vargas, E. (2021). Business counterintelligence as a protection strategy for SMEs. Entrepreneurship and Sustainability Issues, 8(3), 340-352.

González-Díaz, R. R., Acosta-Moltó, E., Flores-Ledesma, K., Vargas, E. C., & Menacho-Rivera, A. (2020). Marketing experience in non-profit organizations: A look at experience pro-viders. RISTI - Revista Iberica de Sistemas e Tecnologias de Informacao, 2020(E36), 186-202. Retrieved from https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85094596938&partnerID=40&md5=3a308e500ca94735309186277774c4e4

González-Díaz, R. R., Becerra-Peréz, L. A., & Acevedo-Duque, A. E. (2020). Narco-marketing as a strategy for local tourism development. RISTI - Revista Iberica de Sistemas e Tecnologias de Informacao, 2020(E36), 71-85. Retrieved from https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85094645431&partnerID=40&md5=05aa102c97cbe24ef7e6480d83cbb588

González-Díaz, R. R., Gómez, S. L. G., Vegas-Ochoa, J. C., & Vargas, E. C. (2021). Teaching Accompaniment in Colombia's Official Educational Institutions. Education, 1, 2.

González-Díaz, R., Vásquez Llamo, C. E., Hurtado Tiza, D. R., & Menacho Rivera, A. S. (2020). Plataformas interactivas y estrategias de gestión del conocimiento durante el Covid-19. Revista Venezolana de Gerencia, 25(4), 68-81. Retrieved from https://produccioncientificaluz.org/index.php/rvg/article/view/35177

Hernández-Julio, Y. F., Hernández, H. M., Guzmán, J. D. C., Nieto-Bernal, W., Díaz, R. R. G., & Ferraz, P. P. (2019) Fuzzy Knowledge Discovery and Decision-Making Through Clustering and Dynamic Tables: Application in Medicine. In: Vol. 918. International Conference on Information Technology and Systems, ICITS 2019 (pp. 122-130): Springer Verlag.

Hernandez-Julio, Y. F., Merino-Fuentes, I., Gonzalez-Diaz, R. R., Guerrero-Avendano, A., Toledo, L. V. O., & Bernal, W. N. (2020). Fuzzy knowledge discovery and decision-making through clustering and Dynamic tables : Application in Colombian business Finance. Paper presented at the 15th Iberian Conference on Information Systems and Technologies, CISTI 2020.

Hwang, S. (2008). Utilizing qualitative data analysis software: A review of Atlas. ti. Social Science Computer Review, 26(4), 519-527. https://doi.org/10.1177/0894439307312485

Lee, F. H.; Lee, T. Z.; Wu, W. Y. (2010). The relationship between human resource management practices, business strategy and firm performance: evidence from steel industry in Taiwan. International Journal of Human Resource Management, Vol. 21, nº. 9, pp. 1351-1372.

López, J. M. T. (2020). La teoría de la educación es disciplina y es herramienta necesaria para dominar la intervención pedagógica. International Multidisciplinary Journal CREA, 1(1), 3-50.

Malinowski, E. (2011). Integración del emprendimiento en la gestión del conocimiento. España. Editorial Lulu. ISBN. 1257756699, 9781257756698. https://books.google.com.co/books/about/Integracion_Del_Emprendimiento_en_la_Ges.html?id=sQkyAwAAQBAJ&redir_esc=y

Martín, S. y Berrocal, F. (2011). Dirección y gestión de recursos humanos por competencias. Madrid. Editorial Universitaria Ramón Areces

Martínez, M. (2010). Ciencia y Arte en la Metodología Cualitativa. México: Editorial Trillas. Primera reimpresión.

Nonaka, I., & Takeuchi, H. (1995). The knowledge-creating company: How Japanese companies create the dynamics of innovation. Oxford university press.

Nonaka, I., & Takeuchi, H. (1999). La organización creadora de conocimiento: cómo las compañías japonesas crean la dinámica de la innovación (pp. 61-103). México DF: Oxford University Press.

Noroño Sánchez, J. G., Nuñez Villavicencio, M., & González Díaz, R. R. (2020).

Noroño Sánchez, J. G., Nuñez Villavicencio, M., & González Díaz, R. R. (2020). Union ethics as a mechanism driving competitiveness in small and medium-sized enterprises. Utopia y Praxis Latinoamericana, 25(Extra3), 154-173. doi:10.5281/zenodo.3907063

Pérez-Montoro, Mario (2016). "Gestión del conocimiento: orígenes y evolución". El profesional de la información, v. 25, n. 4, pp. 526-534. http://dx.doi.org/10.3145/epi.2016.jul.02. https://recyt.fecyt.es/index.php/EPI/article/viewFile/epi.2016.jul.02/31586

Prieto, R.; Estrada, H, Palacios, A y Paz, A (2018) Factores del cambio organizacional. Claves de éxito en la gestión de empresas del sector petrolero. Venezuela. Revista de Ciencias Sociales (RCS). Enero- marzo, 2018 Vol. XXIV, No. 1, pp. 85-100. https://www.researchgate.net/publication/327605931_Factores_del_cambio_organizacional_Claves_de_exito_en_la_gestion_de_empresas_del_sector_petrolero

Rivas- Torres, F., Acevedo-Duque, A. y Castillo- Blanco, V. (2020). La calidad de vida compleja: referente organizacional para la política de seguridad social venezolana. Revista Visión Gerencial, 19(2), 272–286. Recuperado de: http://erevistas.saber.ula.ve/ visiongerencial.

Rojas, B (2014) Investigación Cualitativa, Fundamentos y praxis. Venezuela. Editorial de la Universidad de Carabobo. Tercera edición

Ruiz, M. y García, J. (2013). Gestión del conocimiento e innovación. Europa. Instituto de administración pública. Editores Netbiblo

Saiz-Álvarez, JM, Vega-Muñoz, A., Acevedo-Duque, Á., Y Castillo, D. (2020). Cuerpo B: un enfoque socioeconómico para la poscrisis de COVID-19. Frontiers in Psychology, 11, 1867. DOI 10.3389 / fpsyg.2020.01867

Soto, M., Acevedo, A. y Labrador, L. (2015). La Neuroinnovación del Ser característica potenciadora del emprendimiento social. Cultura Educación y Sociedad 6(2), 51-62.

Villar, M. F., ARAYA-CASTILLO, L. A., YAÑEZ-JARA, V. M., & ACEVEDO, A. E. (2019). Impacto de estilos de liderar sobre la capacidad de aprendizaje organizativo. Revista ESPACIOS, 40(37). https://www.revistaespacios.com/a19v40n37/19403718.html

Zhong, L., Wayne, S. J., & Liden, R. C. (2016). Job engagement, perceived organizational support, high-performance human resource practices, and cultural value orientations: A cross-level investigation. Journal of Organizational Behavior, 37(6), 823-844.

risti
Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação
Iberian Journal of Information Systems and Technologies

Recebido/Submission: 17/04/2021
Aceitação/Acceptance: 13/06/2021

Modelos de Gestión de la Investigación y Extensión en las Instituciones de Educación Superior y su impacto en el Desarrollo regional: Una revisión sistemática de la literatura

Nora Eliana Pino Ramos[1], Lillyana María Giraldo Marín[2],
Erika María Londoño Montoya[3], Mauricio Antonio Bedoya Villa[4], Luis Joyanes Aguilar[5]

nepino@gmail.com; lmgiraldo@udem.edu.co; elondono77@hotmail.com; mbedoya@udem.edu.co; joyanes@gmail.com

[1] Estudiante Maestría en Ciencias Administrativas, Universidad de Medellín, Antioquia, Colombia.

[2]Profesor titular, Facultad de Ingenierías, Universidad de Medellín, Antioquia, Colombia

[3] Estudiante Doctorado en Administración, Universidad de Medellín, Antioquia, Colombia

[4] Profesor asociado, Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas, Universidad de Medellín, Antioquia, Colombia

[5] Profesor catedrático, Universidad Pontificia de Salamanca, Salamanca, España

Pages: 101-115

Resumen: Para alcanzar el desarrollo regional debe existir una articulación entre la universidad, la empresa, el estado y la sociedad, que permita generar proyectos encaminados a potenciar el desarrollo sostenible de las poblaciones. Por lo tanto, el objetivo del presente artículo de revisión es divulgar los resultados de las investigaciones relacionadas con los modelos de gestión de la investigación y extensión de las Instituciones de Educación Superior (IES), que generan un impacto en el desarrollo regional. Se realizó una exploración en tres bases de datos, donde se aplicaron criterios de inclusión y exclusión, para luego seleccionar los artículos con mayor cantidad de citaciones. Entre los principales hallazgos, se identificó la existencia de estrategias nacientes sobre modelos de gestión relacionados con el pensamiento sistémico, pero poco implementadas en las IES a nivel internacional. En conclusión, es importante ampliar el conocimiento sobre dichas estratégicas y realizar pruebas piloto en universidades con diferentes características.

Palabras-clave: modelos de gestión, investigación y extensión, desarrollo regional, universidad.

Research and Extension Management Models in Higher Education Institutions and their impact on regional Development: A systematic review of the literature

Abstract: To achieve regional development, there must be an articulation between the university, the company, the state and society, which allows the generation

of projects aimed at promoting the sustainable development of the populations. Therefore, the objective of this review article is to disseminate the results of research related to the management models of research and extension of Higher Education Institutions (HEIs), which generate an impact on regional development. An exploration was carried out in three databases, where inclusion and exclusion criteria were applied, to then select the articles with the highest number of citations. Among the main findings, the existence of nascent strategies on management models related to systemic thinking, but little implemented in HEIs internationally, was identified. In conclusion, it is important to expand the knowledge about these strategies and carry out pilot tests in universities with different characteristics

Keywords: management models, research and extension, regional development, university.

1. Introducción

Relacionado con los cambios en los procesos científicos, económicos, políticos y sociales de las últimas décadas, las Instituciones de Educación Superior (IES) se han enfrentado a nuevos retos, donde la universidad como centro de generación de conocimiento, se convierte en un espacio de soporte académico para responder a las problemáticas actuales de las regiones (Zabala Mendoza & Quintero Ramírez, 2017; Zablotskyi et al., 2019). Desde las instituciones académicas se espera que, con los progresos en educación e innovación llevados a cabo por docentes, estudiantes y otros actores de la comunidad educativa, se pueda contribuir al desarrollo social y bienestar económico de las poblaciones (Adham, Kasimin, Mat Isa, Othman, & Ahmad, 2015; Romillo & Polaino, 2019; Starostina, Kazachek, & Tokareva, 2016). A su vez, los gobiernos y los sectores económicos hacen un llamado a las universidades a mejorar los lazos de colaboración preexistente entre la universidad y la industria (U-I), para encontrar soluciones a las problemáticas socioeconómicas que, por su complejidad, deben ser revisadas desde diferentes posturas paradigmáticas y requiere de la revisión práctica de los sectores económicos y gubernamentales, pero sobre todo la mirada crítica y reflexiva desde las comunidades académicas (Bjursell & Engström, 2019).

Para alcanzar el desarrollo regional debe existir una articulación entre la universidad, la empresa y el estado a través de un modelo de gestión de la investigación y extensión de las IES, con el fin de articular acciones estratégicas y proyectos encaminados en potenciar los objetivos de desarrollo sostenible establecidos en la agenda 2015-2030 por la Asamblea de Naciones Unidas (UNESCO); la investigación como factor relevante para ser el motor del desarrollo económico que hoy le permitan a los países en vías de desarrollo replantear sus modelos organizativos y aportar a la reconstrucción de la economía, tejido social y sostenibilidad, garantizando la calidad y bienestar humano.

Del diagnóstico de la implementación de los procesos de gestión de investigación y extensión, se puede declarar que no ha sido un asunto sencillo para las universidades a nivel internacional, debido a la existencia de la arraigada postura de la comunidad académica por fijar su atención en el cumplimiento de los aspectos operativos como la educación, investigación y comercialización desde la mirada tradicional, que no permite generar una visión de sistemas en los procesos universitarios (Adham et al., 2015; Restrepo Ortiz & Zabala Mendoza, 2016; Romillo & Polaino, 2019; Rytkönen, Nenonen, Österlund, & Kojo, 2015)research, and innovation that supports both the social

development and economic well-being of the society. Therefore, good management of a research university is of strategic importance. However, to date, extant literature has centred on the functional aspects of research universities (namely education, research, and commercialisation. Las IES han participado de manera activa en el desarrollo y construcción del concepto de desarrollo sostenible en las regiones, pero continúa realizándolo desde su papel tradicional como infraestructura educativa e instituciones de investigación, dejando atrás los nuevos roles emergentes, que requieren ser impulsores de la innovación, emprendimiento y procesos de investigación aterrizados a las necesidades de los sectores económicos(Radinger-Peer & Pflitsch, 2017).

Por lo tanto, algunos autores (Adham et al., 2015; Franco & Haase, 2015; Gür, Oylumlu, & Kunday, 2017; Parakhina, Godina, Boris, & Ushvitsky, 2017; Pucciarelli & Kaplan, 2016; Radinger-Peer & Pflitsch, 2017)research, and innovation that supports both the social development and economic well-being of the society. Therefore, good management of a research university is of strategic importance. However, to date, extant literature has centred on the functional aspects of research universities (namely education, research, and commercialisation aseguran que la colaboración entre universidad e industria, no se desarrolla como una demanda real del entorno empresarial a causa de la falta de un modelo de gestión, cambiando la visión lineal que se tiene desde la década de 1980 sobre la estructura y operación de la universidad y se analice de manera ampliada cada uno de los procesos y subprocesos desarrollados en los centros educativos y la forma en la que interactúan, examinando la relación existente entre los factores intra-organizacionales como: la misión y visión de la universidad, la asignación de roles y funciones, gobernanza, procesos operacionales, estrategias de control, técnicas de evaluación y mejoramiento de las IES, seguido de la adecuación de las condiciones extra-organizacionales, para establecer en las universidades procesos con enfoque actual y aterrizado los efectos en el entorno (Adham et al., 2015).

De acuerdo a lo anterior, el presente trabajo presenta una revisión sistemática de la literatura sobre los modelos de investigación y extensión de las IES para aportar al desarrollo regional, que permita dar respuesta a las siguientes preguntas generadoras: ¿Cuáles son las estrategias para el modelo de gestión de la investigación y extensión para el impacto al desarrollo regional que presentan en los artículos?¿Qué barreras o retos plantean los artículos frente a los modelos de gestión de la investigación y extensión de las Instituciones de Educación Superior? ¿Cuáles son los ejes temáticos que comprenden modelos de gestión de investigación de las instituciones de educación superior para impactar el desarrollo en la región? ¿Cuáles son los indicadores de medición de calidad de los modelos de gestión de investigación de las instituciones de educación superior para impactar el desarrollo regional?

Este documento se encuentra estructurado de la siguiente manera: en primer lugar, se hace una breve introducción al tema destacando la importancia del estudio de los modelos de gestión para la investigación y extensión que permitan impactar el desarrollo regional, basados en los estudios realizados por los principales autores en el campo teórico, de la misma manera se plantea las preguntas de investigación, en segunda instancia se formula la metodología, se detalla la forma de sintetizar los datos recolectados, y finalmente se presentan los resultados, discusión y conclusiones, que proveen una conjunto de ideas sobre los aspectos más importantes del estudio y se sugieren algunas futuras líneas de investigación y se describen las limitaciones de la revisión.

2. Metodología

Para el desarrollo de la búsqueda de la literatura relacionada con la temática en estudio, se realizó una revisión en las bases de datos *Scopus*, *ProQuest* y *ScienceDirect* durante los meses octubre y noviembre del año 2020 como se describe a continuación:

a. Para la base de datos *Scopus* se definió la siguiente ecuación de búsqueda: ((“educational management” OR “University management” OR “Management models” OR “Management of university research”) AND (research OR “Scientific research” OR “Research programmes”) AND (university OR “Highereducation”) AND (development))
b. Para las bases de datos *ProQuest y ScienceDirec :* (“Management models”) AND (research) AND (extension) AND (“Regional development”) AND (university OR “Higher education”)

De la anterior combinación de términos explorados en el título del artículo, resumen y palabras claves, se encontraron un total de 757 documentos relacionados con la temática de investigación. Luego de realizar la verificación por relevancia de los documentos en áreas temáticas. Se aplicaron los siguientes criterios de inclusión y excusión: a.) se ingresaron los artículos de investigación y artículos de conferencia; b) se excluyeron los documentos de tipo artículos de revisión (review), libros y capítulos de libros; c.) se incluyeron los artículos en idioma inglés, español y portugués; d.) se limitaron los documentos a las publicaciones realizadas entre el año 2015 hasta 2020 garantizando el cumplimiento en términos de actualidad.

De los anteriores filtros aplicados se obtuvo un total de 222 artículos, de los cuales se procedió a identificar los documentos repetidos en las bases de datos, utilizando la técnica de identificar los ORCID (Identificador personal persistente de los investigadores) iguales en este listado de artículos y se eliminaron cinco, quedando un total 217 de artículos para revisar, como se muestra en la Figura 1.

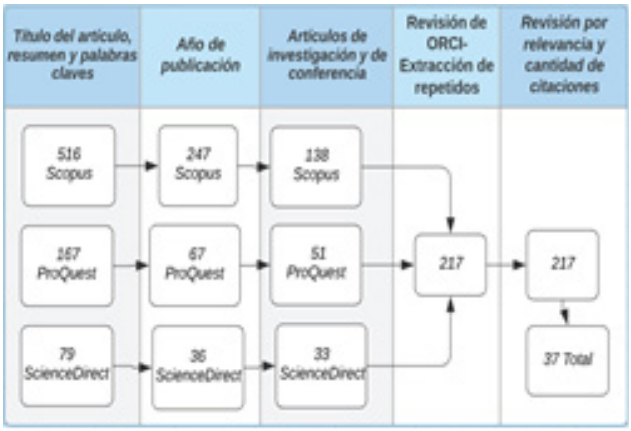


Figura 1 – Proceso de selección de artículos.
Fuente: Elaboración propia.

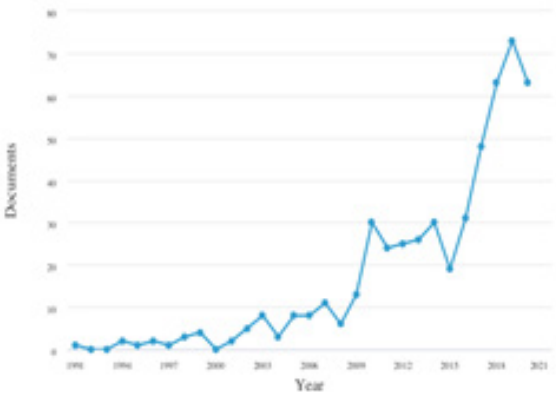


Figura 2. Número de publicaciones por año
Fuente: Scopus 2020.

Sobre el análisis de los 37 artículos seleccionados de las bases de datos y con el propósito de que cumplan con el estándar de calidad se aplica la ley del Pareto, encontrando que el 20,9 % de los artículos con mayor índice de frecuencia de citación constituyen el 80% del total. Por lo tanto, se revisan los 19 artículos que cuentan con el mayor número de las citaciones. A continuación, se realizó una lectura completa de los artículos, registrando información relevante de cada uno en una ficha de revisión, identificando la información pertinente para responder a las preguntas generadoras de la temática en estudio.

3. Resultados

- **Vigencia del tema**

La Figura 2 presentada a continuación, permite conocer a través de una línea del tiempo la tendencia de publicación que presenta el tema de interés, al realizar un rastreo de las últimas tres décadas en la base de datos *Scopus*. Se encuentra que a partir del año 1991 inicia un crecimiento importante en términos de divulgación del conocimiento relacionado con la idea de investigación. A partir del año 2009, se puede visualizar un ascenso frente al interés del estudio de dicha temática y continua con una propensión de progreso. Por lo tanto, se permite indicar que el tema que se está abordando es atractivo y vigente para la comunidad científica en los últimos años.

- **Metodologías empleadas en los trabajos.**

En los diseños metodológicos de las investigaciones relacionadas con el tema de interés, se visualizó una importante tendencia de los investigadores por los enfoques cualitativos para acercarse a sus respectivas preguntas de investigación, donde 15 (75%) de las publicaciones exploradas en la presente revisión sistemática de la literatura, prefirieron este enfoque. El restante de los artículos 5 (25%), presentaron documentos con enfoque cuantitativo . El tipo de estudio más común entre las publicaciones fue el exploratorio, con método estudio de caso, identificado en el 20% (Franco & Haase, 2015; López Leyva, 2016; Radinger-Peer & Pflitsch, 2017; Zabala Mendoza & Quintero

Ramírez, 2017) de los artículos; se presentó un estudio analítico (Romillo & Polaino, 2019) y uno de teoría fundamentada (Bjursell & Engström, 2019), con una perspectiva paradigmática inductiva-interpretativa. Sobre las fuentes de información, se obtuvieron tanto primarias como secundarias. Las técnicas o métodos de recolección de los datos destacadas entre las investigaciones fueron: a.) análisis de contenido; b.) evaluaciones de expertos; c.) análisis comparativo; d.) entrevistas estructuradas y semi-estructurada y e.) análisis de documental.

- **Estrategias para la aplicación de sistema de gestión en IES.**

En la revisión de las estrategias de modelos de gestión de investigación y extensión para las universidades, se encontró una asociación en las publicaciones relacionada con los términos de construcción de los modelos de gestión de tipo matriciales, que generen un diagnóstico las actividades de las IES, basado en el comportamiento de los procesos y subprocesos, que permitan revisar sus interacciones a nivel interno y el impacto de los mismos en el sector externo. Entre los documentos en estudio, solo se encontraron dos modelo de gestión en común y presentaron siete estrategias puntuales frente a la investigación y la extensión en las IES como se presentarán a continuación.

En relación con los modelos de gestión en las IES, para dar inicio se presenta el Modelo Lineal, el cual acuerdo con (Zabala Mendoza & Quintero Ramírez, 2017) pretende: "Apoyar los procesos de transferencia y la generación de recursos. Con un proceso sistémico de prácticas que vinculan docentes, universitarios, administradores y la empresa (...) tiene una secuencia lineal de etapas, universidad-empresa, que inicia en el laboratorio y termina con comercialización de tecnología" (p.445). En consecuencia, de la reflexión sobre la falta de capacidad del Modelo Lineal para satisfacer las necesidades del mundo actual, se propone el Modelo Dinámico, el cual plantea algunos postulados como: a.) la necesidad de ampliar la flexibilidad en las IES para mejorar la transferencia de la tecnología; b.) entre mayor sea la inversión en recursos para la investigación y extensión (entre ellos los incentivos a los docentes), se generarán más patentes e innovaciones y d.) es necesario realizar una asignación de roles claros frente a los procesos de extensión, que permitan llegar de manera pertinente a los empresarios (Zabala Mendoza & Quintero Ramírez, 2017).

Entre las estrategias que fueron definidas por los autores, una de las que llama la atención se denomina Modelos de Sistema Viable (VSM por sus siglas en inglés) (Adham et al., 2015), esta propuesta tiene como objetivo garantizar los procesos de calidad en el sector académico, con el análisis de los siguientes factores: a.) formulación de políticas; b.) inteligencia; c.) control; d.) monitoreo y auditoría; e.) coordinación y f.) implementación, cada uno de ellos deben ser estudiados de manera individual y en ejercicios de sus interacciones, para definir una visión ampliada y profunda de los diferentes procesos llevados a cabo por las IES (Adham et al., 2015). La segunda propuesta es la aplicación de la Matriz DOFA (SWOT por sus siglas en inglés) definida como una herramienta utilizada para la formulación y evaluación de estrategias en las organizaciones, esta metodología plantea un análisis de las fortalezas, debilidades, oportunidades, amenazas que impactarán a las organizaciones y permitan definir planes de acción efectivos (Pucciarelli & Kaplan, 2016; Romillo & Polaino, 2019).

Como tercer modelo se presenta La Gestión Estratégica (Barbón Pérez & Fernández Pino, 2018), el cual tiene como objetivo presentar un concepto dinámico de gestión que responda a las condiciones cambiantes a nivel interno y externo de las organizaciones. Para revisar el progreso de los sistemas de gestión de la educación superior, se presentan tres direcciones desde orígenes diferentes: a.) *Mercado — Modelo de mercado* influenciada desde Estados Unidos; b.) *Sociedad académica — Modelo académico* característica de Reino Unido e Italia y c.) *El Estado — Modelo burocrático* presente en Rusia, Suecia y otros países europeos (Parakhina et al., 2017). En la cuarta propuesta reportada en los documentos, se desarrolló modelo de proceso para la integración de la educación para el desarrollo sostenible con los sistemas de gestión (EDS por sus siglas en inglés), está estrategia se ideó con el fin de generar niveles altos de calidad en las IES, basados en el pensamiento sistemático y la mejora continua (Holm, Sammalisto, Grindsted, & Vuorisalo, 2015).

Dentro de las propuestas relacionadas con la gestión estratégica se encuentra el Modelo de Gestión Pirámide del Desarrollo Universitario que pretende revisar a las áreas de resultados clave, las restricciones de desarrollo, de acuerdo con (Romillo & Polaino, 2019): "El contexto institucional y la dirección estratégica de la organización, El diagnóstico estratégico posibilita trazar las estrategias y los planes de acción que permiten vencer la brecha existente entre la situación actual y la proyectada en la visión, dando cumplimiento a los objetivos estratégicos"(p.5).

La quinta estrategia viene relacionada con un trabajo más amplio y adaptativo en las IES, que genere una contribución al desarrollo social, cultural y ambiental basado en las necesidades regionales. Esta estrategia es denominada Transición Regional Hacia la Sostenibilidad (RTPS por sus siglas en inglés) y contempla algunos factores vitales en estudio, que se convierten en canales de apoyo para el trabajo desde la universidad con una mirada hacia el mundo exterior, dichos factores son: a.) marco institucional; b.) operaciones del campus; c.) educación; d.) investigación; e.) divulgación y colaboración; f.) experiencia en el campus y g.) evaluación y presentación de informes (Radinger-Peer & Pflitsch, 2017).

El sexto modelo propuesto es denominado Triple Hélice el cual de acuerdo con (Zabala Mendoza & Quintero Ramírez, 2017) se describe como: "La colaboración entre el entorno académico, empresarial y estatal, como base para el desarrollo económico toma la innovación como una unidad de interfaz, donde se presenta la triada universidad-empresa-Estado dentro de un contexto local, que fomenta el crecimiento económico (p.447-449)". Para finalizar el modelo séptimo es conocido como Modelo Catch Up y está relacionado con la imitación y captación de la tecnología que es suministrada por agentes externos a las IES y desde la academia se realiza una observación y análisis de la tecnología e innovaciones actuales y se generan cambios y mejoras en ellas, hasta desarrollar tecnologías nuevas (Zabala Mendoza & Quintero Ramírez, 2017).

- **Barreras y retos.**

Si bien la literatura presenta de manera ampliada las barreras frente a los procesos de investigación y extensión, se puede indicar que las más relevantes son: *financiación y recursos* presentándose en el (65%) de los artículos revisados, seguido por *deficiencias en organización de la IES* se presentaron el (50%), a continuación los factores

diferencia de perspectivas y objetivos entre los investigadores y el sector externo y Desconocimiento o falta de experiencia de las IES con la misma frecuencia de aparición cada uno (40%). En la Tabla 1, se muestran los autores y artículos relacionados en cada una de las principales barreras en los procesos de investigación y extensión de acuerdo a la revisión de la literatura.

	Barreras						**Retos**						
Trabajo/ Publicación Relacionada	**Desconocimiento IES**	**investigadores vrs sector externo**	**Deficiente gestión y logística**	**Financiación y recursos**	**Desigualdad en cooperación**	**Deficiencia en los incentivos**	**Impactar el desarrollo de la región**	**Mejorar el prestigio de las IES y la garantía de calidad**	**Enfoque empresarial de las IES**	**cooperación IES y sector externo.**	**Potencializar internacionalización**	**Aplicación de la TICS**
(Adham et al., 2015)	X	X	X	X		X	X		X			
(Arias-Coello et al., 2020)	X		X	X	X		X				X	X
(Barbón Pérez & Fernández Pino, 2018)	X	X		X								
(Bjursell & Engström, 2019)		X		X		X	X	X		X		
(Franco & Haase, 2015)	X	X	X	X			X	X				X
(Gür et al., 2017)							X			X	X	
(Holm et al., 2015)					X							
(López Leyva, 2016)			X					X				
(Parakhina et al., 2017)		X	X	X				X	X			
(Pucciarelli & Kaplan, 2016)	X	X	X	X		X		X	X	X		
(Radinger-Peer & Pflitsch, 2017)		X	X	X			X			X	X	
(Restrepo Ortiz & Zabala Mendoza, 2016)	X	X	X				X					
(Romillo & Polaino, 2019)	X		X	X			X	X				
(Rytkönen et al., 2015)			X									X
(Sandström & Van den Besselaar, 2018)	X											

	Barreras						Retos						
Trabajo/ Publicación Relacionada	**Desconocimiento IES**	**investigadores vrs sector externo**	**Deficiente gestión y logística**	**Financiación y recursos**	**Desigualdad en cooperación**	**Deficiencia en los incentivos**	**Impactar el desarrollo de la región**	**Mejorar el prestigio de las IES y la garantía de calidad**	**Enfoque empresarial de las IES**	**cooperación IES y sector externo.**	**Potencializar internacionalización**	**Aplicación de la TICS**
(Starostina et al., 2016)			X					X		X		
(Sułkowski et al., 2019)		X	X		X		X		X	X		X
(Venegas - Ramos & Gairín Sallán, 2018)			X	X								
(Zabala Mendoza & Quintero Ramírez, 2017)				X		X	X		X	X		X
(Zablotskyi et al., 2019)				X		X		X		X		

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 1 – Principales Barreras en los procesos de investigación y extensión de las IES

Del desarrollo de la revisión sistemática de la literatura también se lograron capturar los principales retos de las IES en los procesos de investigación y extensión reportadas por los investigadores, como se muestra en la Figura 3. Se puede detectar plantean unos retos en común para las IES derivados del desarrollo de estos estudios, entre los que se encuentra con mayor prevalencia de aparición: a.) impactar positivamente el desarrollo social y bienestar económico de la población, reportado en el (45%) de los documentos; seguido por b.) el mejoramiento en el prestigio de las IES y la garantía de calidad de la educación (45%) ; c.) mejorar los procesos de cooperación entre IES y sector externo (40%).

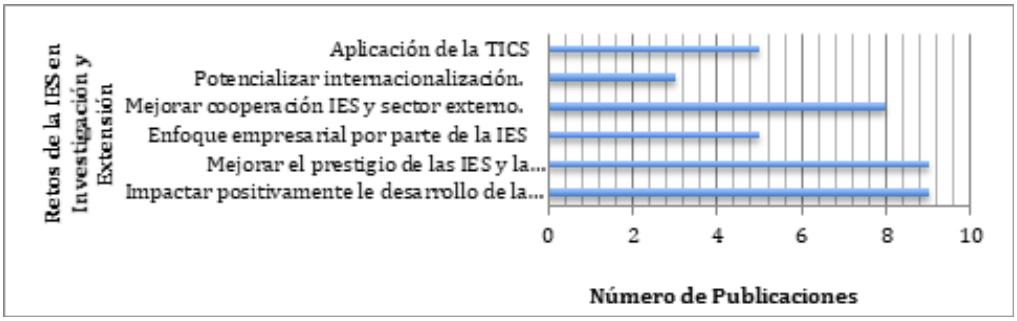


Figura 3 – Principales Retos de las Instituciones de Educación Superior en los procesos de investigación y extensión. Fuente: Elaboración Propia

- **Ejes temáticos**

En correspondencia con la identificación de los ejes temáticos, en el estudio de los sistemas de gestión de investigación y extensión en las IES, se lograron establecer asociaciones entre las publicaciones exploradas en la presente revisión. Estos ejes se dividieron en tres líneas importantes de la siguiente forma: la primera se relacionó con la organización general de la IES, ella contiene los procesos indispensables a nivel administrativo y de calidad, para ser tenidos en cuenta en el diseño y aplicación de un modelo de gestión; la segunda y tercera clasificación son específicas para los temas relacionados con la investigación y extensión que deben ser incluidos en dicho modelo, como se describen en la Figura 5.

Figura 5 – Ejes temáticos del modelo de gestión Fuente: Elaboración Propia.

En relación con el primer eje temático se definieron los siguientes tópicos: a.) formulación de políticas y marco institucional, gobernanza (Adham et al., 2015; Holm et al., 2015; Pucciarelli & Kaplan, 2016; Radinger-Peer & Pflitsch, 2017; Starostina et al., 2016); b.) Compromiso de la alta dirección y c.) Asignación de roles y responsabilidades (Franco & Haase, 2015; Parakhina et al., 2017; Romillo & Polaino, 2019); d.) diagnóstico (Holm et al., 2015); e.) coordinación y gestión administrativa (Adham et al., 2015; Holm et al., 2015; Parakhina et al., 2017; Pucciarelli & Kaplan, 2016; Romillo & Polaino, 2019; Starostina et al., 2016; Sułkowski, Seliga, & Woźniak, 2019); f.) recursos (Adham et al., 2015; Bjursell & Engström, 2019; Holm et al., 2015; Parakhina et al., 2017; Pucciarelli & Kaplan, 2016; Romillo & Polaino, 2019; Zablotskyi et al., 2019) y g.) monitoreo y auditoría (Adham et al., 2015; Franco & Haase, 2015; Holm et al., 2015; Parakhina et al., 2017; Starostina et al., 2016).

En la segunda clasificación tenemos los tópicos relacionados con investigación que fueron definidos como: a.) motivación de los investigadores (Bjursell & Engström, 2019; Franco & Haase, 2015; Pucciarelli & Kaplan, 2016; Zablotskyi et al., 2019); b.) revisión del

contexto (Adham et al., 2015; Bjursell & Engström, 2019; Holm et al., 2015; Parakhina et al., 2017; Pucciarelli & Kaplan, 2016; Romillo & Polaino, 2019; Sandström & Van den Besselaar, 2018) y c.) divulgación y publicaciones (Franco & Haase, 2015; Radinger-Peer & Pflitsch, 2017). Para el tercer factor asociado con extensión se presentó: d.) canales de interacción (Adham et al., 2015; Pucciarelli & Kaplan, 2016), e.) cooperación U-I (Parakhina et al., 2017; Pucciarelli & Kaplan, 2016; Sułkowski et al., 2019), f.) competitividad estratégica (Pucciarelli & Kaplan, 2016; Radinger-Peer & Pflitsch, 2017) y g.) prácticas empresariales (Barbón Pérez & Fernández Pino, 2018; Franco & Haase, 2015; Pucciarelli & Kaplan, 2016).

- **Indicadores de medición de calidad**

La presente revisión de la literatura permitió identificar dos estudios (Gür et al., 2017; López Leyva, 2016) donde se presenta de manera ampliada, los factores analizados en la evaluación de los procesos de calidad en términos de las funciones básicas y sustantivas de las IES a nivel internacional. Entre dichos factores se presentan: a.) matrícula en educación obligatoria en educación terciaria; b.) calidad del sistema de educación superior (Starostina et al., 2016); c.) calidad de la educación en matemáticas y ciencias; d.) calidad en administración de las universidades; e.) acceso a internet de parte de las universidades; f.) disponibilidad local de investigación y g.) servicios de capacitación y de formación del personal para el trabajo (López Leyva, 2016).

Frente a los factores que deben ser evaluados en términos de medición de la efectividad de el enfoque innovador, empresarial y de gestión de la investigación en las IES, se presentan los siguientes aspectos: a.) investigación, transferencia e intercambio de conocimientos; b.) relación con los interesados y desarrollo de asociaciones a nivel local, a nivel regional y nacional; c.) procesos de internacionalización; d.) pedagogía de la empresa y la iniciativa empresarial y organización del conocimiento. en toda la universidad y e.) gobernanza, diseño de la organización y liderazgo a todos los niveles (Gür et al., 2017).

4. Discusión

Sobre los modelos de sistema de gestión de investigación y extensión en las IES, los resultados de la revisión sistemática de la literatura indican que se requiere una apuesta mayor para lograr alcanzar su estandarización y aplicación en diferentes instituciones educativas a nivel mundial. Lo anterior viene relacionado con, primero la falta conocimiento que se tiene a nivel internacional sobre tema y la ausencia de una amplia propuesta de modelos, metodologías y técnicas para la implementación de sistemas de gestión en investigación y extensión en las universidades. Segundo, se cuenta con un bajo porcentaje de aplicación de dichos modelos de gestión estratégicas actualmente, lo que produce en las IES niveles de expectativa y desconfianza elevados.

Respecto a los modelos de gestión universitaria, los resultados obtenidos sugieren que un alto porcentaje de las IES, no han incorporado nuevas ideas de gestión pública en su gestión. Entre los países europeos, se puede destacar el caso de Rusia en términos de publicación sobre los avances en la implementación de modelos de gestión en las universidades, sin embargo, en las últimas evaluaciones de desempeño de dicho país (Parakhina et al., 2017), se ha identificado un bajo nivel de eficiencia de sistema de gestión,

lo que anima a la comunidad científica a realizar propuestas de investigación como la presente, que permitan identificar las principales retos en términos de organización del desarrollo estratégico de las universidades y buscar oportunidades para alcanzar la competitividad estratégica en las comunidades académicas.

De acuerdo a lo anterior, surge la preocupación por la inhabilidad de las universidades frente a la gestión de sus procesos, la cual se refleja desde la definición de la misión y políticas de las universidades como se pudo identificar en la literatura (Adham et al., 2015). En este sentido, es necesario que la universidad con los resultados del diagnóstico de otras organizaciones, puedan adoptar un enfoque empresarial orientado a los negocios y apropiarse de las competencias del mercado, conforme a la prestación de un servicio académico de alta calidad que permita resolver problemáticas sociales actuales. Los autores son consientes que, para poder dar respuesta a esta meta, la universidad debe reconocer que el mercado en el sector académico es cada vez más complejo y competitivo, por lo tanto, para hacer frente a estos desafíos, las IES requieren una estrategia adecuada para alcanzar estándares estratégicos en el desarrollo de sus actividades (Parakhina et al., 2017; Sułkowski et al., 2019).

Derivado de la revisión de la literatura se puede identificar que, la aplicación de modelos de sistemas de gestión aún se encuentra en etapas preliminares, esto relacionado con la ausencia de modelos y herramientas, que permitan de manera contundente llegar a la implementación de un elevado porcentaje de universidades a nivel internacional. Con relación a lo anterior, es importante tener presente los parámetros distintivos del origen de la universidad, los ámbitos de excelencia, la misión frente a investigación, el contexto, la capacidad de absorción de la industria, los efectos de la política gubernamental, la asignación de recursos y las orientaciones estratégicas. Además de la generación de capacidades internas que permitan eliminar las barreras existentes entre los espacios académicos y la actividad empresarial (Gür et al., 2017).

De las experiencias en la implementación de estrategias de modelos de gestión en las IES se podría considerar uno de los acercamientos más puntuales la experiencia de Rusia en el desarrollo del enfoque estratégico de mercado, donde a pesar de ser una temática novedosa para el país europeo, se valora el hecho de ser uno de los países pioneros en el ejercicio de este. De la revisión de la literatura se pudo rastrear un caso de satisfacción relacionado con una universidad rusa (Parakhina et al., 2017), donde se implementaron los modelos de gestión de investigación y extensión, los cuales le permitieron posicionarse en altos ranking de calidad y denominarse universidad emprendedora.

El autor (Restrepo & Zabala, 2016), permite dilucidar aspectos frente a la importancia de generar indicadores de medición acertados a los sistemas de gestión e investigación, que respondan a las características de las instituciones educativas y a las necesidades de la región. Es importante declarar que las actividades de innovación, investigación y extensión son ejes indispensables en la construcción de estrategias competitivas en las universidades, por eso se deben sumar esfuerzos para que se pueda construir una planeación efectiva, una óptima ejecución y una correcta forma de medición.

Entre las limitaciones del presente estudio es importante aclarar que de los resultados obtenidos de la búsqueda en la base de datos ProQuest, después de realizar un análisis de títulos y resúmenes trabajos para revisar pertinencia frente a la temática en estudio, se encontraron que los documentos que cumplen con altos índices de relevancia para la propuesta de investigación no presentan citaciones previas. En consecuencia, ninguno de los artículos preseleccionados en ProQuest a pesar de poder proporcionar información valiosa para la temática de estudio, no fueron ingresados a la revisión, debido a la selección rigurosa de la metodología seleccionada relacionada con la aplicación del diagrama de Pareto. Se considera que la temática de estudio debe seguir siendo explorada con el desarrollo de futuras investigaciones desde el enfoque cuantitativo que evalué el nivel de aplicación de las estrategias y modelos de gestión a nivel en las IES y potencializar estudios de caso, que permitan alcanzar experiencia en el mejoramiento de la calidad de los procesos de investigación y extensión para impactar en forma positiva el desarrollo de la población.

5. Conclusiones

Los modelos de gestión para la investigación y extensión en las IES a nivel internacional todavía se encuentran en construcción, son pocos los ejemplos que se pueden hallar en la literatura sobre la implantación de este tipo de modelos y la obtención de resultados positivos derivados de ellos. Lo anterior permite inferir que, existe un desconocimiento desde las instituciones educativas para ejecutar herramientas administrativas asertivas que les permitan mejorar sus procesos de investigación y extensión.

Existen en la actualidad estrategias nacientes sobre modelos de gestión para las IES como: el VSM, el EDS, la Matriz DOFA, la Gestión Estratégica y el RTPS, estos modelos presentan una revisión diferente al mecanismo de evaluación organizacional-lineal de las universidades, pero han sido implementados en pocos escenarios académicos a nivel internacional, por lo tanto, es necesario continuar ampliando el conocimiento sobre dichas estratégicas y realizar pruebas piloto en universidades de diferentes características, que permitan tener una visión más clara en términos de aplicación de dichos modelos de gestión. Es considerado por los autores, que uno de los modelos revisados con mayor índice de completitud y que permitiría realizar un aterrizaje efectivo al contexto de las IES colombianas es el Modelos de Sistema Viable (VSM), se propone desde la presente revisión realizar pruebas pilotos en las universidades del país, para analizar la pertinencia de su implementación.

A pesar de los esfuerzos a nivel gubernamental y por parte de las IES, buscando mejorar términos de calidad en los espacios académicos, han surgido una cantidad importante de aprendizajes y retos, la mayoría de ellos derivados de la baja capacidad de adaptación y el bajo nivel de productividad de las universidades, al replicar las experiencias de gestión extranjeras y en la implementación de los principios estratégicos de los participantes exitosos del mercado educativo. Se puede considerar que como estrategia para romper las barreras anteriormente expuestas, el uso de los modelos de gestión para las IES se pueden convertir en el plan de acción efectivo, que permita focalizar los esfuerzos en las universidades para responder al Desarrollo regional.

Referencias

Adham, K. A., Kasimin, H., Mat Isa, R., Othman, F., & Ahmad, F. (2015). Developing a Framework for a Viable Research University. Systemic Practice and Action Research, 28(5), 503–525. https://doi.org/10.1007/s11213-015-9341-8

Arias-Coello, A., Simon-Martin, J., & Gonzalo Sanchez-Molero, J. L. (2020). Mission statements in Spanish universities. Studies in Higher Education, 45(2), 299–311. https://doi.org/10.1080/03075079.2018.1512569

Barbón Pérez, O. G., & Fernández Pino, J. W. (2018). The role of strategic educational management in knowledge management, science, technology, and innovation in higher education. Educacion Medica, 19(1), 51–55. https://doi.org/10.1016/j.edumed.2016.12.001

Bjursell, C., & Engström, A. (2019). A Lewinian Approach to Managing Barriers to University–Industry Collaboration. Higher Education Policy, 32(1), 129–148. https://doi.org/10.1057/s41307-017-0074-4

Franco, M., & Haase, H. (2015). University-industry cooperation: Researchers' motivations and interaction channels. Journal of Engineering and Technology Management, 36, 41–51. https://doi.org/10.1016/j.jengtecman.2015.05.002

Gür, U., Oylumlu, İ. S., & Kunday, Ö. (2017). Critical assessment of entrepreneurial and innovative universities index of Turkey: Future directions. Technological Forecasting and Social Change, 123, 161–168. https://doi.org/10.1016/j.techfore.2016.09.008

Holm, T., Sammalisto, K., Grindsted, T. S., & Vuorisalo, T. (2015). Process framework for identifying sustainability aspects in university curricula and integrating education for sustainable development. Journal of Cleaner Production, 106, 164–174. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.04.059

López Leyva, S. (2016). Competitividad de la educación superior en cuatro países de América Latina: perspectiva desde un ranking mundial. Revista de La Educacion Superior, 45(178), 45–59. https://doi.org/10.1016/j.resu.2016.02.003

Parakhina, V., Godina, O., Boris, O., & Ushvitsky, L. (2017). Strategic management in universities as a factor of their global competitiveness. International Journal of Educational Management, 31(1), 62–75. https://doi.org/10.1108/IJEM-03-2016-0053

Pucciarelli, F., & Kaplan, A. (2016). Competition and strategy in higher education: Managing complexity and uncertainty. Business Horizons, 59(3), 311–320. https://doi.org/10.1016/j.bushor.2016.01.003

Radinger-Peer, V., & Pflitsch, G. (2017). The role of higher education institutions in regional transition paths towards sustainability: The case of Linz (Austria). Review of Regional Research, 37(2), 161–187. https://doi.org/10.1007/s10037-017-0116-9

Restrepo Ortiz, G. E., & Zabala Mendoza, D. E. (2016). Indicadores de gestión para proyectos de investigación y extensión en instituciones de Educación Superior. Revista Ciencias Estratégicas, 24(36), 451–461. https://doi.org/10.18566/rces.v24n36.a13

Romillo, A. de J., & Polaino, C. J. (2019). Application of the university development pyramid management model at the university of Otavalo, Ecuador. Formacion Universitaria, 12(1), 3–12. https://doi.org/10.4067/S0718-50062019000100003

Rytkönen, E., Nenonen, S., Österlund, E., & Kojo, I. (2015). Process dynamics of managing interdisciplinary, cross-organizational learning campus in change case Aalto University. Facilities, 33(11–12), 752–772. https://doi.org/10.1108/F-11-2014-0083

Sandström, U., & Van den Besselaar, P. (2018). Funding, evaluation, and the performance of national research systems. Journal of Informetrics, 12(1), 365–384. https://doi.org/10.1016/j.joi.2018.01.007

Starostina, S. E., Kazachek, N. A., & Tokareva, J. S. (2016). The development of the education quality assurance system in the context of socio-economic growth of the cross-border region. Mathematics Education, 11(9), 3289–3300.

Sułkowski, Ł., Seliga, R., & Woźniak, A. (2019). Strategic challenges of mergers and acquisitions in the higher education sector. Entrepreneurial Business and Economics Review, 7(2), 199–215. https://doi.org/10.15678/EBER.2019.070211

Zabala Mendoza, D. E., & Quintero Ramírez, S. (2017). Modelos de gestión para la transferencia de los conocimientos en instituciones de Educación Superior. Revista Ciencias Estratégicas, 25(0), 441–456.

Zablotskyi, V. V., Palant, O. Y., Diegtiar, O. A., Glibko, S. V., Bielska, T. V., & Rusnak, A. V. (2019). The current state and necessity of transformation of the management system of educational establishments in Ukraine at the local level. Public Policy and Administration, 18(2), 225–240. https://doi.org/10.13165/VPA-19-18-2-04

risti
Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação
Iberian Journal of Information Systems and Technologies

Recebido/Submission: 20/05/2021
Aceitação/Acceptance: 15/07/2021

El valor del dato y la generación de valor para las organizaciones

Juan David Gallego López[1], Lillyana María Giraldo Marín[2], Luis Joyanes Aguilar[3]

juanda2083@hotmail.com; lmgiraldo@udem.edu.co; joyames@gmail.com

[1] Estudiante programa de Maestría en Gestión de la Información y Conocimiento, Universidad de Medellín, Antioquia, Colombia.

[2]Profesor titular, Facultad de Ingenierías, Universidad de Medellín, Antioquia, Colombia

[3] Profesor catedrático, Universidad Pontificia de Salamanca, Salamanca, España

Pages: 116-126

Resumen: La generación de valor desde los datos es un tema de interés para las organizaciones, en vista de que su uso y aprovechamiento puede generar optimización de procesos, toma de decisiones estratégicas, nuevos modelos de negocio y nuevos conocimientos. Sin embargo, las investigaciones sobre el tema hacen difícil saber cuál es el camino correcto para lograrlo y cuáles son los desafíos que aún se tiene. Por esta razón, en este trabajo se hizo una revisión sistemática de la literatura científica sobre el tema de generación de valor desde los datos. De esta revisión se encontró técnicas como la adquisición de datos, entrevistas grupales y mapas de valor de datos entre otras, que establecen algunos puntos claves para conseguir dicho propósito, pero que aún falta explorar otros caminos. También se encontró que falta homologar conceptos para tener un lenguaje compartido entorno al valor de los datos.

Palabras clave: Activo empresarial; información; valor; datos.

The generation of value from data in organizations

Abstract: The generation of value from data is a topic of great interest for organizations, since its use and exploitation can generate process optimization, strategic decision making, new business models and new knowledge. However, research on the subject makes it difficult to know which the right way is to achieve it, and which are the challenges that still have. For this reason, a systematic review of the scientific literature about generating value from data was made in this work. This review found techniques such as data acquisition, group interviews and data value maps, among others that establish some key points to achieve this purpose, but still need to explore other paths. It was also found that concepts need to be homologated in order to have a shared language around the value of data.

Keywords: business asset, information, value, data.

1. Introducción

La generación de grandes volúmenes de datos en el mundo por el uso de la tecnología, la creación de nuevos servicios y la digitalización de procesos en las organizaciones, han conllevado a que estos sean percibidos como un nuevo activo empresarial (Attard and Brennan 2018b). Es tal la importancia que el sector empresarial le ha atribuido a los datos, que cerca del 40% de las empresas, de una encuesta realizada, indico que: "Perder el acceso a su información por al menos tres días, significaría un riesgo importante para su supervivencia" (Enders 2018).

De tal modo, que las compañías consideran que esos grandes volúmenes de datos, los datos abiertos y los diferentes usos que de estos se puedan derivar, van a cambiar el modo de operar de las empresas y, la visión de sus líderes para incrementar el valor de sus negocios. De este modo, algunos gobiernos han optado por establecer políticas de datos abiertos, contribuyendo de esta forma al propósito de tomar decisiones basadas en el uso y aprovechamiento de la información (Rozo, Carlos; Medina, Escobar, Ana; Santofimio, and Vargas, Adriana; Rodríguez, Claudia; Aponte 2019). Lo anterior, en vista de que los gobiernos son actores principales en el desarrollo y promoción de estrategias, que permitan el acceso de los ciudadanos al uso de los datos, y además, por ser las organizaciones del estado, algunas de las que más datos generan (Nielsen, Persson, and Madsen 2019) .

No obstante, para generar valor a partir de los datos, es necesario solucionar algunos desafíos referentes a su calidad, integridad y disponibilidad. No es solo identificar los datos maestros, es necesario también hacer toda una gestión de información alrededor de la empresa, que involucre todos sus procesos y que permita una dirección general y un gobierno de datos, responsable de la toma de decisiones en una organización con respecto a sus activos de datos (Nielsen et al. 2019). Lo anterior, ha motivado diversos trabajos de investigación que buscan determinar, como generar valor a partir de los datos. Encontrar el camino correcto, permitiría a las compañías trazar un mapa de ruta para generar nuevos ingresos, nuevos negocios y garantizar su sostenibilidad en la era digital. No obstante, se han realizado diversos trabajos en esta materia, y se hace difícil establecer una metodología practica para cuantificar el valor de los datos, lo cual conllevaría a estructurar una propuesta para generar valor a partir de los datos en las organizaciones.

Por lo tanto, el propósito de este artículo es realizar una revisión sistemática de literatura que ayude a guiar futuras investigaciones en el tema, y permita identificar las técnicas, metodologías y demás herramientas utilizadas en las organizaciones para generar valor a partir de los datos. Así entonces, el artículo está estructurado de la siguiente manera: en la Sección 2 se describe cuáles fueron los criterios de selección de los artículos revisados y las preguntas de investigación que motivaron el trabajo. En la sección 3 se detalla el análisis de los artículos y se esbozan las propuestas identificadas en cada uno de ellos. Por último, se exponen las conclusiones y se plantean nuevas líneas de investigación que contribuyan a distinguir nuevas prácticas y modelos utilizados para generar valor a partir de los datos.

2. Materiales y métodos

2.1. Preguntas de investigación

De acuerdo con lo anterior, en este trabajo se realizó una revisión sistemática de la literatura científica alrededor del tema, buscando responder las siguientes preguntas:

- ¿Qué significa el concepto generación de valor desde los datos y cómo ha evolucionado este concepto?
- Para una organización descubrir el valor del dato es necesario implementar una estrategia de gobierno de datos
- ¿Qué modelos, metodologías o técnicas de generación de valor de datos existen?
- ¿Cómo se pueden identificar los datos que generan valor en las organizaciones?
- ¿Qué casos de generación de valor desde los datos en el sector de servicios públicos se han desarrollado y cuáles han sido sus resultados?
- ¿Qué desafíos investigativos existen aún en la literatura sobre la generación de valor desde los datos en el sector de los servicios públicos?

2.2. Cadena de búsqueda

Para realizar esta búsqueda se utilizó la base de datos Scopus, usando la siguiente combinación de términos:

(TITLE-ABS-KEY ("data management" AND "data value" AND "Digital value") OR TITLE-ABS-KEY ("data value" AND "asset")).

Esta búsqueda inicialmente arrojó un total de 36 resultados. Luego, se limitó por los tipos de documentos, articulo y conferencia. dando como resultado un total de 34 registros y quedando la siguiente combinación de términos.

(TITLE-ABS-KEY ("data management" AND "data value" AND "Digital value") OR TITLE-ABS-KEY ("data value" AND "asset" OR "data governance")) AND (LIMIT-TO (DOCTYPE, "ar") OR LIMIT-TO (DOCTYPE, "cp") OR LIMIT-TO (DOCTYPE, "ip")).

2.3. Criterios de inclusión y exclusión

Las publicaciones encontradas están entre los años (1995 – 2020). Luego, se hizo un análisis de los títulos y resúmenes de los artículos, para verificar que estuvieran relacionados con el tema de estudio. Posteriormente, se aplicaron filtros para restringir los resultados de la búsqueda a los últimos diez años (2011 – 2021). Para seleccionar cuáles de estas publicaciones se usarían en la revisión, se hicieron dos listas, una en la que se ordenaban de mayor a menor los 10 artículos más citados a través de la historia, y otra en la que se ordenaban de mayor a menor los artículos mejor posicionados por número de citaciones en los último cinco años. La selección final se hizo a partir de una revisión de los títulos y los resúmenes, seleccionando los que parecían más relacionados con el tema de estudio. En total se seleccionaron 17 artículos. Finalmente, se realizó una lectura completa de cada uno de los artículos seleccionados y tras su lectura se hizo una tabla de características, para identificar métodos, aplicación, principios científicos, tamaño de la muestra y desafíos, y otra tabla de extracción, para sacar los conceptos más relevantes y clasificarlos en cada pregunta. Posteriormente, con la información recolectada se construyó los resúmenes de los artículos que permiten dar respuesta a las preguntas de investigación.

3. Resultados

3.1. Vigencia del tema

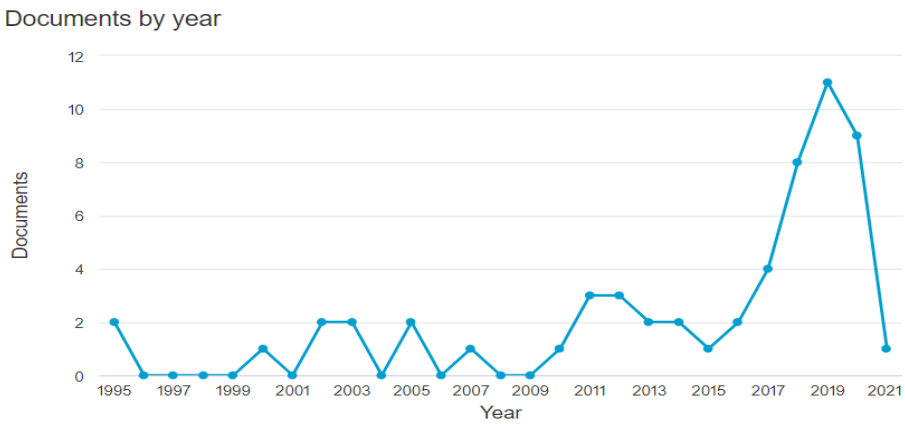


Figura 1 – Cantidad de documentos publicados en el tema por año. Fuente: (Scopus, 2021)

En la Fuente: (Scopus, 2021) se muestra el número de publicaciones por año. La publicación más antigua para los resultados obtenidos es de 1995. Sin embargo, a pesar de que para el año 2015 se observa una disminución en las publicaciones, en los años siguientes se muestra nuevamente una tendencia creciente, marcando un punto importante en el año 2019. Los resultados para el año 2021 no son comparables, ya que se trata del año en curso.

3.2. Generalidades del tema

El valor de los datos no es un concepto nuevo, ha sido ampliamente explorado en el contexto de las cadenas de valor de los datos. Las cuales permiten tener la trazabilidad de los activos de datos, desde el momento que se adquieren, hasta el momento en que son explotados o generan un flujo de valor para las organizaciones (Attard and Brennan 2018b). En la Figura 2, se puede observar un ejemplo de cadena de valor de los datos.

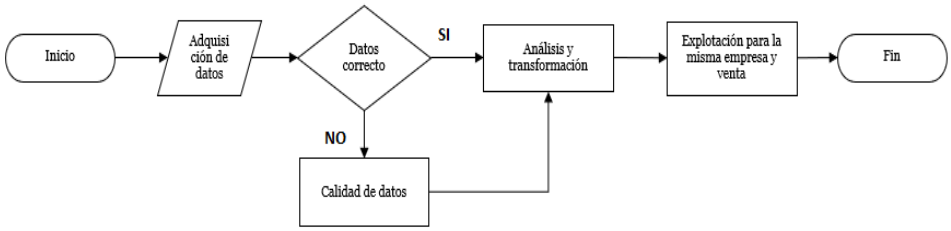


Figura 2 – Ejemplo de cadena de valor de los datos. Fuente: elaboración propia.

El concepto de cadenas de valor fue desarrollado por Michael Porter en los años 1980, resaltando como uno de sus mayores beneficios, las ventajas competitivas que representa para las organizaciones, porque permite detallar y observar cómo se interrelacionan un conjunto de actividades que se realizan internamente (Quintero and Sánches 2006). En la Figura 3**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, se puede observar la evolución del concepto de cadena de valor según (Kasper et al. 2012)these users are defined as being ahead of an important market trend and experiencing high benefits from innovating. The present article extends lead-user theory by exploring the antecedents and consequences of consumers' lead userness in the course of three studies on extreme sports communities. Regarding antecedents, it uncovers that field-related variables (consumer knowledge and use experience hasta migrar al valor de involucrar las perspectivas y derechos de los ciudadanos en el gobierno de datos (Nielsen et al. 2019).

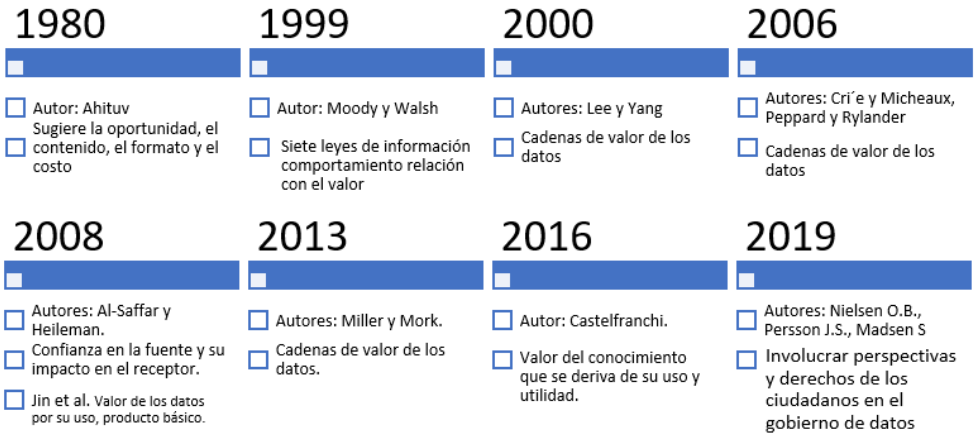


Figura 3 – Evolución del Concepto. Fuente: (Kasper et al. 2012)

3.3. Generar valor desde los datos

Las publicaciones consultadas definen la generación de valor desde los datos desde diferentes perspectivas. Algunas lo enmarcan en la generación de nuevo conocimiento, el desarrollo de capacidades analíticas sobre los datos, y un enfoque compartido donde todos los actores de la organización establezcan un mismo lenguaje entorno a los activos de datos. Los demás documentos, señalan que la generación de valor desde los datos se puede dar a partir de mapas de valores de datos, para desarrollar una mayor compresión de como los datos son un elemento clave en la toma de decisiones. Los modelos de precios de los datos, para establecer su valor comercial y hacer transacciones en el mercado, y la reutilización de los datos para el desarrollo de productos (El Hani, Rivest, and Maranzana 2012; Kasper et al. 2012; Nagle and Sammon 2017; Nielsen et al. 2019; Yuncheng Shen et al. 2016)real value of data is achieved through its reuse, as data is considered to be an asset that acquires its value only by its consumption [1].The general data reuse process is described and two variants identified: 1. En la Figura 4, se ilustra un modelo estratégico que contiene los puntos claves para generar valor desde los datos.

Figura 4 – Esquema de aspectos claves generación de valor desde los datos.
Fuente: elaboración propia.

El esquema planteado en la Figura 4 está integrado con el uso de la tecnología, como el internet de las cosas y otras herramientas como la minería de datos, las cuales han establecido un nuevo punto de partida para descubrir nuevos y valiosos conocimientos a partir de los grandes volúmenes de datos almacenados (Alexakos et al. 2018; Kamakshi and Vinaya Babu 2012). Sin embargo, el desarrollo de las capacidades de las personas representa un hito muy importante, porque son estas quienes deben entender el contexto de los datos, comprenderlo, observar el dato como un activo empresarial, velar por su calidad y oportunidad, rentabilizarlo a través de nuevos modelos de negocio.

3.4. Gobierno de datos

En más del 50% de los artículos revisados, los autores marcan la importancia de establecer un gobierno de datos en las organizaciones. El cual permita definir políticas, derechos de decisión, tareas y responsabilidades sobre los activos de datos. Además, de propender asegurar la calidad, seguridad y una comprensión común de los datos (Attard and Brennan 2018b; Debattista, Attard, and Brennan 2018; Enders 2018; Nagle and Sammon 2017; Nielsen et al. 2019). La asociación internacional de gestión de datos DAMA, define el gobierno de datos como: El ejercicio de la autoridad y el control

(Planificación, seguimiento y ejecución) sobre la gestión de los activos de datos (Attard and Brennan 2018b). Es así como el gobierno de datos, se convierte en un elemento clave y estratégico para la creación de vínculos entre los activos de datos y el valor organizacional (Attard and Brennan 2018a).

3.5. Modelos metodologías o técnicas

Todos los artículos analizados hacen referencia a un método o técnica de generación de valor desde los datos. Algunos, son propuestas basadas en estudios, teorías y análisis de la evolución de otros modelos propuestos, los demás, son casos prácticos de empresas que se apoyan en el uso de la tecnología para potenciar los datos almacenados. En la Figura 5, se detallan las principales técnicas, metodologías y su finalidad.

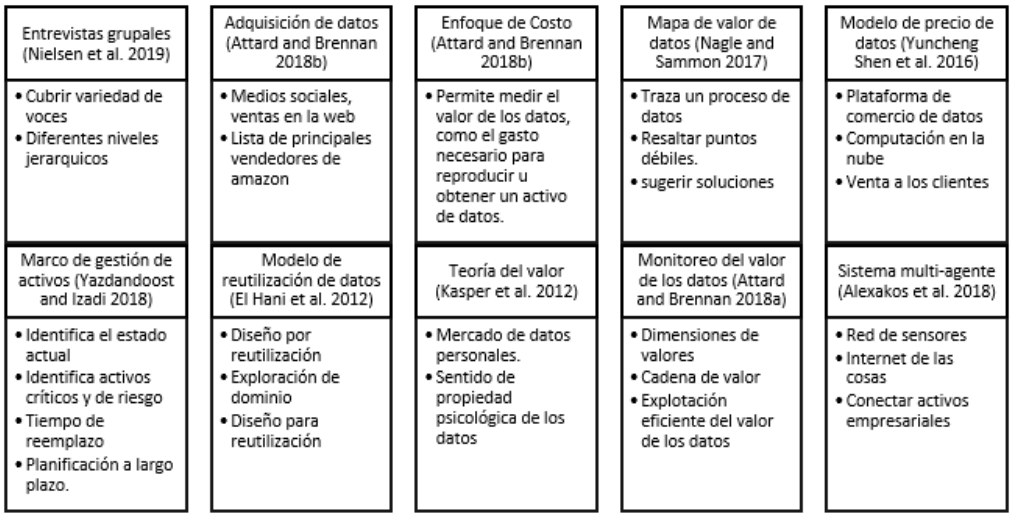


Figura 5 – Técnicas y metodologías de generación de valor desde los datos

Es importante destacar que en la actualidad las organizaciones al momento optimizar sus procesos y rentabilizar sus operaciones, de alguna forma han aplicado algunas de estas metodologías. Por ejemplo: La técnica de entrevistas grupales, permite a los participantes de diferentes áreas, exponer sus conocimientos referentes a un tema organizacional, de tal forma que se pueda nivelar y plantear estrategias de homologación de conocimientos. Para el modelo de reutilización de datos, el cual es utilizado en empresas de software para utilizar partes del diseño de productos en nuevos desarrollos, permite optimizar los costos y entregas. Sin embargo, las metodologías que hacen referencia a la adquisición de datos, enfoque de costo, modelo de precios de datos y teoría del valor, vienen evolucionando con una propuesta innovadora, la cual busca con determinadas variables establecer el precio de los datos, para poder tranzarlos en una plataforma de comercio de datos.

3.6. Datos que generan valor

Son diversos los datos que generan valor en las organizaciones, estos dependen de los productos, procesos, objeto empresarial, y en general de la cadena de valor de datos que integra cada organización en particular. Sin embargo, esta revisión sistemática de la literatura permite observar puntos en común, y reafirmar que los datos personales siguen cobrando relevancia (Kamakshi and Vinaya Babu 2012; Kasper et al. 2012; Nielsen et al. 2019; Yuncheng Shen et al. 2016)these users are defined as being ahead of an important market trend and experiencing high benefits from innovating. The present article extends lead-user theory by exploring the antecedents and consequences of consumers' lead userness in the course of three studies on extreme sports communities. Regarding antecedents, it uncovers that field-related variables (consumer knowledge and use experience. Los cuales, además de interesarle a las grandes compañías del mundo, están cautivando muchas empresas de diferentes sectores, tamaños y ámbitos organizacionales. En ellos observan la posibilidad de optimizar sus campañas publicitarias, el aumento de las ventas y un entendimiento más detallado del comportamiento individual de cada cliente. Llegar a este último punto, previamente requiere de una comprensión del contexto en el que se desarrollan los datos; para entenderlos, saber sus tendencias, su interrelación con otras variables y terminar categorizándolos como un activo empresarial. Este último aspecto marca un punto de partida para obtener beneficios y generar valor a partir de los datos.

3.7. Casos de generación de valor desde los datos en organizaciones de servicios públicos.

De los trabajos analizados, se encontraron los siguientes casos de generación de valor desde los datos en empresas de servicios públicos: El primero, hace referencia a los Desafíos que enfrenta el gobierno local de Dinamarca, por aprovechar sus activos de datos. Estos desafíos comprenden; la dificultad de la organización en comunicar y comprender el valor de los datos, aplicar un modelo compartido y la diversidad de capacidades de los empleados (Nielsen et al. 2019). El segundo, a través de un caso de negocio propone una metodología para el reemplazo de medidores en Irán, identificando el subregistro en la medición del consumo de Agua. En consecuencia, le permitió a la empresa aumentar sus ingresos en un 441% (Yazdandoost and Izadi 2018). Aunque, son pocos los artículos que hacen referencia a los casos de generación de valor desde los datos en empresas del sector público, estas organizaciones cada día comprenden más la importancia de sus datos, y como estos apalancan sus modelos de negocio. Es así, como algunas de las técnicas mencionadas en este trabajo, son transversales a los diferentes sectores empresariales, a las empresas públicas, privadas, pymes etc. De tal modo, que cualquier organización pueda generar valor desde los datos.

3.8. Desafíos investigativos

Los trabajos futuros y desafíos encontrados en los artículos fueron:

- Profundizar en cómo los tres temas de valor, prácticas y capacidades sobre la gobernanza de datos se relacionan o afectan mutuamente (Nielsen et al. 2019).

- Involucrar las perspectivas y los derechos de los ciudadanos en relación con el gobierno de datos personales (Nielsen et al. 2019).
- La falta de un modelo mental, la falta de un lenguaje compartido, y un énfasis excesivo en la tecnología, dificultan una comprensión compartida entorno al valor de los datos (Nagle and Sammon 2017).
- Seguir ajustando el modelo de precios de datos personales, debido a las numerosas variables y a la dinámica del mercado (Yuncheng Shen et al. 2016).
- Un área potencial para la investigación futura es explorar la creación de grandes valores de datos a nivel de ecosistema o de red. Por ejemplo, los ecosistemas de plataformas o las redes de valor, relacionadas con Internet de las cosas para introducir nuevas interacciones y condiciones, como la propiedad de los datos o la colaboración entre empresas (Ossi Ylijoki and Jari Porras 2018).
- Analizar otras formas de proteger los datos sensibles de los clientes, hoy en día, las personas y las organizaciones están preocupadas por las diversas posibilidades de explotación de la información sensible (Kamakshi and Vinaya Babu 2012).
- Emprender nuevas vías de investigación que ayuden a las organizaciones a establecer guías de auditoría, capaces de evaluar y asegurar la calidad de Big Data y su valor para el capital intelectual. Además, de nuevas prácticas para medir, informar y divulgar el capital intelectual (La Torre et al. 2018).
- Según el estudio realizado, las organizaciones valoran los datos en teoría, pero no a menudo en la práctica. Es necesario recopilar más datos para apoyar este hallazgo inicial (Brennan et al. 2019).

4. Discusión

A partir del análisis de la vigencia del tema, se concluye que la generación de valor de los datos no es un concepto nuevo, ha sido ampliamente explorado en el contexto de las cadenas de valor de los datos. Con relación al significado del concepto, las investigaciones consultadas tienen diferentes definiciones, algunas lo enmarcan en nuevo conocimiento, un lenguaje compartido y el dato como un activo empresarial. Sin embargo, otras publicaciones señalan la importancia de generar mapas de valores, modelos de precios y reutilización en diseño de productos. Lo anterior, destacando que en más del 50% de las publicaciones sugieren establecer un gobierno de datos que permita asegurar su calidad, integridad y responsables.

Según las publicaciones, son diversas las técnicas y metodologías utilizadas para generar valor a partir de los datos; desde la adquisición, las entrevistas grupales y mapas de valor, hasta redes de sensores e internet de las cosas. Cada una de ellas tiene un amplio espectro para seguir evolucionando y así, poder homologar aspectos que permitan tener un modelo práctico, para que las organizaciones puedan cuantificar fácilmente su valor.

Llegar a este punto no es una tarea fácil, además de tener que orquestar diferentes procesos de la organización, es necesario identificar cuáles son considerados activos empresariales. Además, con el uso y aprovechamiento de la tecnología, es más factible que las compañías exploten esa materia prima que han producido durante años, y que hoy representa una ventaja competitiva.

Es así, como la principal conclusión de este trabajo es que la generación de valor desde los datos es un proceso que viene en aumento en las empresas, pero con un amplio territorio por explorar. Aún no es claro como cuantificar el valor de los datos, porque las propuestas que plantean en las investigaciones están condicionadas por las diferentes variables de cada producto, servicio, empresa y, en general por la cadena de valor de los datos que compone cada proceso en particular.

Es claro entonces, que las compañías deben desarrollar esta habilidad, y para lograrlo las publicaciones muestran que es necesario trabajar en el gobierno de datos, la comprensión de los datos y el desarrollo de capacidades en las personas. Así mismo, es necesario enfocar parte de los esfuerzos en el uso y aprovechamiento de la tecnología al igual que en los datos de los clientes, los cuales marcan la diferencia con el resto de las organizaciones. También falta por explorar como integrar las perspectivas y derechos de los ciudadanos en relación con sus datos, seguir ajustando los modelos de precios de datos personales y la gestión de grandes valores de datos a nivel de ecosistemas que permita la colaboración entre empresas.

Referencias

Alexakos, Christos, Christos Anagnostopoulos, Apostolos Fournaris, Athanasios Kalogeras, and Christos Koulamas. 2018. "Production Process Adaptation to Iot Triggered Manufacturing Resource Failure Events." *IEEE International Conference on Emerging Technologies and Factory Automation, ETFA* 1–8. doi: 10.1109/ETFA.2017.8247671.

Attard, Judie, and Rob Brennan. 2018a. "A Semantic Data Value Vocabulary Supporting Data Value Assessment and Measurement Integration." 133–44. doi: 10.5220/0006777701330144.

Attard, Judie, and Rob Brennan. 2018b. "Challenges in Value-Driven Data Governance." in *Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*.

Brennan, Rob, Judie Attard, Plamen Petkov, Tadhg Nagle, and Markus Helfert. 2019. "Exploring Data Value Assessment: A Survey Method and Investigation of the Perceived Relative Importance of Data Value Dimensions." *ICEIS 2019 - Proceedings of the 21st International Conference on Enterprise Information Systems* 1:188–95. doi: 10.5220/0007723402000207.

Debattista, Jeremy, Judie Attard, and Rob Brennan. 2018. "Semantic Data Ingestion for Intelligent, Value-Driven Big Data Analytics." *Proceedings - 2018 International Conference on Big Data Innovations and Applications, Innovate-Data 2018* 1–8. doi: 10.1109/Innovate-Data.2018.00008.

Enders, Tobias. 2018. "Exploring the Value of Data – A Research Agenda." *Lecture Notes in Business Information Processing* 331:274–86. doi: 10.1007/978-3-030-00713-3_21.

El Hani, M. A., Louis Rivest, and Roland Maranzana. 2012. "Product Data Reuse in Product Development: A Practitioner's Perspective." *IFIP Advances in Information and Communication Technology* 388 AICT:243–56. doi: 10.1007/978-3-642-35758-9_21.

Kamakshi, P., and A. Vinaya Babu. 2012. "Automatic Detection of Sensitive Attribute in PPDM." *2012 IEEE International Conference on Computational Intelligence and Computing Research, ICCIC 2012* 1–5. doi: 10.1109/ICCIC.2012.6510183.

Kasper, Helmut, Mark Lehrer, Jürgen Mühlbacher, and and Barbara Müller. 2012. "EPub WU Institutional Repository." *Computers & Operations* ... 1(September):269–88. doi: 10.1007/s10551-011-0925-7.

Nagle, Tadhg, and David Sammon. 2017. "The Data Value Map: A Framework for Developing Shared Understanding on Data Initiatives." *ECIS 2017 Proceedings* 1439–52.

Nielsen, Olivia Benfeldt, John Stouby Persson, and Sabine Madsen. 2019. "Why Governing Data Is Difficult: Findings from Danish Local Government." *IFIP Advances in Information and Communication Technology* 533:15–29. doi: 10.1007/978-3-030-04315-5_2.

Ossi Ylijoki and Jari Porras. 2018. "Article Information : Chippk@gibs.Co.Za."

Quintero, Johana, and José Sánches. 2006. "La Cadena de Valor : Una Herramienta Del Pensamiento Estratégico The Value Chain : A Strategic Thought Tool." *Telos* 8(3):377–89.

Rozo, Carlos; Medina, Luisa;, Nubia; Escobar, Ana; Santofimio, and Jose Vargas, Adriana; Rodríguez, Claudia; Aponte. 2019. "Guía Para El Uso y Aprovechamiento de Datos Abiertos En Colombia." 37.

La Torre, Matteo, Vida L. Botes, John Dumay, Michele Antonio Rea, and Elza Odendaal. 2018. "The Fall and Rise of Intellectual Capital Accounting: New Prospects from the Big Data Revolution." *Meditari Accountancy Research* 26(3):381–99. doi: 10.1108/MEDAR-05-2018-0344.

Yazdandoost, Farhad, and Ardalan Izadi. 2018. "An Asset Management Approach to Optimize Water Meter Replacement." *Environmental Modelling and Software* 104:270–81. doi: 10.1016/j.envsoft.2018.03.015.

Yuncheng Shen, Bing Guo, Yan Shen, Xuliang Duan, Xiangqian Dong, and Hong Zhang. 2016. "A Pricing Model for Big Personal Data." *Tsinghua Science and Technology* 21(5):482–90. doi: 10.1109/TST.2016.7590317.

risti
Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação
Iberian Journal of Information Systems and Technologies

Recebido/Submission: 22/04/2021
Aceitação/Acceptance: 08/06/2021

Nivel de satisfacción en educación superior, en medio del COVID-19

Ledy Gómez-Bayona[1], Gustavo Moreno-López[2], Sandra Milena Palacio -López[3]

ledy.gomez@usbmed.edu.co; rectoria@iumafis.edu.co; spalacio@udem.edu.co

[1]Universidad de San Buenaventura, Cra 56c # 51-110, código postal:050010, Medellín-Antioquia, Colombia.

[2]Institución Universitaria Marco Fidel Suárez, Cll 48 # 50-30, código postal:051053, Medellín-Antioquia, Colombia

[3] Universidad de Medellín, Cr 87 # 30-65, código postal:050010, Medellín-Antioquia, Colombia

Pages: 127-139

Resumen: Gestionar estrategias que permitan la satisfacción en la comunidad académica se convierte en un reto para las instituciones, más aún en momentos de crisis por el COVID-19. El objetivo de este artículo es identificar el nivel de satisfacción bajo herramientas digitales que permitan finalizar el proceso de enseñanza aprendizaje del semestre académico 2020-1 por la llegada del COVID-19. La metodología se realizó a partir de una encuesta aplicada a la comunidad académica. Dentro de los resultados se tiene un buen nivel de satisfacción frente a las medidas adoptadas para enfrentar la contingencia, se concluye que es necesario continuar explorando diferentes alternativas de gestión para que la comunidad académica logre una mayor satisfacción que perdure en las instituciones educativas.

Palabras-clave: Satisfacción; estudiante; docente; COVID-19.

Satisfaction level in higher education, amid COVID-19

Abstract: Managing strategies that allow satisfaction in the academic community becomes a challenge for institutions, even more so in times of crisis due to COVID-19. The objective of this article is to identify the level of satisfaction under digital tools that allow the completion of the teaching-learning process of the academic semester 2020-1 due to the arrival of COVID-19. The methodology was carried out from a survey applied to the academic community. Among the results, there is a good level of satisfaction with the measures adopted to face the contingency, it is concluded that it is necessary to continue exploring different management alternatives so that the academic community achieves greater satisfaction that lasts in educational institutions.

Keywords: Satisfaction, student, teacher, COVID-19.

1. Introducción

Se ha vuelto necesario e importante modificar la manera de gestionar la educación en las instituciones, la aparición del Covid-19 ha traido inmerso una cantidad de cambios desde el diario vivir, los hábitos y el comportamiento de los individuos que llevan a transformar la educación superior (Yeasmin, Banik, Hossain, Mahumud, Salma & Hossain 2020) y a proponer nuevas alternativas que les genere una buena experiencia a los clientes internos y externos. Aspectos como el relacionamiento, la comunicación y la satisfacción se han vuelto más importantes en la gestión de los académicos y han generado valor en cada uno de los procesos para tener cercanía con la institución (Gómez-Bayona, Ferre-Pavia, & Arrubla Zapata, 2019)

Aspectos como la cuarentena, el autoaislamiento, el encierro, el toque de queda, y el cierre de la academia, han influido en el normal progreso de la educación en el año 2020, afectando el cumplimiento y las condiciones del aprendizaje a distancia (Mohmmed, Khidhir, Nazeer & Vijayan 2020), cosas así ya se habían evidenciado en tiempos anteriores donde herrmientas como la radio y DVD eran los insumos para dar continuidad a la comunicación entre el docente y sus estudiantes y así ampliar el acceso a la educación, proceso que había sido interrumpido y suspendido debido al conflicto y la violencia (Davies & Bentrovato, 2011), al desplazamiento durante el conflicto Sirio por ejemplo (Tauson M, Stannard L 2018), lo que lleva a reflexionar que en tiempo atrás ya el sector educativo en algunos países ha tenido que implementar acciones y adaptarse al contexto, en este caso no solamente se planean acciones con estudiantes, sino que también se replantean los modelos de gestión al interior del entorno educativo, ya que en medio de la crisis los que integran la comunidad académica deben apoyar, en algunos lugares bajo la figura de sacrificios compartidos la gestión de los administradores educativos se ha replanteado para responder a las nuevas exigencias, aspectos como recorte de salarios, compensaciones temporales y licencias, han sido la constante para aportar a esta situación de crisis que impacta todos los sectores económicos (Miller 2020).

Lo anterior ocasiona que se desarrollen dificultades adicionales a las que por si mismo trae la pandemia, menciona Baloran (2020) que la pandemia del COVID-19 que se experimienta a nivel mundial ha desatado mayor dificultad para los estudiantes e integrantes de la comunidad académica trayendo cuadros de ansiedad, el transtorno de salud mental al que se someten los estudiantes en tiempos de encierro, el poco tiempo o conocimiento de los padres para brindar solución a los requerimientos educativos enferman la familia (Yeasmin, Banik, Hossain, Mahumud, Salma & Hossain 2020). Por ejemplo en el sector académico el trabajo remoto desde casa ha sido de dificil adaptación principalmente para las mujeres, ya que se enfrentan a importantes desafíos, no solo desde el cumplimiento de las funciones laborales, sino tambien desde la responsabilidad en diversos compromisos familiares y de labores del hogar (Nash & Churchill, 2020).

Las instituciones educativas se encuentran con el mismo reto de sobrevivir con un modelo a distancia en acompañamiento virtual sin formación previa, poco preparadas para gestionar y acompañar los diferentes colaboradores, se vuelve aun más complejo para los docentes que deben reemplazar repentinamente un esquema de enseñanza tradicional, mediado por el relacionamiento, la comunicación y la interacción por los modelos de virtualidad que presentan infinidad de herramientas y al mismo tiempo complejidades

(Peloso, Ferruzzi, Mori, Camacho, Franzin, Margioto & Freitas 2020). Si bien es cierto existen comportamientos preventivos e intervinientes relacionados con el COVID-19, se espera que sea lento el retorno a las aulas académicas y a la normalidad, dependerá de la constancia de la comunidad académica en aspectos de autocuidado y protección (Niu, Wang, Hu, Mei & Tang 2020), es así que el ausentismo académico debe continuar hasta que no exista una posible solución en aspectos científicos, la planificación al ingreso de los claustros académicos debe ser la prioridad, ya que el no hacerlo llevará a rebrotes que se transformen en más estudiantes y familias infectadas (Grossman & Peck 2020).

Es así que se hace necesario comprender que existen programas académicos que cuentan con posibilidad de acompañamiento virtual y el desarrollo técnico del saber profesional no se verá tan afectado, sin embargo existen otros que dependerán de la presencialidad para lograr el resultado profesioanl esperado, por ello es necesario continuar estableciendo canales de comunicación para que este tema sea mas claro y preciso al momento de hablar de calidad educativa (Gagnon, Young, Bachman, Longbottom, Severin & Walker 2020).

Los indices de preocupación han aumentado en los estudiantes y sus familias, la salud mental ha sido otra de las dificultades de las instituciones educativas, planear no solo desde la academia sino tambien desde lo humano para brindar equilibrio en tiempos de pandemia (Baiano, Zappullo & Conson 2020) y comprender la satisfacción que perciben los individuos que integran la comunidad académica es uno de los objetivos de quienes dirigen de las Instituciones de Educación Superior (IES), por ello ha ganado importancia la planeación y ejecución de estrategias mercadológicas que muestren articulación entre los principales directivos y los grupos de interés con los que se relacionan. Se vienen desarrollando estudios como los de (Oplatka & Hemsley-Brown, 2012; Arar, Turan, Barakat, & Oplatka, 2017; Oplatka, 2017; Khoshtaria, Datuashvili, & Matin, 2020) que han identificado la importancia de la satisfacción con estudiantes y docentes, en el caso Latinoamericano pocos son los estudios que se evidencian del tema, sin embargo con la situación actual de crisis mundial en aspectos de la pandemia por COVID-19, las organizaciones y especialmente las académicas han tenido que reformular sus modelos de gestión y esto involucra las metodologías que formulan para brindar un desarrollo adecuado en aspectos administrativos y académicos, se hace entonces necesario conocer cuál ha sido la satisfacción de los principales actores académicos, donde tanto estudiantes y docentes se enfrentan a una nueva manera de construir conocimiento y de avanzar en la enseñanza y el aprendizaje. Y que a partir de ahí se formulen planes de acción desde el mercadeo relacional y la articulación con otras áreas de conocimiento como por ejemplo la gamificación, planteado por Gómez-Bayona, Moreno-López & Machuca-Villegas (2020).

Por ello, tratando de comprender la evolución que ha traido el concepto de satisfacción, se encuentra un recorrido importante en la literatura, donde se han venido incorporando aspectos como la confianza, el compromiso y la lealtad (Schlesinger, Cervera, & Pérez-Cabañero, 2017; Trullas, Simo, Fusalba, Fito, & Sallan, 2018; Alqirem, Alnaimi, & Shuhaiber, 2018; Asghar & Pilkington, 2018; Gómez-Bayona, Ferre-Pavia, & Arrubla Zapata, 2019) con el objetivo de crecer y fortalecer la importancia que este tema de satisfacción trae para los clientes externos e internos, se comprende que en la manera en que estén satisfechos y motivados los individuos, se puede construir un concepto de organización en beneficio de los valores misionales y de la prospectiva para construir competitividad (Hashim, Mohd Yasin, & Ya'kob, 2020).

Teniendo en cuenta la importancia de la satisfacción en los modelos educativos en tiempos de pandemia, se espera a partir de este artículo, dar respuesta a la siguiente pregunta de investigación ¿cuál es el nivel o grado de satisfacción de docentes y estudiantes de la Institución Universitaria Marco Fidel Suarez - IUMAFIS con motivo de la adopción de herramientas de tecnología digital para finalizar el proceso de enseñanza aprendizaje del semestre académico 2020-1 por la llegada al país de la pandemia COVID-19? El abordaje de este artículo se realizó con la comprensión de los temas del COVID-19 y satisfacción en educación, porterior se definió la metodología y la herramienta a utilizar para la recolección de información, seguidamente se presentan los resultados y las conclusiones de la investigación. Se espera que esta investigación aporte a las IES en la identificación de aspectos que permiten la satisfacción derivado de la toma de decisiones directivas ante las diferentes problemáticas que se han venido presentando con el COVID-2019.

2. Metodología

2.1. Muestra y mediciones

Se seleccionó una muestra al azar de 451 personas entre estudiantes y docentes pertenecientes a la comunidad de una IES colombiana denominada Institución Universitaria Marco Fidel Suárez (IUMAFIS), los cuales se encontraban entre los 18 y más de 55 años de edad, a quienes se les envió por correo electrónico un cuestionario estructurado; la recolección de datos se realizó entre los meses de abril y julio del 2020. El 52% de los encuestados eran del sexo femenino el 43% eran del estrato socioeconómico 2, seguido del 40% pertenecientes al estrato 3. Adicionalmente se encontró que el 42% del total de encuestados tiene como máximo nivel de formación bachiller, seguidos de un 29% con título de Técnico.

2.2. Cuestionario

El cuestionario que diligencio la muestra estaba conformado por un total de 22 preguntas cerradas y una pregunta abierta. Las primeras siete preguntas están conformadas por variables demográficas que proporcionaban información personal del encuestado como sexo, edad, estado civil, municipio en el que vive actualmente, estrato socioeconómico, dirección de correo electrónico, máxima formación académica lograda campo o área de conocimiento; las siguientes siete preguntas estaban destinada a recabar información sobre las condiciones básicas para enfrentar la dificultad actual COVID-19, por lo que se le pregunto a los encuestados por: su situación personal antes del Aislamiento Preventivo Obligatorio (A.P.O.), si se encontraban afiliados al Sistema de Selección de Beneficiarios para Programas Sociales (SISBEN), con cuántas personas comparte su vivienda, si actualmente tiene computador, si en su vivienda tiene servicio de internet, cuál es su situación personal después del (A.P.O.), y con cuántas personas comparte el uso de su computador; las siguientes seis preguntas están enfocadas en medir el grado de satisfacción con las estrategias aplicadas con por la IES a partir de una escala tipo Likert con una medición de 1 poco satisfecho y 4 muy satisfecho; se realizó una pregunta para identificar la capacidad de ver o desarrollar una o varias asignaturas bajo la condición de virtualidad sobre: Teniendo en cuenta su evaluación o valoración del nivel o grado de satisfacción alcanzado, al culminar el Aislamiento Preventivo Obligatorio. (A.P.O.) y

de conformidad con las disposiciones emanadas del Ministerio de Educación Nacional, considera que está en condiciones personales, familiares y económicas para orientar o abordar en el semestre 02-2020, con el acompañamiento de herramientas de tecnologías digitales: finalmente se realizó una pregunta abierta para conocer las recomendaciones que tenían los participantes sobre la realidad actual de la pandemia y el abordaje que había realizado la institución para enfrentarlo.

2.2. Análisis de datos

Para el análisis de datos se utilizó la prueba estadística de chi cuadrado con el software estadístico SPSS a un nivel de significación del 5% ($\alpha = .05$), teniendo presente que el objetivo de esta instigación es identificar el nivel o grado de satisfacción de docentes y estudiantes de la IUMAFIS con motivo de la adopción de herramientas de tecnología digital para finalizar el proceso de enseñanza aprendizaje del semestre académico 2020-1 por la llegada al país de la pandemia COVID-19, y las variables son de escala nominal y ordinal, para esto la hipótesis que se somete a prueba (Alvarez, Baños, & Torrado-Fonseca, 2018;Cheng, Liou, Aston, & Tsai, 2008).

Adicionalmente para analizar la confiabilidad de los items de cada escala se aplicó la prueba de alfa de Cronbach, y así validar estadísticamente el instrumento, que para este caso presento un valor del alfa de Cronbach para medir la satisfacción con las estrategias implementadas por la institución es > .88, lo cual indica que existe una consistencia interna de la escala.

3. Resultados

3.1. Análisis del grado de satisfacción y las variables demográficas

Respecto a las variables demográficas se encontró que las únicas variables que se asocian estadísticamente con el valor de la satisfacción de las estrategias implementadas por la Institución durante la pandemia son la edad y la máxima formación académica lograda

con un P= ,000, la edad se asocia significativamente con el nivel o grado de satisfacción con la incorporación de estrategias digitales en la formación académica mientras permanece el (A.P.O.), donde se ve que las personas entre 18 y más de 55 años se encuentras satisfechos, las personas con menos de 18 años se encuentran poco satisfechos.

Se presenta una relación (P= ,045) entre la edad y evalúa o valora el acompañamiento académico recibido por parte de la IUMAFIS, donde en todos los rangos de edad se encuentra un valor satisfactorio, al igual que la relación entre la edad y evalúa o valora el cumplimiento de horarios y espacios de trabajo académico adoptados por parte de los docentes y de los estudiantes como (P= ,020).

Respecto a la máxima formación académica lograda hasta el momento actual, se presenta una relación estadísticamente significativa con las seis variables que miden el grado de satisfacción con las estrategias implementadas por la institución, donde la relación con el nivel o grado de satisfacción con la incorporación de estrategias digitales en la formación académica mientras permanece el (A.P.O.) (P= ,000) es satisfactorio para todos los niveles de formación menos para los Magister, para quienes

esta evaluación es muy satisfactoria; frente a la relación con la evaluación o valoración del acompañamiento administrativo recibido por parte de la IUMAFIS (P= ,000), el grado de satisfactorio lo asignan todos los niveles de formación menos los especialistas, quienes dan una evaluación de muy satisfactorio; mientras que para la relación con la evaluación o valoración del acompañamiento académico recibido por parte de la IUMAFIS, es satisfactorio para todos los niveles de formación.

Ahora bien, la relación entre la máxima formación académica lograda hasta el momento actual, y la evaluación o valoración de todos los esfuerzos realizados por la IUMAFIS para alcanzar el logro de sus competencias académicas (P= ,007), donde se ve que los Magister y Especialistas dan un grado de muy satisfactorio para esta estrategia, mientras que los demás niveles de formación dan una evaluación de satisfactorio. Este mismo comportamiento se refleja para la relación entre la máxima formación académica lograda hasta el momento actual y el cumplimiento de horarios y espacios de trabajo académico adoptados por parte de los docentes y de los estudiantes. Por su parte la relación con la Evaluación o valoración de las estrategias metodológicas y las herramientas de tecnologías digitales utilizadas para abordar las actividades académicas P(=,000), se da el grado de muy satisfactorio para Profesional y Magister, mientras que para los otros niveles de formación es de satisfactorio.

3.2. Análisis de la capacidad para abordar o desarrollar una o más asignaturas bajo la nueva modalidad de apoyo virtual

Se observa una relación entre situación personal antes del (A.P.O.) y el nivel o grado de satisfacción con la incorporación de estrategias digitales en la formación académica mientras permanece el (A.P.O.) (P= ,000), donde para las situación de empleado y docente, empleado y estudiante, independiente y docente, independiente y estudiante, y solo estudiante tiene un grado satisfactorio, mientras que para empresario y docente y solo docente el grado es muy satisfactorio.

Respecto a la situación personal antes del (A.P.O.) y la evaluación o valoración del acompañamiento administrativo recibido por parte de la IUMAFIS se presenta una relación significativa con un P=, 001, donde empleado y docente, empleado y estudiante, empresario y docente, independiente y estudiante y solo estudiante tiene un grado satisfactorio, mientras que Independiente y docente y solo docente, tiene un grado muy satisfactorio.

Por su parte, la situación personal antes del (A.P.O.) y la evaluación o valoración del acompañamiento académico recibido por parte de la IUMAFIS, se observa una relación estadísticamente significativa con un P= ,001, donde todas las situaciones personales antes del (A.P.O) tiene una evaluación satisfactoria menos las personas que son solo docentes que califican el acompañamiento recibido como muy satisfactorio. El mismo comportamiento lo presenta la relación de la situación personal antes del (A.P.O.) y la evaluación o valoración de las estrategias metodológicas y las herramientas de tecnologías digitales utilizadas para abordar las actividades académicas (P= ,000)

La situación personal antes del (A.P.O.) y la evaluación o valoración del cumplimiento de horarios y espacios de trabajo académico adoptados por parte de los docentes y de los estudiantes tiene una relación significativa (P= ,014), donde empleado y estudiante,

Independiente y docente, independiente y estudiante, y solo estudiante tiene una valoración satisfactoria, mientras que empleado y docente, empresario y docente, y solo docente tiene una valoración muy satisfactoria. Este mismo comportamiento lo presenta la relación entre la situación personal antes del (A.P.O.) y la evaluación o valoración de todos los esfuerzos realizados por la IUMAFIS para alcanzar el logro de sus competencias académicas (P= ,006).

En conclusión general puede verse que las personas que son solo docentes presentaron un grado de satisfacción como muy satisfecho frente a las diferentes estrategias presentadas por la insttitución, mientras que para los personas que son solo estudiantes esta valoración siempre fue satisfactoria, las variaciones se dieron con los otros tipos de situación.

Respecto a las relación entre el número de personas con la que se comparte la vivienda, solo se encontró una relación significativa con la evaluación o valoración del acompañamiento académico recibido por parte de la IUMAFIS (P= ,019), donde se obtuvo una valoración satisfactoria. Por su parte la relación entre si actualmente se tiene computador solo presento una relación significativa con el nivel o grado de satisfacción con la incorporación de estrategias digitales en la formación académica mientras permanece el (A.P.O.) (P= ,006), donde se destaca una valoración satisfactoria.

La variable si en su vivienda tiene servicio de internet, presento relación significativa con el nivel o grado de satisfacción con la incorporación de estrategias digitales en la formación académica mientras permanece el (A.P.O.) (P=,004), donde las personas que indicaron que si tenian servicio de internet presentaron un nivel satisfactorio, mientras las personas que indicaron no tener este servicio su evaluación fue poco satisfactorio; y con la evaluación o valoración del acompañamiento académico recibido por parte de la IUMAFIS (P= ,015), donde tanto las personas que tenienta este servicio como las que no presentaron una evaluación satisfactoria

Respecto a la situación personal después del (A.P.O.) y su nivel o grado de satisfacción con la incorporación de estrategias digitales en la formación académica mientras permanece el (A.P.O.) (P= ,000), donde si bien se logra en algunas tener un grado de satisfactorio con esta estrategia, a diferencia de la situación antes del (A.P.O), sobre salen evaluaciones de poco satisfactoria en espacial para las personas que actualmente son empleado y estudiante, sesempleado y estudiante, empresario y estudiante, en licencia no remunerada y estudiante, en solo estudiante e Independiente y estudiante.

En la relación entre situación personal después del (A.P.O.), y la evaluación o valoración del acompañamiento administrativo recibido por parte de la IUMAFIS (P=), si bien sobre sale la valoración de satisfactorio, también se observan dinámicas entre poco satisfactorio para empleado y estudiante, empresario y estudiante, en licencia remunerada y estudiante, e Independiente y estudiante, mientras que el para docente tiene una valoración de muy satisfactorio.

La situación personal después del (A.P.O.), y la evaluación o valoración del acompañamiento académico recibido por parte de la IUMAFIS (P= ,029), se destaca la valoración satisfactoria entre cada situación personal actual, menos para los docentes quienes evalúan esta estrategia como muy satisfactoria. situación similar que ocurre con la relación con la evaluación o valoración del cumplimiento de horarios y espacios de

trabajo académico adoptados por parte de los docentes y de los estudiantes (P= ,001), y con la evaluación o valoración de todos los esfuerzos realizados por la IUMAFIS para alcanzar el logro de sus competencias académicas (P= ,040).

Respecto a la relación entre la situación personal después del (A.P.O.), y la evaluación o valoración de las estrategias metodológicas y las herramientas de tecnologías digitales utilizadas para abordar las actividades académicas (P= ,000) si bien se logra en algunas tener un grado de satisfactorio con esta estrategia, a diferencia de la situación antes del (A.P.O), se comienzan a ver pesos de evaluaciones de poco satisfactoria en espacial para las personas que actualmente son empleado, estudiante y empresario.

Respecto a la relación entre el número de personas con las que comparte el uso de su computador y el nivel o grado de satisfacción con la incorporación de estrategias digitales en la formación académica mientras permanece el (A.P.O.) se presenta una relación estadísticamente significativa (P= ,041), donde se presenta una evaluación de satisfactorio para las personas que comparte el uso de computador con 1 o 2 personas, quienes no tienen computador evalúan esta estrategia como poco satisfactoria. Por su parte la relación con la evaluación o valoración de todos los esfuerzos realizados por la IUMAFIS para alcanzar el logro de sus competencias académicas (P= ,025) presenta una evaluación satisfactoria sin discriminar el número de personas con que se comparte el uso del computador

3.3. Análisis de la capacidad para abordar o desarrollar una o más asignaturas bajo la nueva modalidad de apoyo virtual

Para la relación entre teniendo en cuenta su evaluación o valoración del nivel o grado de satisfacción alcanzado, al culminar el (A.P.O.) y de conformidad con las disposiciones emanadas del Ministerio de Educación Nacional, considera que está en condiciones personales, familiares y económicas para orientar o abordar en el semestre 02-2020, con el acompañamiento de herramientas de tecnologías digitales, se presenta relaciones significativas con las seis que miden el grado de satisfacción con las estrategias que ha implementado al Institución en tiempos de pandemia.

De esta variable se ve una relación con el nivel o grado de satisfacción con la incorporación de estrategias digitales en la formación académica mientras permanece el (A.P.O.) (P= ,000), donde la evaluación es de satisfactorio, sin embargo cabe resaltar que las personas que seleccionaron la opción de hasta tres asignaturas tienden a evaluar en un similar grado de importancia como poco satisfactorio.

Con la evaluación o valoración del acompañamiento administrativo recibido por parte de la IUMAFIS (P= ,019), se observa una valoración de satisfactorio para las diferentes número de asignaturas que los participantes esperan abordar o desarrollar, caso similar ocurre con la relación en la evaluación o valoración del acompañamiento académico recibido por parte de la IUMAFIS (P= ,006), la evaluación o valoración del cumplimiento de horarios y espacios de trabajo académico adoptados por parte de los docentes y de los estudiantes (P= ,000), la evaluación o valoración de las estrategias metodológicas y las herramientas de tecnologías digitales utilizadas para abordar las actividades académicas (P= ,000), y de la evaluación o valoración de todos los esfuerzos realizados por la IUMAFIS para alcanzar el logro de sus competencias académicas (P= ,001).

4. Conclusiones

Esta investigación concluye que la situación por la que atraviesa el país y el mundo, llevan a una modificación en los modelos de gestión para articular la comunidad académica y trabajar en beneficio de los planes establecidos al inicio del 2020, la dinámica educativa necesitó enfrentar un reto muy importante de virtualidad cuando poco se estaba preparado para ello, los docentes y estudiantes han sido sometidos a nuevas maneras de comunicación y relacionamiento que gracias a la voluntad y al trabajo colaborativo con las instituciones logran avanzar y enfrentarse a formas de enseñanza y aprendizaje con pensamiento disruptivo.

Evaluando las respuestas luego del análisis estadístico se visualiza una amplia satisfacción entre los públicos objeto del instrumento, identificando que se encuentran satisfechos con las diferentes actividades realizadas para enfrentar las dificultades generadas por la pandemia. Así mismo se encuentra que los docentes valoran los esfuerzos de los directivos de la IUMAFIS en el acompañamiento y las estrategias para darle continuidad a un proceso académico que inicio con unos esquemas de trabajo en 2020-1 y finalizo con otras condiciones difíciles de manejar pero no imposible para lograr altos niveles de satisfacción y de tranquilidad para los estudiantes y para ellos mismos en la construcción de conocimiento contínuo.

Igualmente se concluye que el nivel de satisfacción en las instituciones académicas es de gran importancia para el empoderamiento de la marca y la consolidación de estrategias que le generen visibilidad y posicionamiento a las instituciones, es así, que teniendo en cuenta los resultados de esta investigación, se considera que las instituciones educativas deben continuar realizando un mayor abordaje en la gestión con sus estudiantes y docentes para que a partir de los enfoques de calidad del servicio y satisfacción, se logren mejores alternativas de proyección y articulación, así como lo afirman Gómez-Bayona, Moreno-López & Machuca-Villegas (2020).

Si bien la evaluación para el nivel o grado de satisfacción con la incorporación de estrategias digitales en la formación académica mientras permanece el (A.P.O.) es en promedio satisfactoria, se puede observar que para los diferentes públicos, esta estrategia tiende a tener una evaluación poco satisfactoria lo cual es coherente para los públicos en los cuales se detecto este comportamiento, como aquellos hogares en los cuales no se cuenta con un servicio de internet o de computador, para las personas pertenecientes aun un estrato socioeconómico entre 1-3, entre los niveles de formación que aun no son profesionales y con la influencia del numero de personas con las que se debe compartir el computador, entonces el no contar con las herramientas tecnológicas para sobre llevar esta pandemia los lleva a sentir poca satisfacción, situación que se hace dificil de controlar, pero que la IUMAFIS en alianzas con proveedores y en gestión rectoral presenta algunas alternativas de solución.

En cuanto a la evaluación o valoración del cumplimiento de horarios y espacios de trabajo académico adoptados por parte de los docentes y de los estudiantes, se observa que los diferentes públicos se encuentran satisfechos seguido de muy satisfechos con esta estrategia, lo que demuestra el grado de responsabilidad de los diferentes actores que interviene en el buen funcionamiento de la institución

A causa de lo anterior, se propone como resultado de esta investigación que las instituciones educativas mantengan un nivel alto de satisfacción en los individuos que integran la comunidad académica, es así como se sugiere considerar el modelos de calidad de servicio como el eje principal de la propuesta de mercadeo tanto interno como externo, se toma como referente el modelo SERVQUAL construido por Parasuraman-Zeithaml y Berry (1988) para que las instituciones consideren las cinco dimensiones como el soporte de la propuesta de servicio y que se contextualice en todos los públicos de la institución.

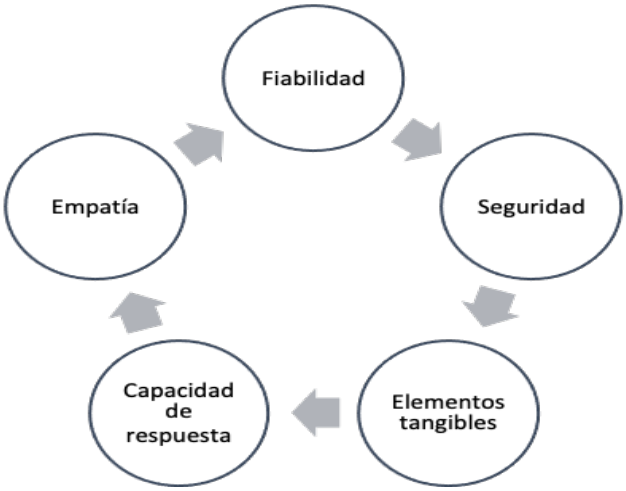


Figura 1 – Modelo SERVQUAL como generador de valor en las instituciones educativas
Fuente: (Parasuraman-Zeithaml y Berry 1988)

Se pretende con esta propuesta construir calidad de servicio en las instituciones educativas a partir de aspectos que generen coherencia entre lo que se promete y cumple, que exista sinceridad al momento de resolver dudas o inquietudes de los estudiantes, docentes, administrativos, proveedores, egresados, generar una buena impresión en la atención, que exista un comportamiento adecuado y dispuesto de los colaboradores que integran la institución, consolidar valores de amabilidad, respeto, seguridad y confianza para que esto sea transmitido como una cultura, contar con capacidad de respuesta adecuada en los requerimientos de los individuos y finalmente apostarle a identificar y comprender las necesidades de los usuarios para construir porpuestas de valor que permita una atención personalizada y cercana con altas dosis de empatía.

Se espera que tanto los resultados como la propuesta de servicio planteada en esta investigación, le brinde a las instituciones educativas una idea de lo importante que es mantener buenos índices de satisfacción en los docentes y estudiantes aún en tiempos de pandemia para construir tejido humano que apoye la gestión de los directivos académicos y se proyecten alternativas de crecimiento y sostenibilidad en épocas de globalización y competitividad.

Referencias

Alvarez, M. R., Baños, R. V., & Torrado-Fonseca, M. (2018). La relació entre dues variables segons l'escala de mesurament amb SPSS. REIRE Revista d'Innovació i Recerca en Educació, 11(2), 45-60.

Asghar, M., & Pilkington, R. (2018). The relational value of professional dialogue for academics pursuing HEA fellowship. *International Journal for Academic Development*, *23*(2), 135–146. https://doi.org/10.1080/1360144X.2017.1386566

Alqirem, R. M., Alnaimi, H. M., & Shuhaiber, A. (2018). A best-practice model of university-students relationship development. *International Journal of Knowledge Management*, *14*(4), 46–67. https://doi.org/10.4018/IJKM.2018100104

Arar, K., Turan, S., Barakat, M., & Oplatka, I. (2017). The characteristics of educational leadership in the Middle East: A comparative analysis of three nation-states. En D. Waite & I. Bogotch (Eds.), *The Wiley International Handbook of Educational Leadership* (pp. 355–373). https://doi.org/10.1002/9781118956717.ch19

Baiano, C., Zappullo, I., & Conson, M. (2020). Tendency to worry and fear of mental health during Italy's COVID-19 lockdown. *International journal of environmental research and public health*, *17*(16), 5928.

Baloran, E. T. (2020). Knowledge, Attitudes, Anxiety, and Coping Strategies of Students during COVID-19 Pandemic. *Journal of Loss and Trauma*, 1-8.

Cheng, P. E., Liou, M., Aston, J. A., & Tsai, A. C. (2008). Information identities and testing hypotheses: Power analysis for contingency tables. Statistica Sinica, 535-558.

Davies L, Bentrovato D (2011) Understanding education's role in fragility: synthesis of four situational analyses of education and fragility: Afghanistan, Bosnia and Herzegovina, Cambodia, Liberia. 2011, IIEP research papers. International Institute forEducational Planning, Paris

Gagnon, K., Young, B., Bachman, T., Longbottom, T., Severin, R., & Walker, M. J. (2020). Doctor of Physical Therapy Education in a Hybrid Learning Environment: Reimagining the Possibilities and Navigating a "New Normal". *Physical Therapy*.

Gómez-Bayona, L., Moreno-López, G., & Machuca-Villegas, L. (2020). La gamificación en mercadeo educativo como estrategia de gestión en las universidades acreditadas. *Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação*, (E34), 336-349.

Gómez-Bayona, L., Ferre-Pavia, C., & Arrubla Zapata, J. P. (2019). Modelos de mercadeo relacional en educación: articulación con el docente universitario. *Revista Venezolana de Gerencia*, *24*(2), 542–556. Recuperado de https://bit.ly/2ScTlEM

Grossman, P. T., & Peck, J. R. (2020). Simulating COVID-19 in a University Environment." arXiv pre-print server. *arXiv preprint arXiv:2006.03175*.

Hashim, S., Mohd Yasin, N., & Ya'kob, S. A. (2020). What constitutes student–university brand relationship? Malaysian students' perspective. *Journal of Marketing for Higher Education*, 1–23. https://doi.org/10.1080/08841241.2020.1713278

Khoshtaria, T., Datuashvili, D., & Matin, A. (2020). The impact of brand equity dimensions on university reputation: an empirical study of Georgian higher education. *Journal of Marketing for Higher Education*, 1–17. https://doi.org/10.1080/08841241.2020.1725955

Miller, K. (2020). Sharing the sacrifice, minimizing the pain: Optimal wage reductions. *Economics letters*, *196*, 109503.

Mohmmed, A. O., Khidhir, B. A., Nazeer, A., & Vijayan, V. J. (2020). Emergency remote teaching during Coronavirus pandemic: the current trend and future directive at Middle East College Oman. *Innovative Infrastructure Solutions*, *5*(3), 1-11.

Nash, M., & Churchill, B. (2020). Caring during COVID-19: A gendered analysis of Australian university responses to managing remote working and caring responsibilities. *Gender, Work & Organization*.

Niu, Z., Wang, T., Hu, P., Mei, J., & Tang, Z. (2020). Chinese Public's Engagement in Preventive and Intervening Health Behaviors During the Early Breakout of COVID-19: Cross-Sectional Study. *Journal of medical Internet research*, *22*(8), e19995.

Oplatka, I. (2017). Principal workload: Components, determinants and coping strategies in an era of standardization and accountability. *Journal of Educational Administration*, *55*(5), 552–568. https://doi.org/10.1108/JEA-06-2016-0071

Oplatka, I., & Hemsley-Brown, J. (2012). The research on school marketing: Current issues and future directions – An updated version. En J. Hemsley-Brown & I. Oplatka (Eds.), *The Management and Leadership of Educational Marketing: Research, Practice and Applications (Advances in Educational Administration, Vol. 15)* (pp. 3–35). https://doi.org/https://doi.org/10.1108/S1479-3660(2012)0000015003

Parasuraman, A., Zeithaml, V. A., & Berry, L. L. (1988). Servqual: A multiple-item scale for measuring consumer perc. *Journal of retailing*, *64*(1), 12.

Schlesinger, M. W., Cervera, A., & Pérez-Cabañero, C. (2017). Sticking with your university: The importance of satisfaction, trust, image, and shared values. *Studies in Higher Education*, *42*(12), 2178–2194. https://doi.org/10.1080/03075079.2015.1136613

Tauson M, Stannard L (2018) EdTech for learning in emergencies and displaced settings: a rigorous review and narrative synthesis. Save The Children, London. https ://resou rcece ntre.savethechi ldren .net/node/13238 /pdf/edtec h-learn ing. pdf.

Trullas, I., Simo, P., Fusalba, O. R., Fito, A., & Sallan, J. M. (2018). Student-perceived organizational support and perceived employability in the marketing of higher education. *Journal of Marketing for Higher Education*, *28*(2), 266–281. https://doi.org/10.1080/08841241.2018.1488334

Yeasmin, S., Banik, R., Hossain, S., Hossain, M. N., Mahumud, R., Salma, N., & Hossain, M. M. (2020). Impact of COVID-19 pandemic on the mental health of children in Bangladesh: A cross-sectional study. *Children and youth services review*, *117*, 105277.

Peloso, R. M., Ferruzzi, F., Mori, A. A., Camacho, D. P., Franzin, L. C. D. S., Margioto Teston, A. P., & Freitas, K. M. S. (2020). Notes from the field: concerns of health-related higher education students in Brazil pertaining to distance learning during the Coronavirus pandemic. *Evaluation & the Health Professions*, *43*(3), 201-203.

risti
Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação
Iberian Journal of Information Systems and Technologies

Recebido/Submission: 14/05/2021
Aceitação/Acceptance: 19/07/2021

A gestão da fronteira do Mediterrâneo Ocidental

Rocio Alonso[1], Luis Malheiro[2]

ralonsodominguez84@gmail.com; malheiro.lcr@gnr.pt

[1] Madrid, Espanha

[2] Academia Militar, Centro de Investigação, Desenvolvimento e Inovação da Academia Militar, Lisboa, Portugal

Pages: 140-152

Resumo: A presente investigação exploratória pretende contribuir para a otimização do emprego operacional das diferentes tipologias de meios empregues na vigilância do Mediterrâneo Ocidental. Considera-se que este estudo é relevante porque esta zona de fronteira tem vindo a ser palco de um incremento da atividade ilícita, tendo a União Europeia implementado políticas e atribuído recursos para a vigilância da fronteira executada pela Guardia Civil. Após se identificarem os atores chave e os principais determinantes da segurança neste local, com recurso a um estudo de caso, procurou-se responder à questão: quais os principais contributos das previsões meteorológicas para o planeamento da vigilância da costa mediterrânica espanhola? Os resultados permitiram identificar o *break even-point d*o estado do mar, em dois locais de grande pressão migratória, a partir do qual a probabilidade de saída de migrantes para Espanha é diminuta.

Palavras-chave: Tráfico de seres humanos; Migração; Mediterrâneo Ocidental; Agência Europeia da Guarda de Fronteiras e Costeira; Condições de Mar.

Border management in the Western Mediterranean

Abstract: This exploratory research aims to contribute to the optimization of the operational use of the different types of assets used in the surveillance of the Western Mediterranean. This study is considered relevant because this border has been the scene of an increase in illegal activity, the European Union has implemented policies and allocated resources for border surveillance carried out by the Guardia Civil. After identifying the key actors and the main determinants of security in this location, using a case study, we tried to answer the question: what are the main contributions of meteorological forecasts to the surveillance planning of the Spanish Mediterranean coast? The results made it possible to identify the break-even point of the state of the sea, in two places of high migratory pressure, from which the probability of migrants leaving for Spain is low.

Keywords: Trafficking of human beings; Migration; Western Mediterranean; European Border and Coast Guard Agency; Sea conditions.

1. Introdução

As notícias sobre as chegadas de migrantes irregulares à costa mediterrânica espanhola são um constante quase diária nos últimos anos e muitas destas notícias dão conta da perda de vidas, sempre em estimativa face à falta de listas de passageiros e limitações na recuperação dos corpos (FRONTEX, 2017b).

Uma das principais motivações para tal acontecer é o facto de a União Europeia (UE) representar um objetivo (de direitos, liberdades e garantias) para o qual muitas pessoas estão dispostas a gastar todos os seus recursos e até mesmo arriscar suas vidas (Guterres, 2015). Este risco é exponenciado para os que recorrem à criminalidade organizada para o conseguir, a troco de avultadas quantias e com o inerente risco de vida (UNODC, 2020), além da possibilidade de ter de regressar ao país de origem ou de ser explorado no país de destino.

No caso concreto dos migrantes que entram irregularmente na UE através das costas espanholas, a maioria é vítima das redes da criminalidade transfronteiriça já implantadas, como sendo as do trafico de estupefacientes, tráfico de seres humanos para fins de exploração sexual, exploração laboral e/ou à venda de órgãos (UNODC, 2020b).

Estes elementos são desafios de natureza humanitária a que a política da UE é obrigada a dar resposta e, apesar de não ser exclusivo de Espanha, é notório que o fenómeno teve desenvolvimentos significativos nos últimos dez anos e por isso merece ser analisado (Fundación Ayuda en Acción, 2020).

O Mediterrâneo, representa um elo de fronteira entre dois mundos muito diferentes (a nível cultural, económico e social), mas no seu setor ocidental apresenta a menor distancia entre as duas margens e as condições marítimas, em determinadas ocasiões, possibilitam a navegação em embarcações com poucas condições de navegabilidade (Frontex, 2016).

Cientes das idiossincrasias desta zona da fronteira externas da União, sob a responsabilidade da Guardia Civil, foram constituídas um conjunto de entidades dedicadas ao incremento de segurança, nomeadamente o Centro de Coordinación para la Vigilancia Marítima de la Jefatura de Fiscal y de Fronteras de la Guardia Civilo (CECORVIGMAR), o Centro Nacional da Coordenação EUROSUR (NCC) e; o Centro de Coordenação Internacional (ICC) da Agência Europeia da Guarda de Fronteiras e Costeira (FRONTEX). Neste mesmo sentido, também são disponibilizados um conjunto diversificado de meios (*e.g.* recursos humanos e meios aéreos e navais) especialmente vocacionais para missões de vigilância de fronteira, sendo crucial a coordenação de todos os ativos.

Assim, a utilização eficaz de todos estes meios obriga a um esforço de predição sobre a maior probabilidade de se obter resultados (Frontex, 2017b), não apenas na localização das atividades ilícitas, mas também no resgate de pessoas no mar.

Considerando que as condições do estado do mar é um dos fatores cruciais para a navegação em termos globais (Luís, 2015), afigura-se como relevante estudar se também impacta nas travessias irregulares para a costa espanhola, pois tal como já foi referido a principal preocupação das redes ilegais não é a preservação da vida humana.

Deste modo, o presente estudo pretende examinar a gestão da fronteira espanhola do Mediterrâneo, sobretudo aferir a relação das condições climáticas no número de migrantes resgatados e intercetados, sob o escopo de dar resposta à questão: *quais os principais contributos das previsões meteorológicas para o planeamento da vigilância da costa mediterrânica espanhola?*

Com a resposta à presente questão espera-se que seja possível obter contributos sobre a melhor localização (temporal e geográfica) para o emprego das diferentes tipologias de meios, potenciando a coordenação e a segurança marítima da fronteira externa da UE.

Este estudo de cariz exploratório, sustentado por um estudo de caso, tem por base a informação primária obtida junto do CECORVIGMAR (tratada de modo agregado face ao teor dos dados), sendo complementada com análise documental (bibliográfica e estatística) e com dados da observação participante.

O estudo está estruturado em seis secções. Na primeira enquadra-se a explicação para a necessidade de estudar o tema e na segunda identificam-se os principais atores envolvidos. A seguir, são descritas especificidades da zona a estudar, fenómenos ilícitos e meteorologia, passando-se depois à análise de um estudo de caso. Por fim, são identificadas as principais conclusões, as limitações sentidas e algumas sugestões.

2. Atores chave na segurança do Mediterrâneo Ocidental

Em 1995 o Conselho da UE iniciou uma nova etapa na sua política mediterrânica com a Declaração de Barcelona a estabelecer como grande objetivo a paz, a estabilidade e a prosperidade na região (Conselho da UE, 1995).

No seguimento do desenvolvimento da Política Comum de Segurança e Defesa (PCSD), a Estratégia Europeia de Segurança (EES) vem explicitar a forma como a UE pode lidar com ameaças à sua segurança e sublinha algumas das preocupações da Conferencia de Barcelona para o Mediterrâneo, nomeadamente: o tráfico de droga; o crime organizado; os fluxos migratórios ligados às redes criminosas e; o terrorismo internacional no mediterrâneo (Conselho Europeu, 2003).

O Tratado de Lisboa de 2007, os desenvolvimentos para uma nova EES (*Visão Partilhada, Ação Comum: Uma Europa Mais Forte*) e todos os subsequentes instrumentos e acordos bilaterais passam sublinhar uma prioridade: implementar uma política de emigração mais eficaz, que contenha os fluxos irregulares, desenvolvendo simultaneamente solidariedade e responsabilidade de forma partilhada com os parceiros internacionais (Comissão Europeia, 2015).

Após o acordo Schengen (EUR-Lex, 2020) e a consequente livre circulação de pessoas e bens, os Estados limítrofes assumem especial relevância devido ao controlo das fronteiras externas da UE. Neste sentido, para facilitar a aplicação das medidas de coordenação comunitárias e operacionais, em todas as fronteiras externas e melhorar a sua gestão integrada, foi criada a Frontex (Conselho da UE, 2004). As atribuições desta Agência foram atualizadas com o Regulamento da UE 2019/1896, de 13 de novembro.

Também no nível doméstico, a importância atribuída à gestão da migração no mediterrâneo é bem patente na organização do Governo espanhol, formado em

janeiro de 2020, onde incluí a Secretaria de Estado das Migrações responsável pelo desenvolvimento da política de migração (Ministerio de Trabajo y Economía Social, 2020), além de uma Comissão Especializada em Imigração. A simples existência destes organismos mostra a importância atribuída em Espanha à migração e às questões em torno dos fluxos migratórios relativas à segurança, tanto dos próprios migrantes como da sociedade em que pretendem instalar-se.

No campo das Forças de Segurança, entre as missões atribuídas à Guardia Civil, encontra-se a vigilância das costas e fronteiras e o exercício de funções de Guarda Costeira. Assim, tanto nos portos como nos aeroportos, na costa marítima e nas fronteiras terrestres, compete à Guardia Civil mitigar as ameaças provenientes do terrorismo, o crime organizado em todas as suas formas, o tráfico ilícito e a migração irregular; bem como garantir a segurança marítima, controlar as pescas e combater o contrabando, tendo destacado cerca de 10 mil militares para estas funções.

Pelo Despacho n.º 2, de 16 de março de 2010, do Diretor da Guardia Civil, foi formalizada a organização dos Centros de Vigilância Marítima, tendo sido atribuída ao CECORVIGMAR, a coordenação de todos os Centros Regionais. Deste modo, no CECORVIGMAR encontram-se: o NCC da rede EUROSUR (Regulamento da UE 1052/2013) ligado através de comunicações seguras com restantes centros dos Estados-Membros para a troca de informações e cooperação com todas as autoridades nacionais responsáveis pela vigilância, busca e salvamento, asilo e migração e; em coordenação com a Frontex existe o ICC dirigindo e coordenando, entre outras, a Operação Indalo. Por conseguinte, o CECORVIGMAR é o ponto de contacto para todos os organismos nacionais e internacionais envolvidos na vigilância marítima das costas espanholas.

A nível nacional, este centro incorpora: a informação disponibilizada pelo Sistema Integrado de Vigilância Externa; os meios de comunicação navais do Centro de Vigilância e Operações de Ação Marítima da Marinha; pode contar com a assistência, se necessário, do Centro de Coordenação Operacional da Direção-Adjunta de Vigilância Aduaneira; mantém um contacto estreito e permanente com a Entidade de Salvamento e Segurança Marítima para orientar os seus meios para o local onde são considerados necessários e; coopera com o Centro de Monitorização das Pescas da Secretária-geral das Pescas.

No âmbito internacional, o CECORVIGMAR é o destinatário de todas as informações e serviços prestados pela rede EUROUR (Frontex, 2017), alimentando estes sistemas para a elaboração do conhecimento situacional marítimo. Um dos elementos do sistema é a ferramenta meteorológica, que se baseia em dados das mais de 3.400 estações meteorológicas existentes na UE, para produzir informações sobre a situação atmosférica e o estado do mar dos últimos sete dias e fornece previsões para a semana seguinte. Estas informações são utilizadas para a realização de análises de risco relacionadas com a vigilância marítima das costas e fronteiras e para coordenar a utilização de diferentes meios face a emergências, em operações conjuntas ou em situações que exijam uma decisão rápida, como é o caso do desembarque de drogas ou resgates de migrantes em risco.

Para combater o tráfico ilegal de seres humanos, o tráfico de droga, a pesca ilegal, a poluição marítima e todo o tipo de crimes transfronteiriços, a Guardia Civil lidera uma operação conjunta da Frontex, designada por JO Indalo. Esta colaboração iniciou-se em

2007/2008, ativando durante vinte e dois dias operação e continuou a desenvolver-se anualmente, com geometria variável (nos recursos envolvidos e na duração), até ao início de maio de 2017. Após esta data e até janeiro de 2021 foi ativada permanentemente. Esta operação já conta com mais de 140.000 pessoas resgatadas no mar – número que fornece uma ideia da magnitude do fluxo migratório e do esforço que é feito para o gerir e para salvaguardar vidas no mar.

Não se contestando a importância se todos estes atores para o incremento da segurança nesta zona de fronteira, a factualidade das estatísticas das mortes no mar e a prática operacional demonstram que é fundamental continuar a adaptar o planeamento das ações. Em primeiro lugar pela diversidade das entidades envolvidas, mas sobretudo pelas especificidades da zona onde se opera e principais fenómenos ilícitos que ali ocorrem.

3. Um olhar sobre o Mediterrâneo Ocidental

A otimização do emprego de meios de vigilância e salvamento no Mediterrâneo, implica a interconexão de um conjunto vasto de conceitos. Obriga a conhecer a definição de tráfico de seres humanos, migrantes, refugiado, ou facilitadores, bem como os procedimentos utilizados pelas redes criminosas, as características sociológicas dos migrantes, o modo como se processam as chegadas e quais são os principais atores envolvidos na gestão do fenómeno (UNHCR, 2016).

Existindo a convicção de que o trabalho efetuado até à data tem produzido resultados - por exemplo devido ao decréscimo de 56% nas entradas na península em 2019 face a 2018 (CECORVIGMAR, 2019) - considera-se crucial continuar a refinar a utilização dos meios. Objetivamente, aferir quando e onde são mais necessários, seja para o combate às redes de narcotráfico seja para a luta contra o tráfico de seres humanos.

Esta última tipologia de crime, tráfico de seres humanos, constitui uma das formas mais graves de violação dos direitos do ser humano previstos na Carta dos Direitos Fundamentais da UE. A compra e venda de pessoas, quaisquer que sejam as razões subjacentes (exploração sexual, laboral ou outra) constitui um atentado à dignidade do ser humano e implica uma redução ao estatuto de bem transacionável, sujeito às regras do comércio e à atribuição de um valor pecuniário (DJPD, 2020).

Existindo diversas variações sobre esta tipologia de crime, o tráfico de seres humanos requer sempre a entrada de pessoas num Estado do qual não são nacionais e, os criminosos procuram obter um benefício económico, recebendo diretamente dos migrantes, ou através da exploração sexual ou laboral das suas vítimas, por vezes menores (EUROPOL, 2017).

Este crime, altamente lucrativo (El Mundo, 2020), baseia-se na oportunidade de explorar pessoas ansiosas para escapar a uma situação precária, instável e perigosa dos lugares onde vivem e que não podem ser legalmente acedidas. A oferta desta rede é vasta, podem providenciar desde o transporte e alojamento na viagem a documentação falsa que permita entrar no país de destino ou outro meio para legalizar a permanência neste (*e.g.* certidões de casamentos inexistentes e contratos de trabalho falsos).

Com o recurso e o pagamento a estas redes (UNODC, 2020c), os migrantes aceitam as parcas condições das viagens, nomeadamente a sobrelotação e meios sem condições de

segurança (Bordoni, *et al.*, 2016). Estas redes, mais ou menos estruturadas em função dos locais onde operam, contratam barcos de pesca ou comerciantes para fazerem transferências e procuram instigar as travessias com publicidade boca-a-boca, mas também com recurso a publicações na internet (PLANETE-SENEGAL, 2020). Também não é fácil isolar as infrações ligadas ao tráfico de seres humanos, algumas organizações criminosas associam as atividades de tráfico com as de exploração dessas pessoas nos locais de destino, porque os migrantes estão sem meios legais de subsistência e são forçados a procurar atividades ilegais (*e.g.* drogas, exploração sexual e roubo). Não raras as vezes, os conhecimentos, meios e contactos usados para crimes específicos no campo da migração são utilizados para expandir as atividades criminosas (*e.g.* alugar barcos de pesca para mover migrantes e pequenas quantidades de drogas, adquirir embarcações rápidas, tráfico de seres humanos e prostituição), espirais de crimes com múltiplas ramificações. Todos estes elementos potenciam o aumento do número de crimes cometidos por migrantes e, se o tema não for explicado e contextualizado, pode ter efeitos nefastos (Billiet, 2016).

Também não é despiciente a associação que por vezes é feita entre migrantes e as pequenas incivilidades ou mesmo o terrorismo (Heath, *et al.*, 2016). Esta situação torna-se particularmente pertinente quando as economias europeias se encontram numa situação de abrandamento (Selfbank, 2020), as taxas de desemprego são elevadas ou existem ataques de natureza *jihadista* associados a migrantes. No entanto, existe a convicção de que a Europa deve continuar a proteger as vítimas de guerras, perseguições religiosas, políticas, orientação sexual, terrorismo ou violações dos seus direitos humanos mais básicos, que procuram a proteção oferecida pelo direito humanitário internacional na sua qualidade de refugiados (ACNUR, 2020).

A chegada de África a Espanha por via marítima é possível através do Atlântico ou do Mediterrâneo. A rota atlântica é comumente utilizada por migrantes do Saara Ocidental e países subsarianos: Mauritânia, Senegal e Gâmbia (FRONTEX, 2019). As praias de El Aaiún, Cabo Bojador, Dakhla e La Goera são os locais habituais de partida para barcos de migrantes irregulares, do Saara Ocidental. As praias do oeste e norte de El Aaiún têm a vantagem da sua proximidade com a Ilha Canária de Fuerteventura, a cerca de 150 quilómetros.

Como os pontos de partida são mais a sul, as distâncias aumentam, cerca de 1200 km de Nuakchot (Mauritânia) para Gran Canaria, ou ultrapassam os 2000 quilómetros de distância por mar entre Dakar (Senegal) ou Cabo Point (Gâmbia) até às Ilhas Canárias, uma distância muito considerável para o tipo de embarcações comumente utilizados pelos migrantes.

Distancias menores, embora de perigo idêntico, são as saídas da costa noroeste marroquina para as costas de Cádiz, atravessando as águas atlânticas do Estreito. Na prática, qualquer lugar não muito longe das populações pequenas é considerado adequado para fazer saídas, contornando a vigilância policial marroquina (Alcalde, 2008) que normalmente age eficazmente, tentando impedi-las (relatório do CECORVIGMAR 2019) mostra um aumento das ações marroquinas: 31% em 2017, 22% em 2018 e, 39% em 2019).

Circunstâncias semelhantes ocorrem com partidas do norte da costa mediterrânea mais próximo do Estreito, em direção a Cádiz, Malgaxe ou Granadinas. Esta é a rota

do Mediterrâneo Ocidental, também utilizada por migrantes dos países do Sahel, e do Norte de África que fazem fronteira com o Mediterrâneo, principalmente marroquinos e, em menor medida, argelinos (FRONTEX, 2019).

O Mar de Alboran é palco de um número considerável de travessias ilegais das costas marroquinas e argelinas que se dirigem às costas de Granada, Almeria, Murcia e Maiorca. Este espaço continua a ser utilizado maioritariamente pelos subsaarianos, seguido por argelinos e, em número muito menor, por marroquinos.

A distância entre as costas marroquinas e a península é significativamente menor no Estreito de Gibraltar (cerca de 8 milhas náuticas) do que na área do Mar de Alborán (cerca de 75 milhas náuticas). Por conseguinte, em pé de igualdade: estado do mar, tipo de barco, motor e peso (número de imigrantes) o tempo para atravessar o Estreito de Gibraltar, é significativamente inferior ao gasto a atravessar o Mar de Alborán.

No que concerne aos tipos de meios utilizados na travessia, as redes criminosas têm vindo adaptar e a melhorar os meios, para reforçar a *reputação junto dos clientes*, mas sobretudo para reutilizarem as embarcações. Foram detetadas transferências que são feitas embarcações mãe, por exemplo barcos de pesca que deixam os migrantes junto da costa espanhola em pequenos objetos flutuantes (barcos de brincar), mas os mais típicos continuam a ser: pateras, cayuco, zodíacos ou gomones, *go-fast,* caiaques, motas de água ou mesmo pranchas de surf (CECORVIGMAR, 2019). Uma nota sobre os *go-fast* porque o Decreto Real 16/2018, de 26 de outubro, introduziu medidas pioneiras em relação à posse e uso desta tipologia de meios (tamanho e motorização), que se tem vindo a relevar como determinantes no combate à criminalidade organizada.

Todas as travessias referidas têm como característica comum o seu perigo, variável em grau devido a um vasto conjunto de fatores como sendo o tipo de embarcação, a carga, conhecimentos nauticos da tripulada, condição física dos migrantes e o estado do mar (OECD, 2016). Assim, face à complexidade do estudo de todas as variáveis anteriores, optou-se por isolar e aprofundar o estudo da variável que se afigura que poderá ter um impacto mais significativo - as condições de mar.

4. Condicionalismos meteorológicos

Todos os territórios ligados ao mar Mediterrâneo, são afetados pelo chamado clima mediterrânico, uma variedade de clima temperado, que se caracteriza por ter os seus verões muito quentes e secos, e os seus invernos suaves e chuvosos. As características acima referidas correspondem ao clima mediterrânico típico, em que as temperaturas médias estão acima de 18 graus ao longo do ano, podendo ocasionalmente durante o verão chegar aos 38 graus. O regime de precipitação apresenta geralmente as máximas no outono e na primavera, sendo mais seco no inverno ainda que muito mais chuvoso que o verão. Nas costas de Almeria e Murcia (bem como na costa argelina e marroquina equivalente), o clima mediterrânico é mais seco, é uma transição entre o clima típico mediterrânico e o clima do deserto em que as temperaturas médias ultrapassam permanentemente os vinte graus, podendo atingir 45 graus durante as chamadas ondas de calor (Sanchez, 2020).

Os ventos e ondas são os elementos meteorológicos que mais afetam a navegação em qualquer circunstância, mas particularmente quando esta é feita em barcos com condições precárias, sobrecarregados e com tripulações sem experiência (Luís, 2015).

Genericamente os ventos são formados pela tradução de massas de ar, desde áreas de alta pressão (anticiclones), tendendo a girar no sentido horário no hemisfério norte devido à rotação da terra, a áreas de baixa pressão (depressões), com tendência a virar no sentido contrário ao dos ponteiros do relógio. No Mediterrâneo Ocidental há situações de ventos habituais (Levante, Poniente e El SirocoLebeche o Garbino) que favorecem ou dificultam o tráfego, dependendo de onde vêm (MasMar, 2020).

Os ventos são a causa mais importante da formação de ondas que, por sua vez, são decisivas para o estado do mar, embora estejam também envolvidos outros fatores como a pressão atmosférica, a salinidade e a temperatura da água, a profundidade, o tipo de fundo e o seu perfil, e a distância e a forma do litoral.

Altura, período e comprimento de onda são os parâmetros pelos quais as ondas são designadas. Altura é a distância vertical entre cumes e seios consecutivos, o período é o tempo entre a passagem de dois cumes ou seios consecutivos, e o comprimento de onda é a distância horizontal entre dois cumes ou seios consecutivos (IPMA, 2020).

Uma altura de onda elevada, mesmo na ausência de ventos fortes ou correntes, compromete a estabilidade e a navegabilidade. Dado que a grande maioria das embarcações utilizadas por migrantes navegam para além da sua capacidade máxima de carga, os golpes marítimos exercidos pela ondulação podem fazer com que tais embarcações sofram danos irreparáveis, ou introduzam grandes quantidades de água que causam o seu naufrágio e um elevado número de vítimas.

Deste modo, é crucial estudar a ondulação, com recurso à rede de Boias Costeiras, sobretudo para a elaboração de previsões, com base em correlações entre eles e o histórico. A partir da consideração das condições meteorológicas e do histórico, nas diferentes estações do ano, pode concluir-se que as condições de navegação no Mar Mediterrâneo Ocidental são: favoráveis durante a primavera, dos primeiros dias de maio, verão e primeira parte do outono; ideais entre agosto e setembro, embora as tempestades e instabilidade possam ocorrer em meados de agosto e; más após outubro, com as tempestades mais violentas do ano, até abril (Armada Espanhola, 2020). Considerando sempre que, mesmo nos melhores momentos de navegação, podem ocorrer tempestades imprevistas que podem colocar em perigo as embarcações no mar, sobretudo as que não estão preparadas para tais situações; assim como, mesmo em períodos considerados como adversos, podem existir dias de condições favoráveis e até mesmo ideais para a navegação.

5. Estudo de caso

O primeiro dado relevante neste campo é a análise sobre o número de chegadas mensais que se tem verificado entre 2016 e 2019. Este estudo mostra um aumento considerável do número de chegadas em maio de cada ano, que permanece elevado durante os meses de verão, até que, a partir de novembro, começa o seu declínio, para se manter relativamente baixo até reiniciar a sua subida em maio do ano seguinte (CECORVIGMAR, 2019).

Esta relação é totalmente coerente com a apresentação feita sobre as variações sazonais no Mediterrâneo Ocidental favoráveis à navegação, ou seja, estado favorável do mar implica um elevado número de migrantes a chegar a Espanha. No entanto, para o planeamento de operações de vigilância costeira, é necessário saber mais e identificar o padrão da

relação da atividade migratória com as condições de mar, motivo pelo qual foi feita uma comparação da altura das ondas durante os meses de fevereiro de 2018 e fevereiro de 2019, nas duas principais áreas onde a atividade migratória, por mar, é maior.

Para a realização do estudo de caso, foram utilizadas as alturas médias de onda, nas boias costeiras de Tarifa, para a Zona do Estreito, e cabo de Gata, para a Zona de Alborán, nos 28 dias de fevereiro dos anos de 2018 e 2019, divididos em três períodos de oito horas (noite, manhã e tarde). Na análise foi incorporado o número de migrantes detetados a sair das costas marroquinas, em cada um dos períodos e dias. Estes dados foram obtidos com base na hora e no local de interceção das embarcações, a partir dos quais foi deduzido o momento da partida (momento em que foi tomada a decisão de tentar a travessia em função do estado do mar).

Assim, na zona do Estreito de Gibraltar, em fevereiro de 2018, os dias que foram registadas partidas de barco com migrantes, a altura média das ondas foi de 0,38 metros. Num total de 16 dias, o estado do mar tinha boas condições de navegação, no entanto, nos dias 11; 17 e; 23 não foi detetada nenhuma saída de migrantes. O número total de migrantes detetados, que deixaram Marrocos, foi de 444. Na mesma Zona do Estreito, em fevereiro de 2019, os dias que foram registadas partidas de barco com migrantes, a altura média das ondas situou-se em 0,46 metros. Durante 7 dias o estado do mar apresentou boas condições para a navegação, mas durante os dias 3 e 8, não foi detetada nenhuma saída de migrantes. O número total de migrantes detetados, que deixaram Marrocos durante todo o mês foi de 310. Em 14 de fevereiro de 2019, na zona do Estreito de Gibraltar, onde a altura de onda mais baixa era de 1,5 metros, houve um incidente em que um barco pneumático com 17 migrantes chegou à costa espanhola com ajuda de outro barco do Gofast com um motor de 300cv. Esta forma de atuação pode ajudar a explicar a partida do barco de migrantes com condições marítimas tão desfavoráveis.

Na Zona Marítima de Alboran, em fevereiro de 2018, nos dias que foram registados com os migrantes, a altura média significativa de onda foi de 0,60 metros. Num total de 7 dias, o estado do mar apresentou boas condições para a navegação, no entanto, nos dias 3 e 13 não foi detetada nenhuma saída de migrantes. O número total de migrantes detetados, que deixaram Marrocos, foi de 837. Entre os dias 3; 9 e; 12, as autoridades espanholas e marroquinas recuperaram cinco corpos de migrantes, após períodos em que a média de alturas das ondas ultrapassou os 1,4 metros de altura. Na mesma Zona de Alboran, em fevereiro de 2019, nos dias que foram registadas partidas de barco com migrantes, a altura média significativa de onda foi de 0,47 metros. Num total de 9 dias, o estado do mar apresentou boas condições para a navegação, no entanto, nos dias 6 e 22, não foi detetada nenhuma saída de migrantes, nem há registo de partidas de barcos com ondas superiores a 1 metro. O número total de migrantes detetados, que deixaram Marrocos, foi de 1288.

Assim, com estes dados e adicionando uma margem de 10%, pode-se deduzir que: (1) Na zona do Estreito de Gibraltar, o estado do mar não é favorável à atividade migratória quando as alturas das ondas ultrapassam os 0,50 metros. Há uma alta probabilidade de saídas de migrantes se as alturas de onda forem inferiores a 0,50 metros. (2) Na Zona Marítima de Alborán, o estado do mar não é favorável à atividade migratória quando as alturas das ondas ultrapassam os 0,65 metros. Existe uma probabilidade alta de saídas de migrantes se as alturas de onda forem inferiores a 0,65 metros.

De facto, não ocorreram partidas de barco de Marrocos, exceto do tipo Gofast especialmente preparado e, ocasionalmente, foram recuperados cadáveres, provavelmente ligados a alguma saída não detetada quando as alturas das ondas eram superiores às indicadas. Assim, apesar de os períodos analisados serem limitados e existir sempre influências de outras variáveis como o nível de vigilância nos espaços de saída, a pressão migratória em ambas as áreas ou a cooperação das autoridades estatais ou locais, é evidente a correlação entre o estado do mar e o número de saídas de migrantes. O ano de 2020 veio confirmar as dificuldades de análise neste campo. Por exemplo após Marrocos ter introduzido medidas restritivas para evitar a propagação de COVID-19 em 20 de março, a pressão migratória no corredor marroquino-espanhol diminuiu progressivamente. Nos meses de abril e maio o fluxo quase parou, mas foi retomado em junho, embora em nível mais baixo.

6. Conclusões

O Mar Mediterrâneo é um espaço de união e fronteira entre dois espaços geoestratégicos fundamentalmente distintos, através dos quais se realizaram intercâmbios culturais. Não sendo possível chegar de forma legal à UE, recorrendo aos mecanismos de imigração legal para o acesso ao espaço comunitário, as redes criminosas oferecem meios para atravessarem o mar que os separa do seu objetivo desejado, em troca de grandes somas de dinheiro. No entanto, a maioria das vezes estas embarcações não reúnem as condições de segurança necessárias para efetuar a viagem, a que se junta o facto de estarem sobrecarregadas, com o propósito de obterem um maior rendimento, e porque estas organizações criminosas não atribuem importância à vida.

Desde a Conferência de Barcelona, a Europa mostra claramente que está empenhada na estabilidade da área. Após Schengen, a questão que preocupava apenas os Estados-Membros com fronteiras com países terceiros, passa a ser uma responsabilidade partilhada da UE em proteger as suas fronteiras do crime organizado, que introduz drogas e migrantes irregulares, e até terrorismo. Para mitigar estes fenómenos foi criado uma agência europeia, a Frontex. Espanha, através da Guardia Civil, alocou meios que, trabalhando em coordenação com a UE, se ocupam da tarefa de vigilância. O CECORVIGMAR é responsável por coordenar as operações que para ele contribuem, alocando recursos de acordo com a disponibilidade e necessidades.

Os tráficos ilegais que ocorrem nas costas espanholas variam em função de múltiplos fatores, entre eles o clima. Assim, o estudo da frequência das partidas de embarcações de migrantes e o estado do mar, possibilitou dar resposta à pergunta: *quais os principais contributos das previsões meteorológicas para o planeamento da vigilância da costa mediterrânica espanhola?*

Assim, além de se saber que as variações sazonais e as condições meteorológicas produzem mudanças no fluxo de migrantes, foi identificado que entre os meses de maio e novembro de cada ano, as condições meteorológicas, nomeadamente ventos e ondas, são favoráveis à navegação verificando-se um aumento considerável das saídas de migrantes das costas ocidentais africanas, marroquinas e argelinas. Foi aferido que, com alturas de onda inferiores a 0,50 metros na Zona do Estreito e 0,65 no Mar de Alboran, as saídas aumentam e quando são muito superiores às indicadas raramente

ocorrem. Este conhecimento permite uma alocação mais eficaz dos meios e adequar os recursos atribuídos à vigilância das fronteiras entre os meses de maio e novembro, de modo a estarem disponíveis e em alerta máximo em todos os momentos em que o estado do mar é favorável à navegação nos limites indicados.

Cientes de que esta linha de investigação não se esgota com o presente estudo, exorta-se a replicação do modelo a outros locais e períodos temporais, com a incorporação de outras variáveis que influenciam a migração.

Referências

ACNUR. (dezembro de 2020). *Migrantes y refugiados, ¿qué diferencia hay?* Obtido de https://eacnur.org/es/actualidad/noticias/emergencias/migrantes-y-refugiados-que-diferencia-hay-acnur-responde

Alcalde, F. J. (maio de 2008). *Pateras, cayucos y mafias transfronterizas en África: el negocio de las rutas atlánticas hacia las Islas Canarias*. Obtido de http://www.realinstitutoelcano.org/wps/portal/rielcano_es/contenido?WCM_GLOBAL_CONTEXT=/elcano/elcano_es/zonas_es/ARI14-2008

Armada Espanhola. (fevereiro de 2020). *Publicaciones Náuticas*. Obtido de https://armada.defensa.gob.es/ArmadaPortal/page/Portal/ArmadaEspannola/cienciaihm1/prefLang-es/02ProductosServicios--04Publicaciones

Billiet, J. (13 de julho de 2016). Obtido de The relation between ethnic threat and economic insecurity in times of economic crisis: analysis ESS data with special focus on Round 5 (2010-2011): http://www.europeansocialsurvey.org/docs/about/conference/BILLIET-ea_Relation-between-ethnic-threat-and-economic-insecurity_Summary-paper.pdf

Bordoni, C., & Bauman , Z. (2016). *Estado de Crise*. Lisboa: Relógio D'Água.

CECORVIGMAR. (2019). *Balance de Inmigración 2019*. Madrid.

Comissão Europeia. (2015). *UNA AGENDA EUROPEA DE MIGRACIÓN*. Obtido de https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2015:0240:FIN:ES:PDF

Conselho da UE. (1995). *Declaració Final de Barcelona 1995*. Obtido de http://www.ces.es/TRESMED/docum/dec_Barcelona_1995_es.pdf

Conselho da UE. (2004). *Criação da Agência Europeia de Gestão da Cooperação Operacional nas Fronteiras Externas dos*. Obtido de https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/PDF/?uri=CELEX:32004R2007&from=EN

Conselho Europeu. (2003). *Estratégia Europeia de Segurança* . Obtido de https://www.consilium.europa.eu/pt/documents-publications/publications/european-security-strategy-secure-europe-better-world/#

DJPD. (dezembro de 2020). *Tráfico de seres humanos*. Obtido de https://dgpj.justica.gov.pt/Documentos/Igualdade-e-nao-discriminacao/Trafico-de-seres-humanos

El Mundo. (dezembro de 2020). *Así trabajan los traficantes de personas: el negocio criminal más lucrativo del mundo*. Obtido de https://www.elmundo.es/internacional/2019/08/08/5d4afd6c21efa0f5698b45fd.html

EUR-Lex. (2020). *SCHENGEN (ACUERDO Y CONVENIO)*. Obtido de https://eur-lex.europa.eu/summary/glossary/schengen_agreement.html?locale=es

EUROPOL. (18 de janeiro de 2017). Facilitation of Illegal Immigration. Obtido de https://www.europol.europa.eu/crime-areas-and-trends/crime-areas/facilitation-of-illegal-immigration

Frontex. (05 de dezembro de 2016). FRAN. Obtido de: http://frontex.europa.eu/assets/Publications/Risk_Analysis/FRAN_2016_Q2.pdf

Frontex. (2017). Operations Obtido de: http://frontex.europa.eu/

Frontex. (15 de fevereiro de 2017b). Obtido de Risk Analysis for 2017: http://frontex.europa.eu/assets/Publications/Risk_Analysis/Annual_Risk_Analysis_2017.pdf

Frontex. (2019). *Operational Situation, Update on operational response to the migration situation 73rd Management Board*. Varsóvia.

Fundación Ayuda en Acción. (2020). *Tipos de migración humana: ejemplos del fenómeno migratorio*. Obtido de https://ayudaenaccion.org/ong/blog/ayuda-humanitaria/tipos-de-migracion-humana/

Guterres, A. (dezembro de 2015). Obtido de Refugees have the right to be protected: https://www.ted.com/talks/antonio_guterres_refugees_have_the_right_to_be_protected

Heath, A., Richards, L., & Ford, R. (2016). Obtido de How do Europeans differ in their attitudes to immigration: http://www.europeansocialsurvey.org/docs/about/conference/HEATH_FORD_how-do-Europeans-differ.pdf

IPMA. (dezembro de 2020). As ondas de superfície. Obtido de: https://www.ipma.pt/pt/educativa/faq/meteorologia/observacao/faqdetail.html?f=/pt/educativa/faq/meteorologia/observacao/faq_0004.html

Luís, M. d. (2015). *A Economia do Mar em Portuga: A importância da Marinha Portuguesa numa perspetiva económica*. Obtido de https://comum.rcaap.pt/bitstream/10400.26/11068/1/ASPOF%20AN%20Jesus%20Luis%202015.pdf

MasMar. (2020). *Olas. Formación*. Obtido de http://www.masmar.net/index.php/esl/Apuntes-N%C3%A1uticos/Oceanograf%C3%ADa/Olas.-Formaci%C3%B3n

Ministerio de Trabajo y Economía Social. (janeiro de 2020). *Ministerio de Trabajo y Economía Social*. Obtido de http://www.mitramiss.gob.es/es/sec_emi/index.htm

OECD. (2016). *International Migration Outlook 2016*. Paris: OECD Publishing. Obtido de International Migration Outlook 2016, OECD Publishing, Paris.

PLANETE-SENEGAL. (2020). *Venir en Europe: Mode d´Emploi*. Obtido de https://www.planete-senegal.com/senegal/venir_en_france.php

Sanchez, M. (dezembro de 2020). *Cómo es el clima mediterráneo*. Obtido de https://www.meteorologiaenred.com/como-es-el-clima-mediterraneo.html

Selfbank. (dezembro de 2020). *Economía sumergida, una amenaza muy presente*. Obtido de https://blog.selfbank.es/economia-sumergida-una-amenaza-muy-presente/

UNHCR. (dezembro de 2016). Obtido de Regional Refugee and Migrant Response Plan for Europe, January to December 2017: https://data2.unhcr.org/en/documents/download/52619

UNODC. (dezembro de 2020). *Al menos 2,5 millones de migrantes fueron víctimas de las redes de tráfico*. Obtido de https://www.unodc.org/unodc/es/frontpage/2018/June/at-least-2-5-million-migrants-were-smuggled-in-2016--first-un-global-study-shows.html

UNODC. (dezembro de 2020a). *Tráfico ilícito de migrantes: la dura búsqueda de una vida mejor*. Obtido de https://www.unodc.org/toc/es/crimes/migrant-smuggling.html

UNODC. (2020b). *Trata de Personas*. Obtido de https://www.unodc.org/documents/human-trafficking/HT_GPATleafleto7_es.pdf

UNODC. (dezembro de 2020c). *Al menos 2,5 millones de migrantes fueron víctimas de las redes de tráfico*. Obtido de https://www.unodc.org/unodc/es/frontpage/2018/June/at-least-2-5-million-migrants-were-smuggled-in-2016--first-un-global-study-shows.html

risti
Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação
Iberian Journal of Information Systems and Technologies

Recebido/Submission: 01/04/2021
Aceitação/Acceptance: 21/06/2021

Plataforma IoT de bajo-coste para aplicaciones de telemedicina

Andres Garces-Salazar[1], Santiago Manzano[1], Carlos Nuñez[1], Juan P. Pallo[1], Marco Jurado[1], Marcelo V. Garcia[2]

rgarces6065@uta.edu.ec; victorsmanzano@uta.edu.ec; ci.nunez@uta.edu.ec; juanppallo@uta.edu.ec; marcoajurado@uta.edu.ec; mgarcia294@ehu.eus.

[1] Universidad Técnica de Ambato, 180103, Ambato, Ecuador.

[2] University of Basque Country, 48013, Bilbao, Spain.

Pages: 153-166

Resumen: La actual pandemia ha puesto a prueba a los servicios de salud, dificultando la atención médica y el acceso a los distintos servicios de salud en el Ecuador. El proyecto desarrollado es un sistema de telemedicina centrado en el hogar, con manejo de la nube y dispositivos IoT. Los niveles de BPMs y SpO2 del usuario son medidos mediante una pulsera de bajo coste y son enviados por bluetooth a una aplicación para Android TV. Después, son subidos a la nube y analizados por profesionales de la salud, los cuales pueden enviar prescripciones al usuario. Se ha realizado una encuesta a profesionales de la salud para valorizar el sistema. De esta muestra, el 88,5% estaría dispuesto a implementar el sistema en su trabajo, 92,4% piensa que los datos mostrados son importantes para realizar una valoración médica y 76,9% cree que las herramientas del sistema son útiles para el sector médico.

Palabras-clave: Telemedicina; IoT; Tecnología Weareable; computación en la nube.

Low-cost IoT framework for tele-medicine applications

Abstract: The current pandemic had put health services to the test, hampering medical care and access to various health services in Ecuador. The project developed is a home-centered telemedicine system with cloud management and IoT devices. The user's BPMs and SpO2 levels are measured using a low-cost weareable circuit and sent via Bluetooth to an Android TV app. Then, the data are uploaded to the cloud and analyzed by health professionals, who can send prescriptions to the user. A survey of health professionals has been conducted to assess the value of the system. Of this sample, 88.5% would be willing to implement the system in their work, 92.4% think that the data shown are important to make a medical assessment and 76.9% believe that the tools of the system are useful for the medical sector.

Keywords: Telemedicine; IoT; Wearable technology; Cloud Computing.

1. Introducción

El avance e implementación de dispositivos IoT (Internet of things) han permitido convertir nuestros objetos cotidianos en objetos inteligentes. Además de la automatización de dispositivos y objetos que se pueden controlar a distancia, cuando se aplicado a la salud permite que muchas personas, sin importar la distancia o acceso a los sistemas de salud convencionales, puedan aprovecharla para acceder a servicios de salud sin la necesidad de moverse de su hogar. La IoT y a las tecnologías que permiten el despliegue de la telemedicina, los sistemas convencionales de salud que actualmente se conocen como "hospital-céntrico" se transformaran a sistemas de salud centrados en el hogar, el cual favorece a la carga laboral de los trabajadores de salud, reducción de costos operacionales, así como la reducción de contagios en casos de riesgos biológicos (como el actual covid-19) (Universidad Simón Bolívar et al., 2016; Castaño et al., 2016).

El fácil acceso a los dispositivos inteligentes y el desarrollo de las tecnologías de la información y comunicación ha estimulado la implementación del internet de las cosas (IoT) en la telemedicina (Zgheib et al., 2019). Así mismo, los dispositivos de sensado y su compatibilidad con los protocolos de comunicación IoT han permitido obtener datos vitales del paciente como electrocardiogramas, pulso oximetría, temperatura corporal, entre otros. Estos sensores pueden ser Weareables y medir datos biomédicos en espacios reducidos, abarcando tres categorías de signos vitales: sensores de ritmo cardiaco, sensores de temperatura corporal y sensores de presión sanguínea (Wan et al., 2018, pp. 4-5; Teo, 2020, p. 1; Danielsson, 2016, p. 10).

Este artículo presenta la arquitectura de un sistema de telemedicina en el hogar basado en una arquitectura IoT. Esta arquitectura se basa en cuatro elementos: (i) Interfaz de usuario y análisis de datos, (ii) servicios de administración, (iii) conectividad y (iv) sensores médicos. En la capa de interfaz de usuario se desarrolla una aplicación nativa con el framework React-Native para el sistema Android TV, la cual recibirá los datos sensados de la capa de sensores médicos a través de bluetooth. Estos datos serán administrados a través de un software de administración de la nube Odoo, alojado en los servicios en la web de Amazon (AWS). Este permitirá el despliegue de tablas y gráficas de los datos del usuario, alertas (notificaciones) que se activan al recibir datos anormales, además de enviar prescripciones a la aplicación de Android TV.

Este proyecto trabaja con hardware de bajo costo, que ha sido adaptado con el fin de manejar datos médicos del usuario monitoreados por IoT, ayudando a los médicos en la toma de decisiones cuando el paciente no puede movilizarse o se encuentra lejos del servicio de salud más cercano, y tiene acceso a un Smart TV.

Este artículo se encuentra dividido en 7 secciones incluyendo la introducción. La sección 2 presenta un compendio de trabajos relacionados sobre el uso de la tele-medicina en el contexto del COVID-19, la Sección 3 presenta conceptos claves para el entendimiento y contextualización de esta investigación, el caso de estudio es presentado en la Sección 4, mientras la implementación de la propuesta de solución se presenta en la Sección 5. En la sección 6 se discuten los resultados de la implementación del sistemay, finalmente, en la sección 7 se discuten las conclusiones y trabajos futuros.

2. Obras relacionadas

En esta sección se presentan trabajos que implementan la telemedicina y el IoT con sus distintos protocolos y tecnologías. Gracias a este análisis, se obtiene una idea general de investigaciones e implementaciones, tecnologías y arquitecturas utilizadas en la telemedicina.

En sistemas como el desarrollado por Carlos Rivas Costa et al (Costa et al., 2017) explica todos los conceptos referentes a un ambiente Smart TV, demostrando su fácil uso en la telemedicina ya que el televisor resulta un ambiente muy bien conocido, en especial para las personas ancianas. Su aplicación se apoya en sistemas "Back-end" para el manejo de los datos, los cuales realizan peticiones HTTP mediante APIs dentro del servicio en la nube, desarrollado mediante software libre.

Otro proyecto desarrollado por Pires et al (Pires et al., 2018) enfoca la telemedicina para personas ancianas, implementando sensores ambientales y de signos vitales para detectar eventos peligrosos o comportamientos anormales de los pacientes, todo mediante el manejo de un televisor. Una de las conclusiones sobre el manejo del ambiente Smart TV indica que los usuarios tienen un alto grado de satisfacción. La aplicación permite recibir advertencias y recomendaciones una vez que los datos de los sensores han sido analizados. Estos datos son enviados por internet a través del protocolo HTTP y la utilización de APIs implementadas mediante software libre.

Un aplicativo desarrollado por Abdelsamee & Algarni (Abdelsamee & Algarni, 2018) intercambia datos biomédicos entre enfermos cardiacos y sus consultores para ayudar en su diagnóstico. La idea de implementar un sistema que este siempre a la escucha de la recepción de una prescripción surge de este proyecto.

En el sistema de telemedicina desarrollado por Bhojwani et al (Bhojwani et al., 2018) se manipulan distintos datos biomédicos que son medidos, acondicionados y transportados por un microcontrolador utilizando protocolos TCP/IP. Además, se implementó una interfaz web amigable con personal médico para observar los datos sensados para su posterior análisis y prescripción de tratamientos para los pacientes en sectores rurales de la India.

Otro trabajo de telemedicina desarrollado por Liau & Ho (Liau & Ho, 2019) implementa un circuito con el hardware Arduino para el procesamiento de los datos médicos obtenido por los sensores. Estos datos son enviados por bluetooth a una aplicación alojada en un teléfono móvil o tableta portátil. Este proyecto está enfocado en el manejo de pacientes ancianos, niños, enfermos mentales, en el manejo de enfermedades infecciosas y pacientes en casos de emergencias.

En base a los trabajos relacionados con el IoT y su aplicación en el campo de la telemedicina, el proyecto a desarrollar resulta viable ya que se cuenta con una amplia base teórica y paradigmas tecnológicos, combinando hardware compatible con el IoT y sus distintos protocolos, como el software que gestiona todos los datos, para presentarlos en forma ordenada y manejable.

3. Estado del arte

En esta sección se desarrollan todos los conceptos utilizados para la implementación del proyecto de investigación.

3.1. Rol del IoT en la telemedicina

La telemedicina se define simplemente como la atención médica a distancia. Esta ocurre gracias a la utilización de las tecnologías de la comunicación y de la información para el intercambio de datos vitales para el diagnóstico o prevención de enfermedades, entre otras como la Tele-prevención, el Tele-diagnóstico, Tele-emergencias y la Tele-monitorización (Cardier et al., 2016, p. 841).

Aplicación	Arquitectura
Monitorización de la salud de pacientes ancianos.	Proveedor de almacenamiento en la nube, sensor de ECG (Electrocardiograma), aplicaciones móviles.
Imagenología médica.	Nube, dispositivos para imagenología médica.
Monitoreo de ECG.	Sistema basado en la nube, sensor de ECG, aplicación para teléfono móvil, software de sobremesa.
Monitoreo de anestesia.	Monitorización terapéutica del fármaco, aplicación para dispositivo móvil, reloj inteligente.

Tabla 1 – Internet de las cosas y su aplicación en la telemedicina.

La implementación del internet de las cosas en la telemedicina ha recibido una considerable atención en los últimos años debido al increíble avance de las tecnologías de la información y comunicación, y el acceso a dispositivos inteligentes como los smartphones, tabletas, entre otros (Zgheib et al., 2019). La aplicación del internet de las cosas en la telemedicina puede ayudar a los médicos en la atención a pacientes que necesitan un monitoreo constante de su estado, y que no se encuentran en la misma ubicación geográfica (Stradolini et al., 2018, p. 1). La tabla 1 muestra diferentes aplicaciones del IoT en la telemedicina, detallando la arquitectura que puede ser usada (Stradolini et al., 2018, p. 2).

3.2. Sensores médicos Weareables

Los dispositivos Weareables son capaces de medir parámetros biomédicos del paciente en espacios reducidos, y pueden medir tres categorías de signos vitales, como son los sensores de ritmo cardiaco, sensores de temperatura corporal y sensores de presión sanguínea.

- *Sensores de ritmo cardiaco:* estos sensores son capaces de captar con que regularidad se ejecuta un latido del corazón, que de echo refleja la actividad del miocardio. Estos sensores son utilizados para el monitoreo de pacientes con problemas cardiovasculares (Wan et al., 2018, p. 4).
- *Sensores de temperatura:* estos permiten capturar la temperatura en el ambiente o corporal y mostrarlos en grados Celsius. Uno de los más populares es el sensor analógico LM35, que utiliza una alimentación de 5 voltios (Wan et al., 2018, pp. 4-5).

- *Sensores de presión sanguínea:* estos sensores son capaces de medir la presión sanguínea mediante una técnica llamada oscilométrica, la cual mide la presión sistólica, diastólica y la presión media. Esta característica corporal varía dependiendo de muchos factores, como la posición corporal, estado emocional, ejercicio físico o en las diferentes etapas del sueño (Wan et al., 2018, p. 5).

En la tabla 2 se presenta una comparación de todos los sensores Weareables disponibles actualmente en el mercado ecuatoriano según su funcionamiento, voltajes, consumo de corriente entre otros parámetros. Según los fabricantes, entre las aplicaciones que se les puede dar a estos sensores son: Weareables, dispositivos de asistencia física, dispositivos de monitorización médica, temperatura ambiental o corporal, etc.

Característica	**MAX30100**	**Sensor de pulso Amped**	**Modulo AD8232**	**LM35**	**Modulo KY-039**
Consumo de corriente	20 mA	4 mA	5 mA	60 mA	4 mA
Voltaje de alimentación	1.8 – 5 v	3 – 5v	3.3 v	4 – 30 v	3 -5 v
Comunicación	I2C	-	-	-	-
Dimensiones	5.6mm x 2.8mm x 1.2mm	1,6 cm x 1,6 cm x 0,5 cm	3.5 cm x 3 cm	4.30 mm x 4.30 mm	25 x 12 x 12 mm
Tecnología	Óptica	Óptica	Electrodos biomédicos	-	Óptica
Precio ($)	8	6	25	2	3.50

Tabla 2 – Tabla de comparación de sensores médicos Weareables.

3.3. Software de gestión de la nube

Característica	**Odoo**	**ERPNext**	**Metasfresh**	**Dolibarr**	**Tryton**
Lenguajes	JavaScript, Python, XML	Python, JavaScript	Java, JavaScript, XML, SQL	PHP	Python
Aplicaciones	Gestión de proyectos, gestión de usuarios, contabilidad, gestión de datos, gestión de email, estudio clínico.	Fabricación, Servicios, educación, cuidado de la salud, agricultura.	Manejo de negocios, planificación de proyectos, compra, manejo de datos.	Servicios empresariales, gestión de datos, servicios de email.	Administración de compras, contabilidad, administración de datos, analítica de contabilidad.
Base de datos	PostgreSQL	MariaDB	PostgreSQL	MySQL	PostgreSQL
Genero	ERP, CRM	ERP, CRM	ERP, CRM, Contabilidad	ERP, CRM	ERP
Sistema operativo	Disponible en imagen virtual.	Disponible en imagen virtual.	Linux	Windows, MAC OS X, Linux.	Windows, MAC OS X, Linux.

Tabla 3 – Comparación de los distintos softwares de gestión de la nube.

Varias de los servicios en la nube ofrecen software de gestión de datos, pero en su mayoría son pagos y de gestión compleja. Los softwares de gestión en la nube permiten gestionar los datos que se almacenan en la nube, incluyendo un sinfín de servicios como el de manejo de correo electrónico, gestión de usuarios, sitio web, gestión de proyectos, entre otros. Con la ventaja de que son de código abierto y gratuitos en su mayoría de funcionalidades. En la tabla 3 se muestran varios softwares de gestión de la nube, de acuerdo con las funcionalidades que estos permiten desarrollar, el código con el que trabajan, bases de datos que maneja, campos de aplicación, entre otros aspectos.

4. Caso de estudio

El caso de estudio propuesto es un sistema de telemedicina con almacenamiento y gestión de datos médicos en la nube a través de una interfaz web, y una aplicación para Android TV del lado del usuario. Una estructura general del sistema, representado por capas, se muestra en la Figura 1.

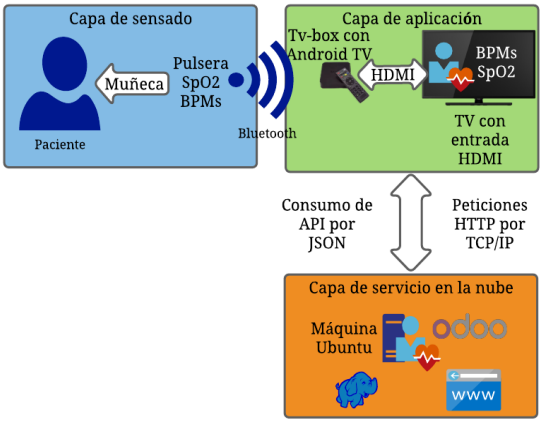


Figura 1 – Arquitectura del Sistema de Telemedicina con monitoreo de signos vitales basado en IoT.

Para la capa de sensado se diseñó un brazalete Weareable que contiene el sensor y el dispositivo de procesamiento y de comunicación para enviar los datos a la aplicación por medio de bluetooth. El sensor será el MAX30100, que trabaja con tecnología óptica a un voltaje de 3.3 voltios de alimentación, y que posee un puerto de comunicación I2C. El dispositivo de procesamiento y comunicación será el Arduino Pro Mini 5V a 16Mhz, que trabaja con el módulo bluetooth HC-05, el cual maneja el protocolo IEEE 802.15.1. Este circuito podrá interactuar con la aplicación al enviar los datos sensados y mostrar en pantalla el usuario seleccionado. Además, mostrará los datos sensados mediante una pantalla OLED de 128x64 pixeles, que posee un puerto de comunicación I2C con 3.3 voltios de alimentación.

En la capa de aplicación se implementa el ambiente Smart TV para poder visualizar y monitorear los signos vitales del paciente, los cuales son las pulsaciones por minuto

(BPM) y el nivel de oxígeno en la sangre (SpO2). Esta aplicación provee la interfaz gráfica para la interacción con el paciente, mostrando los nombres de los pacientes que han sido creados, además de un botón que permite crear nuevos usuarios. Cada usuario tendrá la opción de agregar su nombre y edad. Los datos de BPMs y SpO2 serán recibidos por medio de bluetooth para ser almacenados en la nube utilizando peticiones HTTP hechas por la aplicación al servicio en la nube. Cada usuario tendrá un gráfico donde se mostrarán los datos en forma de historial, para que el usuario pueda comprender mejor el avance de su salud. Esta permitirá también acceder a todas las prescripciones enviadas desde Odoo, permitiendo al usuario acceder a ellas utilizando filtros de fechas, al igual que el gráfico.

La capa de servicio en la nube esta encargada de almacenar y administrar los datos que son enviados desde la capa de sensado y la capa de aplicación, a través del software de administración Odoo, alojado en el servicio de Amazon. Este accede a los datos mediante una interfaz web, permitiendo al médico encargado enviar prescripciones cuando es notificado por el sistema, estas notificaciones se mostrarán cuando los signos vitales del usuario sean anormales. Además, brinda servicios web para la consulta de datos y actualización de estos, mediante la creación de APIs consumibles para la capa de aplicación y APIs para la subida de datos desde la capa de sensado, mediante el protocolo HTTP.

5. Implementación de la propuesta

5.1. Dispositivo Weareable

Para el desarrollo de este dispositivo se ha utilizado el diagrama de bloques que se muestra en la Figura 2.

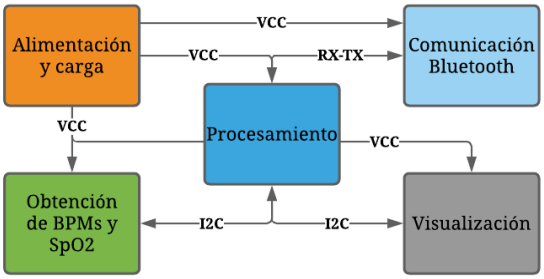


Figura 2 – Diagrama de bloques del dispositivo Weareable.

El bloque de alimentación y carga está compuesto por el circuito de carga de la batería y la batería. La batería de alimentación tiene un voltaje de 3.7 voltios y proporciona una corriente de 450 mA, dando una independencia del circuito de dos horas aproximadamente en constante funcionamiento. La comunicación Bluetooth se realiza mediante el módulo bluetooth HC-05. Este utiliza el estándar de comunicación IEEE 802.15.1 compatible con el IoT. Este funcionará a una tasa de transferencia de 9600 baudios y se utilizara el pin STATE para que el Arduino sepa

cuando se ha realizado la vinculación con el sistema Android TV y mostrar datos útiles del usuario en la pantalla Oled.

Los niveles de BPMs y SpO2 se obtienen desde al sensor MAX30100 por medio de comunicación I2C, los cuales son acondicionados a través de software. El bloque de visualización está encargado de mostrar los datos de BPMs y SpO2, además del nombre de usuario que ha sido seleccionado desde la aplicación en una pantalla Oled 128x64. El bloque de procesamiento es un Arduino Mini Pro 5V a 16MHz, programado mediante el IDE de Arduino.

Una vez implementado el dispositivo Weareable la medición de los signos vitales se realiza una vez que el sensor esta colocado sobre la muñeca debajo del dedo pulgar, como se muestra en la Figura 3.

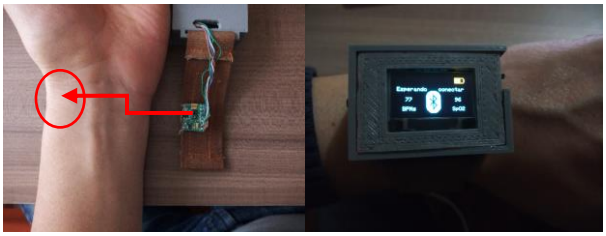


Figura 3 – Medición de los signos vitales con la pulsera Weareable colocada.

5.2. Aplicación Android TV

La aplicación para Android TV es desarrollada mediante el framework de programación React-Native. Se selecciono este framework debido a sus ventajas de multiplataforma, disponibilidad de librerías, y un gran aporte por parte de la comunidad de desarrolladores. Para el desarrollo de la aplicación se han utilizado las dependencias base de la página oficial de React-Native, además de otras desarrolladas por la comunidad. Entre las más importantes se pueden encontrar la librería React Navigation para la navegación entre las vistas que se muestran en la Figura 4, react-native-bluetooth-serial-next para la comunicación Bluetooth entre la pulsera y la aplicación, React Native Paper para los estilos, entre otros.

La vista “splash” permite crear en la base de datos el id del dispositivo en caso de que este no exista. En la vista “bluetooth” se realiza la vinculación de la pulsera con la aplicación, y siempre está a la escucha de su desconexión, notificando al usuario la desconexión tanto si la aplicación está abierta como minimizada. En la vista “pacientes” se renderiza una lista con el nombre de todos los usuarios creados desde el dispositivo, además se puede navegar a una vista para crear un nuevo usuario. En la vista “datos” es donde se realiza la medición de los niveles de BPMs y SpO2 del usuario seleccionado, puede haber tantas como usuarios creados. Estos se miden en un minuto y luego son subidos a la nube. La medición se realiza tanto si la aplicación está abierta como minimizada. Desde esta se puede navegar a una vista para modificar los datos del usuario, y otra para revisar todos los datos mostrados y las prescripciones recibidas, además de poder filtrarlas por fechas como se muestra en la Figura 5. Al

llegar una prescripción desde Odoo, el usuario es notificado a través de un mensaje "Toast" tanto si la aplicación está abierta como cerrada.

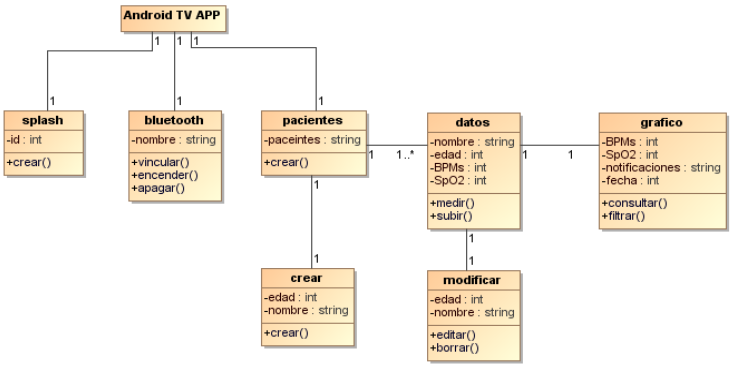


Figura 4 – Diagrama UML de las vistas de la aplicación para Android TV.

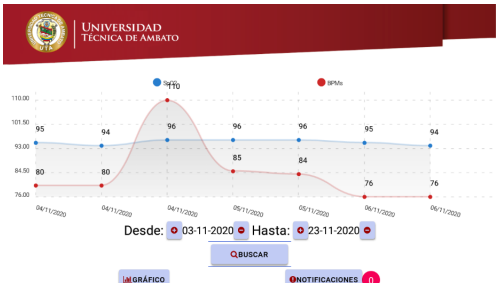


Figura 5 – Vista "gráfico" de la aplicación para Android TV.

5.3. Servicio en la nube

Las funcionalidades de Odoo se ejecutan a partir de la creación de módulos que están escritos en lenguaje Python y XML. Estos módulos dependen de distintos archivos para su funcionamiento, pero entre los más importantes está el archivo "models.py" dentro del directorio "models". Este archivo define la estructura de la base de datos al crear los distintos modelos y sus atributos los cuales pueden ser booleanos, enteros, cadena, carácter, etc. En la Figura 6 se muestra un diagrama UML con los distintos modelos que se han creado para este proyecto.

En Odoo "res.partner" es una clase de objetos en la base de datos que permiten administrarlos por medio de códigos (en este caso Python) para poder crear, escribir, borrar y actualizar. En este caso se utiliza para definir los distintos usuarios que tendrá el sistema: el administrados, el monitor y el paciente. El administrador tiene acceso a todas las funcionalidades antes detalladas. El monitor solo puede leer, y crear en el caso de las prescripciones, ya que es el encargado de monitorear los datos médicos y las notificaciones que se muestran cada vez que un usuario presenta signos anormales.

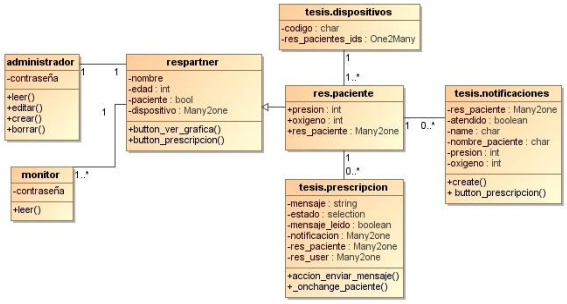


Figura 6 – Diagrama UML de los usuarios y modelos que son parte del proyecto.

Estas notificaciones se activan cuando el nivel de BPMs es bajo de 60 y mayor a 100, y los niveles de SpO2 cuando son menores a 95%. El paciente posee un dispositivo, que es el id único del dispositivo Android TV, el cual se crea una vez abierta la aplicación de Android TV por primera vez, y este a su vez puede tener uno o varios pacientes.

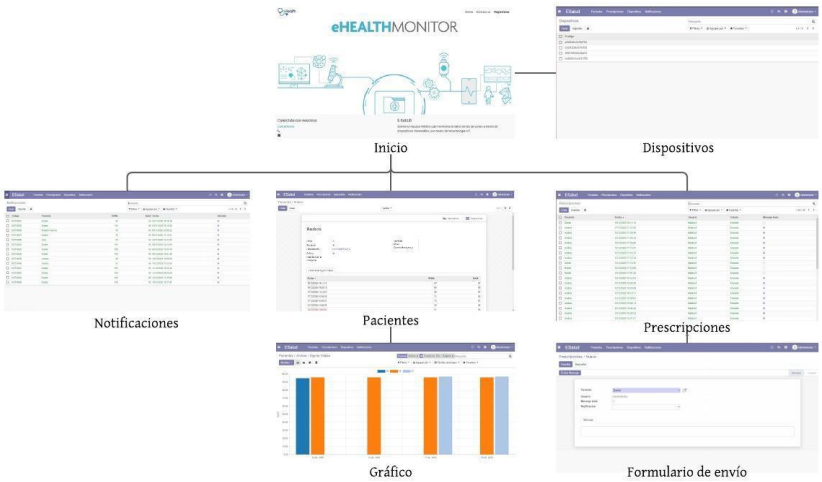


Figura 7 – Vistas de la aplicación en la nube.

El paciente posee también una tabla de notificaciones, que almacena todas aquellas que este haya activado. Además, posee una tabla de prescripciones, la cual se puede consultar en la aplicación de Android TV en forma de historial. El paciente tiene una tabla de historial de signos que han sido subidos desde la aplicación para Android TV por medio de la pulsera Weareable, y que además se pueden mostrar en esta a través de una gráfica con un filtro por fechas. Todos estos datos después son renderizados en la vista web gracias a archivos XML.

Los atributos del usuario se pueden crear o modificar a través de APIs escritas en Python alojadas en la sección "controllers" del módulo de Odoo. Estas APIs manejan peticiones HTTP gracias al protocolo TCP/IP utilizando textos JSON, a diferencia de las prescripciones, que son enviadas por medio de WebSocket, ya que el sistema Android TV no posee una barra de herramientas como los sistemas móviles. Las vistas de la aplicación se muestran en la Figura 7.

6. Resultados Obtenidos

Al realizar las mediciones por medio de bluetooth se capturaron los datos de latencia utilizando la herramienta de Android TV "HCI Bluetooth snoop log" en la sección de opciones de desarrollo. Los datos obtenidos se muestran en la Figura 8.a.

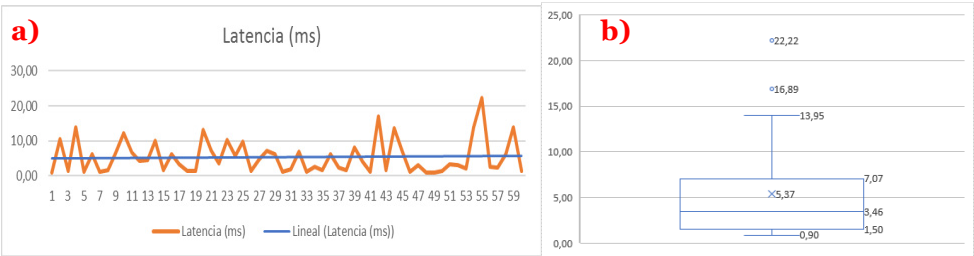


Figura 8 – Latencia de cada muestra obtenida por Bluetooth. a) Representación lineal. b) Representación usando boxplot.

Los datos obtenidos son analizados mediante un Boxplot como se muestra en la Figura 8.b, donde se aprecia que más del 75% de los retardos de respuesta están entre 1,50 y 13,95 milisegundos, con una media de 5,37 milisegundos.

También se realizaron pruebas a la aplicación y a las APIs utilizando la herramienta JMeter. El procesador de la capa gratuita tiene un procesador de un núcleo a 64 bits, una memoria de 1024 Mbytes y un S.O. Ubuntu server 18.04. Las pruebas muestran que el número idóneo de usuarios en el grupo "Monitores" puede estar en el rango de 1 a 100, con una eficiencia mínima del 95,06 %. Para la utilización de las APIs se puede dimensionar hasta 100 usuarios, con una efectividad mínima del 95,73 %. Además, el consumo de red durante estas pruebas fue de un máximo de 47,5 Mbytes por día, significando una cantidad total de 142,5 Mbytes por mes, lo cual no represento un costo monetario en el servicio AWS, ya que no se pasa del límite mínimo de 1Tbytes por mes.

En la Figura 9 se puede observar un Boxplot con los resultados obtenidos de la medición de las latencias de respuesta de la aplicación. El retardo con menor porcentaje de ocurrencia es el de 3190 milisegundos, y los que tiene un 75% o más de ocurrencia son aquellos datos que se encuentran en el rango de 702,5 y 1196 milisegundos, con una media de 943,58 milisegundos.

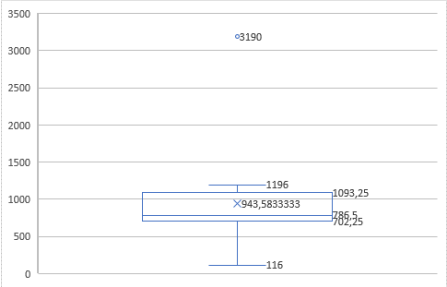


Figura 9 – Boxplot de las latencias de respuesta de la aplicación Android TV.

En el caso de la encuesta, la muestra fueron 40 profesionales de la salud a los que se les presento el proyecto desarrollado y respondieron a un total de 4 preguntas. Los datos obtenidos se muestran en el Boxplot de la Figura 10.

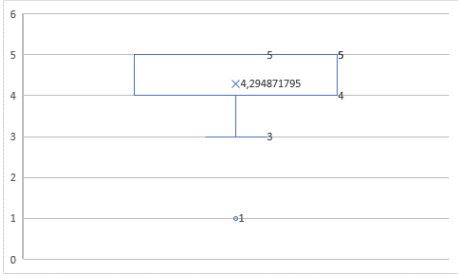


Figura 10 – Boxplot de las encuestas realizadas.

El objetivo de la primera pregunta es el de saber que tan importantes son los datos mostrados por el sistema, en el cual 92,3% dieron una calificación entre 4 y 5, donde el 73,2% son calificaciones de 5. El objetivo de la segunda pregunta es el de saber que tan útiles son las herramientas presentadas por el sistema, en el cual 76,9% de las personas dieron una calificación entre 4 y 5, donde el 53,9% son calificaciones de 5. El objetivo de la tercera pregunta es el de saber si el manejo de la plataforma es sencillo y de fácil manejo para el usuario, en el cual 80,8% de las personas dieron una calificación entre 4 y 5, donde el 34,6% son calificaciones de 5. Del total de la muestra, una gran mayoría implementaría este sistema en sus lugares de trabajo, siendo un total del 88%.

7. Conclusiones y trabajos futuros

La propuesta de trabajo de investigación sobre el sistema de telemedicina en la monitorización de signos vitales se enfocó en la medición de BPMs y SpO2, ya que son datos comúnmente utilizados en consultas médicas y pueden aumentar significativamente la efectividad de estas. De esta forma se reducen gastos operativos médicos, ya que el paciente puede recibir prescripciones a través de la interfaz de la aplicación.

Una de las ventajas de la implementación de la aplicación en el framework de programación React-Native es la multiplataforma. Con pequeños cambios de código, o en algunos casos ninguno, esta aplicación puede ser utilizada en sistemas móviles iOS y Android, además de consolas de videojuegos XBOX, sistemas operativos Windows, y sistemas embebidos Apple TV. Este tipo de framework brinda el soporte necesario para la ejecución en sistemas Smart TV, a la vez, brindando el acceso a todas las funcionalidades de hardware de los dispositivos, como cualquier otra aplicación nativa.

Los trabajos futuros se centran en la implementación en varias plataformas antes mencionadas, considerando el acceso a distintas limitaciones de hardware que estos presentan, y los periféricos disponibles para la interacción con el usuario.

Agradecimientos: *Los autores agradecen a la Universidad Técnica de Ambato (UTA) y a la Dirección de Investigación y Desarrollo (DIDE) por su apoyo en la realización del proyecto "Sistema de telemedicina para la Monitorización de señales vitales en un Ambiente de Smart tv (SFFISEI 03)".*

Referencias

Abdelsamee, N. M., & Algarni, A. (2018). IOT based solution for Teleconsulting Cardiac Patients In Saudi Arabia. *2018 21st Saudi Computer Society National Computer Conference (NCC)*, 1-4. https://doi.org/10.1109/NCG.2018.8593156

Bhojwani, H., Sain, G. K., & Sharma, G. P. (2018). A Hybrid Connectivity Oriented Telemedician System For Indian Landscape Using Raspberry Pi SBC & IOT. *2018 3rd Technology Innovation Management and Engineering Science International Conference (TIMES-ICON)*, 1-5. https://doi.org/10.1109/TIMES-iCON.2018.8621799

Cardier, M., Manrique, R., Huarte, A., Valencia, M. L., Borro, D., Calavia, D., & Manrique, M. (2016). Telemedicina. Estado actual y perspectivas futuras en audiología y otología. *Revista Médica Clínica Las Condes*, *27*(6), 840-847. https://doi.org/10.1016/j.rmclc.2016.11.016

Castaño, E. Y. P., Carvajal, L. C., García, J. J. B., & Rengifo, Y. S. P. (2016). *Estado actual de la telemedicina: Una revisión de literatura* Current state of telemedicine: A literature review*. *20*, 16.

Costa, C. R., Anido-Rifon, L. E., & Fernandez-Iglesias, M. J. (2017). An Open Architecture to Support Social and Health Services in a Smart TV Environment. *IEEE Journal of Biomedical and Health Informatics*, *21*(2), 549-560. https://doi.org/10.1109/JBHI.2016.2525725

Danielsson, W. (2016). *React Native application development*. 70.

Liau, J.-C., & Ho, C.-Y. (2019). Intelligence IoT(Internal of Things) Telemedicine Health Care Space System for the Elderly Living Alone. *2019 IEEE Eurasia Conference on Biomedical Engineering, Healthcare and Sustainability (ECBIOS)*, 13-14. https://doi.org/10.1109/ECBIOS.2019.8807821

Pires, G., Correia, P., Jorge, D., Mendes, D., Gomes, N., Dias, P., Ferreira, P., Lopes, A., Manso, A., Almeida, L., Oliveira, L., Panda, R., Monteiro, P., Gracio, C., & Pereira, T. (2018). VITASENIOR-MT: A telehealth solution for the elderly focused on the interaction with TV. *2018 IEEE 20th International Conference on E-Health Networking, Applications and Services (Healthcom)*, 1-6. https://doi.org/10.1109/HealthCom.2018.8531126

Stradolini, F., Tamburrano, N., Modoux, T., Tuoheti, A., Demarchi, D., & Carrara, S. (2018). IoT for Telemedicine Practices enabled by an Android™ Application with Cloud System Integration. *2018 IEEE International Symposium on Circuits and Systems (ISCAS)*, 1-5. https://doi.org/10.1109/ISCAS.2018.8351871

Teo, J. (2020). Early Detection of Silent Hypoxia in Covid-19 Pneumonia Using Smartphone Pulse Oximetry. *Journal of Medical Systems*, *44*(8), 134. https://doi.org/10.1007/s10916-020-01587-6

Universidad Simón Bolívar, Sanmartín Mendoza, P., Ávila Hernández, K., Universidad del Norte, Vilora Núñez, C., Universidad del Norte, Jabba Molinares, D., & Universidad del Norte. (2016). Internet of Things and Home-Centered Health. *Salud Uninorte*, *32*(2), 337-351. https://doi.org/10.14482/sun.32.2.8954

Wan, J., A. A. H. Al-awlaqi, M., Li, M., O'Grady, M., Gu, X., Wang, J., & Cao, N. (2018). Wearable IoT enabled real-time health monitoring system. *EURASIP Journal on Wireless Communications and Networking*, *2018*(1), 298. https://doi.org/10.1186/s13638-018-1308-x

Zgheib, R., Conchon, E., & Bastide, R. (2019). Semantic Middleware Architectures for IoT Healthcare Applications. En I. Ganchev, N. M. Garcia, C. Dobre, C. X. Mavromoustakis, & R. Goleva (Eds.), *Enhanced Living Environments: Algorithms, Architectures, Platforms, and Systems* (pp. 263-294). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-10752-9_11

risti
Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação
Iberian Journal of Information Systems and Technologies

Recebido/Submission: 11/04/2021
Aceitação/Acceptance: 27/06/2021

Análise de sentimentos da população brasileira durante a pandemia de COVID-19 como ferramenta de exploração da expressão psicossocial no espaço cibernético

Carlos Eduardo de Lima Joaquim[1,2], Carlos Henrique Medeiros Barbosa[1,3], Edison Ishikawa[1]

eduardo.delima@outlook.com; carloshmb@hotmail.com; ishikawa@unb.br

[1] Universidade de Brasília, Campus Universitário Darcy Ribeiro, 70910-900, Brasília, Brasil

[2] Centro de Desenvolvimento de Sistemas, QGEx - Bloco G - 2º Piso, 70630-901, Brasília, Brasil

[3] Centro de Defesa Cibernética, Rodovia DF-001 Km 5, 71559-902, Brasília, Brasil

Pages: 167-179

Resumo: O presente trabalho apresenta o resultado de análise de sentimentos da população brasileira durante a pandemia de COVID-19, com classificações baseadas na roda das emoções de Robert Plutchik. O estudo realizado findou por verificar a viabilidade de aplicação no tocante ao monitoramento das redes sociais enquanto explorando a expressão psicossocial do espaço cibernético. Após a preparação dos dados, foram analisados os melhores resultados e a eficácia de algoritmos de aprendizado supervisionado. No trabalho proposto foram utilizados dados reais, na ordem de 150.000 tweets, referentes ao período compreendido entre os meses de março e outubro de 2020. Um total de 4491 tweets classificados foram utilizados para o treino e teste dos classificadores, sendo utilizados 75% para treinamento e 25% para testes. Os resultados demonstraram precisão de até 0.78, sensibilidade variando entre 0.56 e 0.82 e f1-score variando entre 0.57 e 0.80. Com os resultados dos sentimentos populacionais variando de forma mínima, dada a presença do COVID, enquanto citando o Exército; não ficou demonstrada relação de causa entre o sentimento geral do público e o sentimento em relação ao Exército Brasileiro.

Palavras-chave: covid-19; análise de sentimentos; Twitter; roda de emoções de Robert Plutchik; informação psicológica.

Sentiment Analysis During the COVID-19 Pandemic as a Tool for Exploring Psychosocial Expression in Cyberspace

Abstract: This work presents the Brazilian population's Sentiment Analysis during the COVID-19 pandemic, using Robert Plutchik's wheel of emotions classifications. The study ended by checking the application feasibility regarding the monitoring of social media while exploring the psychosocial expression of cyberspace. After data preparation, there were assessed the best results and the supervised

learning algorithms. Real data was the source for this work, with near 150,000 tweets, between March and October 2020. A total of 4491 tweets were manually labeled for training and test classification, in a proportion of 75% being used for training and 25% for testing. The results showed a precision of up to 0.78, having a recall between 0.56 and 0.82 and f1-score ranging from 0.57 to 0.80. Considering the results of populational sentiments, varying minimally on tweets, given the presence of COVID, while citing the Brazilian Army, no causal relationship has been demonstrated between the general sentiments of the public in Brazil and that related to the Brazilian Army.

Keywords: covid-19; sentiment analysis; Twitter; Robert Plutchik's wheel of emotions; information psychological.

1. Introdução

Na Era da Informação o espaço digital está influenciando todas as áreas da vida humana. No campo da defesa cibernética, operações de informação e psicológicas têm se mostrado efetivas, como a exemplo de operações da Rússia na Ucrânia (Parliament, 2006).

Grandes quantidades de dados são gerados e transitam através das mais diversas aplicações e ferramentas no dia a dia, e o conteúdo gerado pelos usuários, que pode variar bastante, de um simples "like" a longos comentários, constitui-se uma interessante e valiosa fonte para o entendimento da opinião pública (Giachanou & Crestani, 2016).

Quando considerada a expressão psicossocial[1] no espaço cibernético[2], conforme Meneses & Sarriera (2005), tem-se que ao pertencer a uma rede, pode-se notar que os participantes compartilham padrões de comportamento e relacionamento. Mais especificamente, no campo da saúde coletiva, uma determinada rede "pode levar a modificar um sistema de crenças em todos os participantes, a partir da experiência e a necessidade de auxiliar-se os membros entre si" (Meneses & Sarriera, 2005).

No caso do Twitter, que, conforme estatísticas disponíveis, possui atualmente mais de 340 milhões de usuários, os quais enviam mais de 500 milhões de tweets por dia[3], através de uma análise exploratória eficaz, é capaz de produzir informações oportunas e relevantes. E, no tocante à proliferação de doenças, tem-se o potencial de capturar tendências epidêmicas, coletar informações e disseminar conhecimento (Odlum & Yoon, 2015).

Nesta esteira, com o advento do KDD - Knowledge Discovery in Databases, e da Mineração de Dados, tornou-se possível, após a preparação dos dados e posterior aprendizagem supervisionada, por exemplo, a descoberta de regras que permitem a construção de modelos preditivos capazes de tornar dados em conhecimento útil para a tomada de decisão.

---

[1] Expressão Psicossocial é a manifestação, de natureza preponderantemente psicológica e social, do conjunto dos homens e dos meios deque a Nação dispõe (Brasil, 2015 apud Escola Superior de Guerra, 2019).

[2] Espaço virtual, composto por dispositivos computacionais conectados em redes ou não, onde as informações digitais transitam, são processadas e/ou armazenadas (Ministério da Defesa, 2014)

[3] Conforme registrado em https://www.omnicoreagency.com/twitter-statistics, atualizado em 10/10/2020.

Baseado na análise dos sentimentos, que estão implícitos nas mensagens transmitidas entre os diversos usuários, pode-se extrair não apenas polaridades positivas ou negativas, mas também, diferentes emoções, similar ao proposto em Dal Molin (2019), que utiliza as emoções presentes na "roda das emoções de Robert Plutchik", onde estas apresentam funções concretas que promovem a sobrevivência e a adaptação do ser humano.

No tocante às atividades desenvolvidas pelo Estado, face à imposição de o mesmo ter de responder a crises, tem-se à disposição a mobilização nacional, que, até meados do século passado, era pensada basicamente como esforço de guerra, geralmente relacionado à iminência de uma agressão estrangeira.

Atualmente, pensar em mobilização nacional sugere novos desafios, diante de ameaças cada vez mais fluídas, difusas e imprevisíveis, incluindo as atividades cibernéticas; considerando, ainda, o monitoramento de atividades direcionadas à expressão psicossocial.

1.1. Objetivos

Foram definidos os seguintes objetivos para este trabalho:

- Analisar os sentimentos expressos pelos usuários no Twitter, entre os meses de março e outubro, da epidemia COVID-19, e classificar o sentimento geral da população no período.
- Aplicar técnicas de Processamento de Linguagem Natural na base de dados e submetê-la ao processamento de diversos algoritmos classificadores de aprendizado de máquina.

2. Referencial Teórico

Conforme destacado por Stolyarenko, Serdyuk, Vakhnina, & Boeva (2019), o desenvolvimento de tecnologias de comunicação em massa pode ser considerado uma das características dos tempos modernos, tornando o mundo moderno mais compacto, interconectado, mas também mais gerenciável. Segundo os mesmos autores, as comunicações modernas, mecanismos de busca e mídia social podem, ainda, ser usadas para manipular a opinião pública.

Comunicações estratégicas é um termo tomado do nicho militar, novamente conceitualizado e institucionalizado como uma arte operacional conduzida por Estados e Governos (Farwell, 2012 apud Fridman, 2020).

Segundo Fridman (2020), o conceito russo de guerra de informação lança mão de uma combinação de meios militares e não militares para influenciar o espaço informacional-psicológico de um alvo.

Dugin (2008 apud Fridman, 2020, tradução nossa) declara que:

"A realidade é secundária em relação ao virtual. A imagem é muito mais importante do que a realidade. A realidade em si se torna real somente depois que relatórios sobre ela surgem na dimensão informacional, e, dessa forma, o principal fator é controlar a dimensão informacional. Aquele que controla a dimensão informacional, controla tudo."

Da mesma forma, o artigo do general russo Valery Gerasimov, frequentemente referenciado como a Doutrina Gerasimov, sugere que os meios não militares de alcançar objetivos políticos e estratégicos, aplicados de forma coordenada com o potencial de protesto da população estavam começando a exceder os meios cinéticos tradicionais em sua eficácia (Brose, 2015).

A partir do Processamento de Linguagem Natural (PLN), é possível, com o auxílio de aprendizagem de máquina supervisionada (Pang & Lee, 2009), e com base em determinado texto, obter a classificação do sentimento sobre certa publicação. Segundo Manguri, Ramadhan, & Amin (2020), atualmente a análise de sentimentos pode ser considerada o principal tópico de pesquisa no campo da PLN.

Como em Zhang & Ng (2020), adota-se certo procedimento para a realização da análise de sentimentos, quais sejam: após a obtenção e pré-processamento, faz-se necessária a vetorização, a fim de que estes possam ser processados pelos modelos de aprendizagem de máquina.

Quanto aos métodos de aprendizagem de máquina, conforme Giachanou & Crestani (2016) os classificadores SVM e Naive Bayes (NB) têm sido os mais prevalentes dentre as abordagens utilizadas. Por outro lado, de acordo com Ribeiro, Carreirão, & Borba (2011), associações entre sentimentos e determinadas atitudes podem ser mapeadas em modelos de regressão na forma de variável dependente e variáveis explicativas, e, de certa forma, os sentimentos podem ser previstos em relação à aprendizagem de certos padrões.

Classificadores, no caso das NB, podem ser otimizados para distribuições de dados e tipos de recursos ligeiramente diferentes, por exemplo: MultinomialNB para valores inteiros; BernoulliNB para recursos binários; GaussianNB para recursos que seguem uma distribuição Gaussiana em todos os dados e ComplementNB para conjuntos de dados com diferentes quantidades de dados de treinamento para cada classe (Sittser, 2020).

Outros modelos de classificadores podem utilizar princípios matemáticos, por exemplo, gradiente estocástico e regressão logística, como funções de otimização para minimizar rotulações incorretas no treinamento.

No âmbito das redes sociais na investigação psicossocial, Meneses & Sarriera (2005) apresentam os antecedentes do estudo das redes sociais em 1934, por exemplo, abordando a maneira como se conectam as pessoas que pertencem a um grupo; e, ainda, ilustra uma série de pesquisas realizadas em diversos contextos do desenvolvimento humano tais como trabalho, educação, família, comunidade, saúde, religião e processos migracionais.

Na literatura, um vasto número de pesquisadores tem trabalhado na análise de sentimentos no Twitter, fornecendo importantes contribuições. Alguns dos trabalhos, relacionados ao tema desta pesquisa, estão incluídos nesta seção.

De forma similar Chew & Eysenbach (2010) realizaram uma análise de conteúdo dos tweets relacionados ao H1N1, com o intuito de auxiliar as autoridades de saúde pública a captarem com maior facilidade as preocupações do público.

Referente ao Covid-19, Xavier, Olenscki, Acosta, Sallum, & SARAIVA (2020) analisaram 126 mil mensagens referentes a janeiro de 2020, e foi constatado que as postagens se referiam aos efeitos na economia e política ao invés de aspectos de prevenção. Especificamente focado no Reino Unido, Zhang & Ng (2020) exploram quais as preocupações que as mídias sociais abordam naquele país.

3. Métodos

Através de uma metodologia exploratória, o trabalho foi estruturado em 3 etapas, quais sejam: i) Obtenção dos dados; (ii) Pré-processamento dos tweets; e (iii) Análise dos tweets.

3.1. Obtenção dos dados

A obtenção dos dados ocorreu utilizando-se a linguagem Python, com e sem a utilização da API do Twitter. No total, foram coletados 189.442 tweets entre os meses de fevereiro e maio, incluindo coletas posteriores referentes ao mês de outubro, a fim de se analisar a evolução dos sentimentos em períodos distintos da pandemia.

Os parâmetros para coleta dos tweets foram estabelecidos pela pesquisa de postagens associadas a *hashtags* e palavras-chave no Brasil, e em português, que figuraram nos assuntos em destaque ou que ficaram em evidência durante o período da pandemia de COVID-19.

B. Pré-processamento dos tweets

A fim de tornar mais eficiente a execução dos algoritmos, além da remoção de retweets e tweets duplicados, procedeu-se a execução dos seguintes procedimentos: remoção de hashtags; remoção de caracteres especiais e contas de usuários; remoção de links; transformação do texto para letras minúsculas; transformação de emojis para seus correspondentes textuais; remoção de stopwords; ttemming; e tokenization.

Após o pré-processamento e a limpeza dos dados, foram totalizados 151.253 tweets prontos para submissão e classificação.

C. Treino

Para realizar o treino foram utilizados os 4491 tweets classificados. Dentro do conjunto existente, foi realizada segmentação, de forma que 25% dos tweets restou separado para o conjunto de testes.

A criação dos vetores se deu através da elaboração de matriz de vetores com representações esparsas, como também com a utilização de matriz importância de características como fator de ponderação quando da criação do vetor a ser submetido à fase de testes.

Foram aplicados os seguintes classificadores Naive Bayes: MultinomialNB, MultinomialNB com Bigrams e Trigrams, ComplementNB, GaussianNB e BernoulliNB. Estes se caracterizam como classificadores probabilísticos, os quais desconsideram a correlação entre as variáveis.

Além disso, também foram aplicados os classificadores Linear Support Vector Classification (LSVC), Stochastic Gradient Descent (SGD) e Logistic Regression (LR). O melhor resultado ocorreu com a aplicação da regressão logística, com uma acurácia de 0.72 durante as fases de treino e teste.

D. Análise dos tweets

Nesta etapa foram submetidos à fase de testes os tweets restantes do período de coleta. Foi aplicado o fator de ponderação baseado em TF-IDF para cada tweet, e então o mesmo foi submetido ao método de regressão logística, tendo em vista este método ter se mostrado o método com melhor desempenho durante a fase de treino e testes do experimento.

De forma mais detalhada, durante os trabalhos executados na condução da classificação a ser executada, foi realizada a vetorização do corpus utilizando os métodos CountVectorizer e TI-IFD:

CountVectorizer é uma ferramenta do scikit-learn que transforma um dado texto em um vetor com base na frequência em que cada palavra ocorre em um texto. O valor de cada célula se resume à contagem da palavra em uma dada amostra de texto. Essa implementação produz uma matriz esparsa das contagens.

TFidfVectorizer assume o mesmo comportamento, com a diferença principal de que o tf-idf vectorizer assume valores de ponto flutuante, enquanto o CountVectorizer assume valores inteiros. O TFIDFVectorizer considera ainda o peso de cada palavra sobre todo o documento, ajudando a lidar com as palavras mais frequentes. Na análise de Tweets foi aplicada a regressão logística.

4. Resultados

A Figura 1 apresenta a validação do modelo. Nela, o F1-score da acurácia resultou em 0.69, restando ainda demonstrado, no F1-score do rótulo tristeza, que o aumento do

	precision	recall	f1-score	support
alegria	0.72	0.70	0.71	986
confiança	0.58	0.56	0.57	887
tristeza	0.78	0.82	0.80	1648
desgosto	0.58	0.58	0.58	970
accuracy			0.69	4491
macro avg	0.67	0.66	0.66	4491
weighted avg	0.69	0.69	0.69	4491

Figura 1 – Validação do Modelo

número de amostras permite observar melhorias no F1-score das classes. A validação do modelo, que obteve precisão variando entre 0.58 e 0.78, sensibilidade variando entre 0.56 e 0.82 e f1-score variando entre 0.57 e 0.80.

A precisão diz respeito à fração relevante entre as instâncias identificadas de uma classe. Ela é também chamada de valor preditivo positivo, enquanto a sensibilidade, também conhecida como revocação, se configura como a fração do todo das instâncias identificadas de uma classe que foram realmente recuperadas.

F1-Score é a medida a ser utilizada quando se busca encontrar balanceamento entre precisão e recordação e se caracteriza como o resultado de operações matemáticas realizadas sobre ambos.

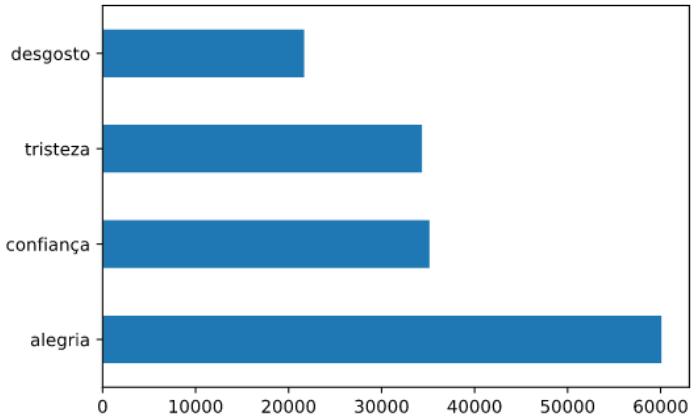


Figura 2 – Classificação Final dos Tweets

Buscando balizar a interpretação que deveria ser dada ao resultado obtido, através do referencial teórico, pôde-se observar que os índices obtidos, através da submissão do conjunto de dados aos algoritmos, foram satisfatórios, uma vez que restou demonstrado em Wolf et al. (2006) que a capacidade de classificação humana finda por oscilar entre 60 e 80%, conforme classificações realizadas em artigos do New York Times e da CNN naquele experimento.

Os dados do corpus foram então submetidos ao modelo validado, de onde obtemos a classificação final dos tweets, conforme a Figura 2, que apresenta um considerável número de amostras registrando sentimentos considerados positivos. Este resultado demandou investigações sobre a eficácia do método utilizado, que restou comprovada após exploração de referencial teórico sobre o comportamento da população ao redor do mundo frente à pandemia.

Da busca de referencial teórico referente à análise de sentimentos durante a pandemia, inicialmente foi buscado estudo sobre população diversa que tivesse sido objeto de análise no episódio do COVID-19.

Figura 3 – Nuvem de Palavras

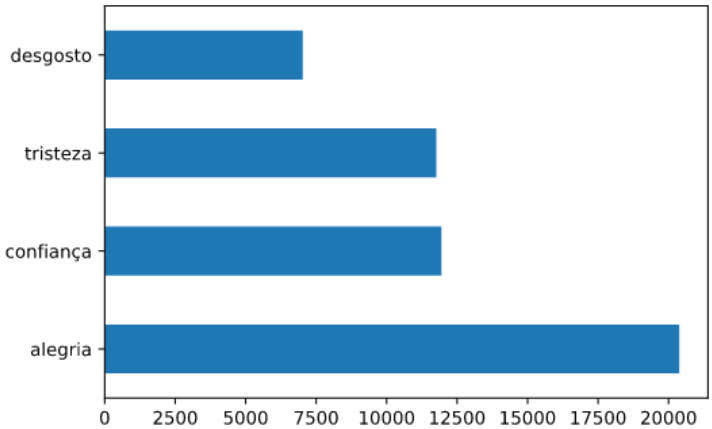


Figura 4 – Classificação dos Tweets do mês de março de 2020

A nuvem de palavras, visualizada na Figura 3, apresenta os termos mais utilizados nos tweets relativos à pandemia, destacando-se as referências ao vírus e ao novo modo de estabelecimento das relações de trabalho durante a pandemia.

Os resultados constantes de Pokharel (2020), durante a pandemia, ratificaram os resultados conduzidos no experimento, demonstrando que os tweets classificados como positivos se mostram realmente como maioria. Através de Manguri et al. (2020), onde os estudos são conduzidos sobre a população mundial, restou consolidada a percepção de que, frente à pandemia, tweets com classificação positiva continuam sendo maioria frente aos tweets de classificação negativa.

Pacificada a questão de, frente à pandemia, haver, ainda, predominância de sentimentos positivos, seguiu-se para a análise de sentimentos da população por períodos específicos.

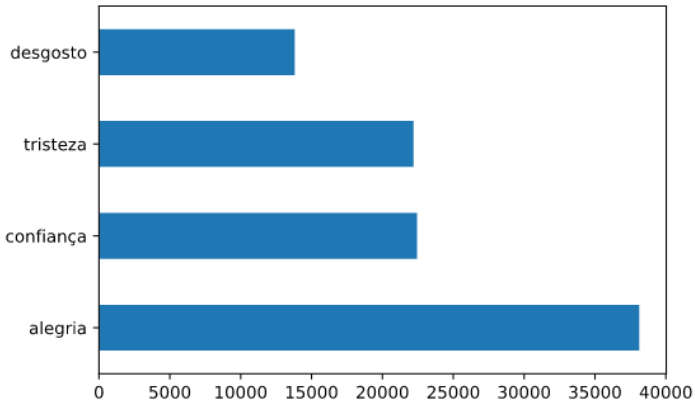


Figura 5 – Classificação dos Tweets dos meses de abril e maio de 2020

No mês de março, conforme Figura 4, houve um número considerável de tweets sobre o COVID coletados, e, após submissão ao classificador, foi registrada uma tendência similar à anterior, qual seja: alegria: 20381; confiança: 11943; tristeza: 11762 e desgosto: 7025.

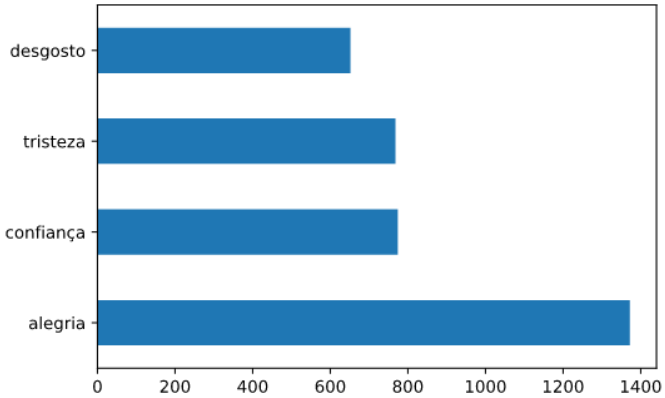


Figura 6 – Classificação dos Tweets do mês de outubro de 2020

Conforme Figuras 5 e 6, os tweets dos meses seguintes, separados nos períodos entre abril e maio, e outubro, apresentaram comportamento semelhante. Quando os dados foram submetidos ao classificador, nos respectivos períodos, foram registrados os seguintes valores, respectivamente: alegria: 38124, confiança: 22444, tristeza: 22196 e desgosto: 13812; e alegria: 1372, confiança: 774, tristeza: 768 e desgosto: 652.

Ao longo dos meses, a proporção dos sentimentos analisados não sofreu variação significativa, com cada classe variando da seguinte forma: alegria, entre 38,47 e

40,82%; confiança, entre 21,70 e 23,37%; tristeza, entre 21,54 e 23,01%; e desgosto entre 13,74 e 18,28%.v

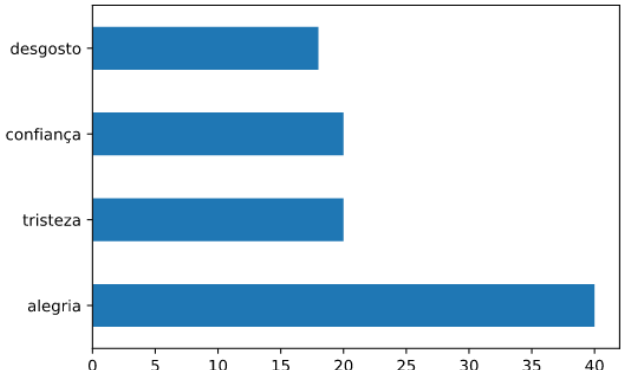


Figura 7 – Classificação dos Tweets relacionados ao Exército

Quando restringimos o escopo para a análise dos tweets relacionados ao Exército Brasileiro, considerando-se apenas as postagens que diretamente citaram o mesmo, verificou-se a manutenção da compatibilidade com o restante das amostras analisadas, conforme a Figura 7.

Figura 8 – Nuvem de palavras relacionadas ao Exército

Os resultados obtidos, de tweets relacionados ao Exército Brasileiro, foram: alegria, 40,82%; confiança, 20,41%; tristeza, 20,41%; e desgosto, 18,37%. Do total de tweets relacionados à pandemia, 98 tweets citam diretamente o Exército, tendo destaque os termos mais utilizados constando destacados na Figura 8.

5. Conclusão

Os achados do estudo demonstram que o sentimento geral da população estudada, no período compreendido, não sofreu alteração significativa, havendo destaque para o sentimento de desgosto, que sofreu alteração de 5 pontos percentuais, passando de 13 para 18%, no período compreendido.

No que tange à exploração da expressão psicossocial no espaço cibernético, a técnica aplicada e a fonte de dados demonstram ser valiosos ativos para identificar a direção do movimento populacional frente às operações que serão conduzidas.

Como bem observado por Brose (2015), enquanto a informação e o sentimento podem se mover na velocidade da rede, suas desajeitadas contrapartes – política e lei – não o fazem. Destarte, a aplicação da ciência de dados, buscando realizar análise de sentimentos e, consequentemente, inferências sobre as tendências frente ao sentimento populacional, finda por ser recurso útil na condução de operações que, por vezes, afetam o dia-a-dia das populações locais. Sua utilização figura como elemento de alavancagem, se observada oportunamente por áreas específicas da Força, como a área de Inteligência e a Comunicação Social.

Destaque-se ainda o fato de a adequada aplicação de técnicas, como a executada no presente trabalho, permitem a condução de ações que levem ao estabelecimento do vínculo adequado entra a população e a Força, considerada a capacidade de a opinião pública influenciar quando e onde as Forças armadas podem operar enquanto buscando cumprir a política governamental (Gribble et al., 2012).

Dada a presença do COVID e os resultados praticamente inalterados dos sentimentos populacionais enquanto citando o Exército, pode-se inferir que, no presente estudo, não foi estabelecida relação de causa entre o sentimento geral do público e o sentimento em relação à Força, verificando-se uma baixa correlação no episódio envolvendo a pandemia causada pelo COVID-19.

Trabalhos futuros podem ser oportunamente desenvolvidos levando o presente trabalho a uma dimensão multinacional, com a busca de correlações diversas, além da inclusão de informações constantes de outras redes sociais no conjunto de dados a ser trabalhado.

6. Agradecimentos

Agradecemos ao Exército Brasileiro, por ter viabilizado a presente pesquisa por intermédio do Projeto do Centro de Coordenação de Operações Móvel (CCOp Mv). Agradecemos também o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES), que disponibilizou o Acesso ao Portal de Periódicos para a execução do presente trabalho.

Referências

Brose, R. (2015). cyberwar, netwar, and the future of cyberdefense. In 2015 7th international conference on cyber conflict: Architectures in cyberspace (pp. 25–38).

Chew, C., & Eysenbach, G. (2010). Pandemics in the age of twitter: content analysis of tweets during the 2009 h1n1 outbreak. PloS one, 5(11), e14118.

Dal Molin, G. P. (2019). Análise multimodal em blogs brasileiros (Unpublished master's thesis). Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul.

Escola Superior de Guerra. (2019). Fundamentos do poder nacional. Rio de Janeiro RJ.

Fridman, O. (2020). 'information war'as the russian conceptualisation of strategic communications. The RUSI Journal, 165(1), 44–53.

Giachanou, A., & Crestani, F. (2016). Like it or not: A survey of twitter sentiment analysis methods. ACM Computing Surveys (CSUR), 49(2), 1–41.

Graf, H., Cosatto, E., Bottou, L., Dourdanovic, I., & Vapnik, V. (2004). Parallel support vector machines: The cascade svm. Advances in neural information processing systems, 17, 521–528.

Gribble, R., Wessley, S., Klein, S., Alexander, D. A., Dandeker, C., & Fear, N. T. (2012). The uk armed forces: Public support for the troops but not their missions? British Social Attitudes: The 29th Report, 138–54.

Manguri, K. H., Ramadhan, R. N., & Amin, P. R. M. (2020). Twitter sentiment analysis on worldwide covid-19 outbreaks. Kurdistan Journal of Applied Research, 54–65.

Meneses, M. P. R., & Sarriera, J. C. (2005). Redes sociais na investigação psicossocial. Aletheia(21), 53–67.

Ministério da Defesa. (2014). Doutrina militar de defesa cibernética(1ª ed.). Brasília DF.

Odlum, M., & Yoon, S. (2015). What can we learn about the ebola outbreak from tweets? American journal of infection control, 43(6), 563–571.

Pang, B., & Lee, L. (2009). Opinion mining and sentiment analysis. Comput. Linguist, 35(2), 311–312.

Parliament, E. (2006). Recommendation 2006/962/ec of the european parliament and of the council of 18 december 2006 on key competences for lifelong learning.

Pokharel, B. P. (2020). Twitter sentiment analysis during covid-19 outbreak in nepal. Available at SSRN 3624719.

Ribeiro, E., Carreirão, Y., & Borba, J. (2011). Sentimentos partidários e atitudes políticas entre os brasileiros. Opinião Pública, 17(2), 333–368.

Sittser, K. H. (2020). Classification of futuristic technologies described in speculative fiction novels (Unpublished doctoral dissertation).

Stolyarenko, A., Serdyuk, N., Vakhnina, V., & Boeva, O. (2019). Psychological aspects of destructive information-psychological influence. Psychology and Law, 9(4), 75–89.

Wolf, F., Poggio, T., & Sinha, P. (2006, 08). Human document classification using bags of words.

Xavier, F., Olenscki, J. R. W., Acosta, A. L., Sallum, M. A. M., & SARAIVA, A. (2020). Análise de redes sociais como estratégia de apoio à vigilância em saúde durante a covid-19. Estudos Avançados, 34(99), 261–282.

Zhang, M., & Ng, J. (2020). Twitter sentiment analysis: what does social media tell us about coronavirus concerns in the uk? Data Science Working Party /IFoA COVID-19 Action Taskforce, 1–41.

risti
Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação
Iberian Journal of Information Systems and Technologies

Recebido/Submission: 30/05/2021
Aceitação/Acceptance: 31/07/2021

Comunicación gubernamental y redes sociales durante la pandemia de 2020 en Ecuador: derechos humanos y mensajes educativos

Vanessa Karina Duque-Rengel[1], Carmelo Márquez-Domínguez[2], Ketty Daniela Calva-Cabrera[3], Carmen Marieta Bayas Zambrano[4]

vkduque@utpl.edu.ec; carmelomarquez@gmail.com; ketty.calva@unl.edu.ec; c_bayas@hotmail.com

[1] Universidad Técnica Particular de Loja (UTPL), 110104, Loja, Ecuador.

[2] Investigador independiente, 11100, San Fernando, España.

[3] Universidad Nacional de Loja (UNL), 110111, Loja, Ecuador.

[4] Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí (ULEAM), 130229, Manta, Ecuador.

Pages: 180-198

Resumen: La COVID-19 en Ecuador forjó grandes desafíos en diversos ámbitos, entre ellos la generación y difusión de información en respuesta a las necesidades comunicativas de los públicos. En este escenario, la presente investigación se centró en estudiar la comunicación gubernamental y su discurso oficial en Twitter alrededor de los Derechos Humanos (DDHH), en un contexto de pandemia global y con atención especial al elemento educativo del mensaje. Se planteó una metodología de enfoque cualitativo, dividida en dos etapas: 1) un levantamiento y análisis de información emitida a través de las cuentas oficiales @MinGobiernoEc, @ComunicacionEc y @Riesgos_Ec; 2) con el fin de establecer la percepción de expertos sobre el tratamiento discursivo de la información, se desarrollaron entrevistas a profundidad a expertos en periodismo y DDHH. Los resultados visibilizaron tres momentos de intensidad en la curva de comunicación, el respeto a los DDHH y la escasa comunicación direccionada a educar sobre la COVID-19.

Palabras-clave: COE nacional; Ecuador; educación; Twitter; COVID-19.

Government communication and social networks during the 2020 pandemic in Ecuador: human rights and educational content

Abstract: COVID-19 in Ecuador created great challenges in various areas, including the generation and dissemination of information in response to the communication needs of the public. In this scenario, this research focused on studying government communication and its official discourse on Twitter around Human Rights (HR), in a context of a global pandemic and with special attention to the educational element of the message. A qualitative approach methodology was proposed, divided into two stages: 1) a survey and analysis of information issued through the official accounts

@MinGobiernoEc, @ComunicacionEc and @Riesgos_Ec; 2) In order to establish the perception of experts on the discursive treatment of information, in-depth interviews were conducted with experts in journalism and HR. The results revealed three moments of intensity in the communication curve, respect for HR and the scarce communication aimed at educating about COVID-19.

Keywords: *National COE; Ecuador; COVID-19; education; Twitter.*

1. Introducción y contexto empírico: COVID-19

Sin paz, estabilidad, derechos humanos ni gobernabilidad efectiva basada en el Estado de derecho, no es posible alcanzar un desarrollo sostenible efectivo. Más difícil todavía, en una época de crisis estructural total en torno a la pandemia originada por el SARS-COV-2 (nombre oficial del coronavirus descubierto en 2020) y su consecuente enfermedad infecciosa (desconocida antes del brote en Wuhan en diciembre de 2019), denominada COVID-19. La poca implicación –ya previa a la pandemia– por parte de los países firmantes ante la responsabilidad de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) se ha puesto de manifiesto con el contagio global de la COVID-19.

Se hace necesario ir más allá para no caer, una vez aprobado un texto tan trascendental como la Agenda 2030, en la retahíla burócrata que encuentra en todo acuerdo una herramienta con la que alimentar la maquinaria de manuales, encuentros, foros, publicaciones y un elaborado *merchandising*. Elementos indudablemente necesarios pero inhabilitados si no se aterriza con el fin de impactar en la realidad sociopolítica y económica local e internacional.

Los resultados son poco alentadores a juzgar por los propios informes de desarrollo humano, lo que genera un caldo de cultivo ideal para los virus tipo SARS (siglas en inglés para referirse al síndrome respiratorio agudo severo): un planeta deteriorado, en el que la pérdida de biodiversidad tal como han explicado los científicos durante los últimos tiempos, permite la zoonosis de un virus. Como se ha evidenciado en todo el planeta, en un ecosistema biológico cada vez más simplificado y debilitado, poco vale el modelo globalizador –tan aplaudido a finales del siglo pasado– que facilita y alienta los movimientos planetarios, olvidando el cuidado de lo local. Efectivamente, el modelo neoliberal imperante ha minimizado el rol de los Estados en favor del mercado, debilitando los servicios públicos y básicos. Una realidad especialmente dramática en países no desarrollados como los que se ubican en Suramérica y El Caribe, entre los que se encuentra Ecuador.

Los presupuestos de los Estados para investigación o para el sistema público de salud –partidas económicas reivindicadas ya como necesarias incluso por el Fondo Monetario Internacional (FMI)– han llamado la atención más que nunca de la sociedad internacional por la notable ausencia en la gran mayoría de los países de Occidente. La ínfima inversión porcentual en educación y ciencia y la austeridad –en algunos casos, brutal– de la sanidad ha potenciado manifiestamente la pandemia y sus tristes datos cuantitativos sobre fallecimientos.

Y esta realidad se tiene que comunicar: a finales de diciembre, en la *agenda setting* mundial entra un tema nuevo en torno a la COVID-19. Desde Wuhan (China), se verifican casos de un grupo de personas prescritas con un tipo de neumonía desconocida. En cuestión de semanas, el virus se extendió por todo el mundo y la crisis sanitaria ya era una

situación doméstica en muchos países. Un caos que pocos pudieron creer o se atrevieron a especular. El siguiente paso –muy diverso en función de la región que se analice– fue confinar a una población acostumbrada a su derecho a la libre circulación. Se detuvo y se restringió muchas actividades a fin de proteger la salud de la humanidad. Y, en todo este proceso, los medios de comunicación tradicionales se llevaron la exclusividad narrativa –inclusive, con cierta inversión gubernamental, tanto en medios públicos como privados–. A estos, se le sumaron las redes sociales como canales de comunicación de fuentes oficiales e individuales de información.

2. Estado del arte

Contextualizado el objeto de investigación, se propone una observación teórica de los apartados que cruzan la investigación planteada en este texto: la comunicación de masas en tiempos de crisis y las redes sociales (2.1); los derechos humanos como guía –una vez más– de superación de la gestión de una pandemia cuyas consecuencias son estructurales (2.2); y la educación, por último, como elemento esencial de la comunicación de masas en la nueva normalidad (2.3).

2.1. La comunicación de masas en Ecuador en tiempos de COVID-19

Como marca la historia de la comunicación social, los medios de comunicación han sido transcendentales en los procesos de construcción de cambios de un territorio. "Su poder puede generar procesos que supone incluir, excluir y jerarquizar ciertos hechos en las agendas informativas" (Califano, 2015, p.61). Y, como poco, desde los Estados modernos europeos, esta herramienta es tan conocida como aplicada por los gobiernos de turno.

> *En el último cuarto del siglo XVIII, tres colosales significaciones emergieron definitivamente [...] dando lugar a una nueva era. Liberalismo, democracia y periodismo: tres germinales puntales conectados que han cimentado el sistema internacional de organización sociopolítica y económica hasta nuestra posmoderna cotidianeidad (Márquez-Domínguez, 2018, p.41).*

Entre una gran diversidad de casuísticas, la salida de gobernantes no empáticos a las necesidades ciudadanas se debe a una mala gestión de la comunicación que, ahora como nunca, se maneja al detalle. El direccionamiento del discurso informativo, ante una ciudadanía cegada por tanta publicidad engañosa, es tan o más importante que las políticas aplicadas. Lo que no se comunica –sencillamente– no existe.

Y, por su parte, la comunicación de masas (no gubernamental) como eje fundamental en el desarrollo de la sociedad democrática es indiscutible. Los *media* generan conocimiento imprescindible en todos movimientos políticos y económicos, así como en catástrofes, guerras y pandemias. Todo sistema de información genera redes de gran alcance. "Los medios de comunicación [...] tienen un papel fundamental en el funcionamiento del Estado de derecho porque les corresponde ejercer de observadores permanentes de las instituciones y denunciar posibles abusos de poder" (Soengas Pérez, 2018, p.59). Se trata de un poder que debiera encontrarse alineado a su verdadera filosofía, esta es, la de una comunicación efectiva, especialmente cuando la ciudadanía requiere información veraz y legítima, como son los momentos de crisis.

> *El debate adquiere especial relevancia en una sociedad como la contemporánea, caracterizada de manera primordial por el hiperdesarrollo tecnológico y comunicacional y por el advenimiento de nuevos riesgos que atentan contra la dignidad humana y contra la felicidad y el bienestar individual y colectivo (Márquez-Domínguez, et al., 2019, p.697).*

No obstante, el derecho a la información en tiempos de pandemia se vuelve una utopía. Más, cuando la evidencia de una estructura plagada de corrupción –que atenta contra los derechos humanos– viene por fuentes alternativas, como las redes sociales y blogs, y no por fuentes tradicionales de comunicación (empresas informativas de gran alcance). En 2020, múltiples gobiernos, desacreditados e incapaces de reaccionar ante una población desorientada y cansada, obtuvieron la ayuda de los grandes medios de comunicación, atentando al pluralismo y la circulación de ideas democráticas. Cuando el manejo de la información no es clara ni contundente y se basa en generar un escenario acorde a las necesidades de los gobiernos de turno, se pierde el verdadero concepto de lo que es la comunicación informativa. Y, al final, la sociedad tampoco –como pasa con los partidos políticos– se siente identificada con sus *mass media*.

Aterrizando en Ecuador (delimitación espacial de la actual investigación) y al respecto de lo señalado, cabe apuntar el mensaje inicial del mandato gubernamental que en las próximas semanas finaliza (mayo de 2021). El Presidente, Lenín Moreno, indicaba en su discurso de posesión de 2017 que se quieren "unos medios de comunicación responsables con el país; que entiendan que un trabajo mal hecho por parte de ellos, que una mala intención, puede destruir a ciudadanos honestos y a la sociedad" (Presidencia, 2017, p.33).

Palabras muy afines a lo que se estaba apuntando en párrafos previos pero que, en la práctica, se volvieron menos creíbles, cuando los medios de comunicación emitían un modelo arbitrario de información ante, por ejemplo, las políticas de austeridad que afectaba al desarrollo social del país, como señala el Centro Estratégico Latinoamericano de Geopolítica (CELAG): "El dogma del ajuste neoliberal en el gobierno actual [de Ecuador] ha desmantelado la salud pública y situado en alto riesgo a la población ecuatoriana" (Ramírez Gallegos y Ortega, 2020, p.1). Una postura de silencio "monocorde de respaldo al gobierno" ocultando tragedias como la de Guayaquil, censurándose (Martínez y Garido, 2020, p.12).

Ante esta situación sociopolítica y mediática y como ya pasó tras la catástrofe de 2016 en Ecuador, la información con la que se cuenta es la de las redes sociales. Sin investigación, verificación y contrastación de datos reales de contagio y fallecidos, la credibilidad social –a pesar de la presencia de *posverdad* en Internet– optó por las redes sociales, tan eficaces como sensacionalistas, "cuando, a diario, se denunciaba muertes y la poca atención en el área de salud" (Zibell, 2020). Asimismo, la crisis pandémica que dio lugar, entre tantas, a una crisis de legitimidad informativa, dio a relucir nuevos medios digitales que innovaban y emitían un mensaje diferente (en su contenido y su continente).

> *Hay una parte de la ciudadanía con más argumentos informativos y comunicativos que puede tomar decisiones, educarse, demostrar actitudes proposicionales [...]. Todavía, sin embargo, existen gran cantidad de tendencias peligrosas de usuarios que –podría decirse– más que interactuar son interactuados por un vacío en la información y de la educación, hacia*

> *la construcción de juicios de valor en una atmósfera explosiva repleta de frustración (Salas, et al., 2020, p.384).*

En síntesis, durante el 2020, los medios de comunicación ecuatorianos entraron en una crisis existencial al no llevar, al más alto nivel, el desarrollo de la información en medio de una incertidumbre latente de los nuevos problemas sociales. Y del mismo modo, a pocos meses que finalice la era coyuntural de Lenín Moreno, se evidencia que el Gobierno central ecuatoriano no contaba con un plan comunicacional, usando los medios para aplacar el malestar de la ciudadanía e invirtiendo en medios de comunicación internacional para recobrar credibilidad[1], dando paso al caos y a la perturbación social, con marchas y protestas en pleno confinamiento, generando un elevado riesgo para la estabilidad democrática.

2.2. Un necesario replanteamiento de los ODS

La Agenda 2030 marca correctamente los objetivos y las metas para hacer frente a la proliferación de pandemias. La respuesta que ha dado la mayor parte de los Estados resulta poco alentadora, si se pretende cumplir con las metas de los ODS antes del 2030. Ahora, con la COVID-19 en todos los hogares de La Tierra, se reconoce –como nunca antes– que la única vía de solución se encuentra en una respuesta global solidaria. Los ODS surgen en un contexto distinto al que dio origen a los Objetivos de Desarrollo del Milenio. Se generaron acciones acertadas, pero muchas otras todavía quedan pendientes. La desigualdad no desaparece y los 17 ODS, compuestos por 169 metas, difícilmente lograrán conseguirse en su totalidad en el periodo establecido (Sanahuja y Tezanos Vázquez, 2017).

En efecto, la Agenda 2030 marca un horizonte utópico esencial para el cambio y el progreso, además de un modo esquemático, conceptual y referencial. No obstante, su operatividad necesita de férreos compromisos que algunos sectores no están interesados en asumir. Y esta necesidad es crucial, principalmente en los países en desarrollo, donde las brechas sociales se hallan más definidas y las acciones de los gobiernos son poco asertivas, "sobre todo en la intersección que va de la salud a la educación" (PNUD, 2019, p.11). El SARS-COV-2 ha puesto de manifiesto el innegable carácter multidimensional de la realidad que justamente recoge la Agenda 2030. Con el coronavirus, se percibe mejor la necesidad de enfocar, analizar y trabajar con los tres pilares del desarrollo sostenible, en forma de crisis ambiental, económica y social (Gil, 2018), así como el poco o nulo compromiso estatal, concretamente entre los países latinoamericanos que, observados por su poca capacidad de poder enfrentar la pandemia, evidenciaron que sus políticas públicas no establecen una auténtica hoja de ruta de referencia universal para cumplir los ODS:

> *Se prevé que la fuerte caída de la actividad económica eleve la tasa de desempleo del 8,1% en 2019 al 13,5% en 2020. Se estima que la tasa de pobreza aumentará 7 puntos porcentuales en 2020, hasta alcanzar el 37,2%, mientras*

[1] El periódico El Telégrafo, en una publicación del 19 de junio del 2020, titulaba: "Gobierno contrató asesoría en comunicación por campaña de *fake news*". Campaña justificada por el secretario general de Comunicación de la Presidencia, Gustavo Isch, como método contra la "violenta campaña de desinformación" cuyo fin habría sido desestabilizar (Telégrafo, 2020).

> *que la de extrema pobreza aumentará 4,5 puntos porcentuales, del 11,0% al 15,5%, lo que representa un incremento de 28 millones de personas (Naciones Unidas,2020, p.13).*

Precisamente, Ecuador fue objeto de atención a nivel internacional, cuando se difundía, a través de los medios de comunicación, noticias sobre cómo "miles de personas se debatían entre morir de hambre, al buscar el sustento diario en las calles, o morir de coronavirus" (Moscoso Moreno y Montalvo, 2020, p.1), como resultado de un gobierno sin capacidad de reacción ni gestión para tomar decisiones proactivas que vayan de la mano con el bienestar social, con medidas de austeridad en la inversión en educación y salud, aristas fundamentales para el desarrollo de un país y esenciales frente a una pandemia (Iturralde, 2020).

A esta lesión de los derechos humanos y los miles de fallecidos por COVID-19, se sumarían casos de corrupción, despidos intempestivos, cierres de empresa, recesión del sector turístico, problemas educativos y falta de programas de inserción de los migrantes venezolanos.

Más allá del caso concreto del Estado ecuatoriano, la pandemia debe significarse como un nuevo tiempo en que los gobernantes generen acciones de fortalecimiento, prevaleciendo la cooperación internacional como una herramienta que coadyuve a consolidar una agenda mundial desde la solidaridad con el fin de acabar con la pobreza y la injusticia social. Únicamente desde los postulados de la sostenibilidad, se alcanzarán el cumplimiento de los ODS para un mejor mundo.

La crisis sanitaria deja una lección que debe traducirse en el replanteamiento de los ODS, identificando con mayor claridad la Agenda 2030 como plan político que garantice los principios universales en tanto ofrezca una visión sistémica para su abordaje a partir de medidas concretas que intenten "no dejar a nadie atrás", además de como expresión de solidaridad con los territorios más desfavorecidos, como compromiso histórico de los gobiernos o como obligación en materia de derechos humanos. Esto requiere de la creación de una rigurosa estructura de gobernanza y de seguimiento que permita evaluar las políticas públicas para que, desde la necesaria visión integral, pueda orientarse al cumplimiento de los ODS.

Por lo tanto, si bien los ODS son irrealizables en su totalidad a corto plazo, no se niega que se trate de objetivos factibles a medio o largo plazo, mediante una legítima apropiación de la Agenda 2030 por parte de la ciudadanía, incluyendo a los colectivos más vulnerables y, por supuesto, a las generaciones más jóvenes.

2.3. La educación para una 'nueva normalidad' comunicada

Como derecho universal, la educación es una tarea pendiente planteada en la Agenda 2030 como mecanismo vital para generar cambios sustanciales a estructuras sociales desiguales. No es sino la ruta de los destinos de un país. Y la COVID-19, que ha transformado el mundo actual, ha tenido un impacto notable también sobre la educación, dando lugar:

> *Al cierre masivo de las actividades presenciales de instituciones educativas en más de 190 países, con el fin de evitar la propagación del virus y*

> *mitigar su impacto. [...] a mediados de mayo de 2020, más de 1.200 millones de estudiantes de todos los niveles de enseñanza, en todo el mundo, habían dejado de tener clases presenciales en la escuela. De ellos, más de 160 millones, eran estudiantes de América Latina y El Caribe (CEPAL, 2020).*

Por otro lado, los nuevos escenarios socioeconómicos y políticos que está dejando la COVID-19, han demostrado que la ciencia, la investigación, la tecnología y la educación deben ser los ejes de desarrollo sostenible para los pueblos, además de instrumentos vinculantes y directos hacia la solución de las brechas sociales, siendo conscientes que, con la pandemia, se han acrecentado los índices de empobrecimiento y endeudamiento: "se prevé una crisis económica sin precedentes en la historia moderna. Se estima que las caídas generalizadas del PIB a escala mundial afectarán más a los países en desarrollo" (BID, 2020, p.3).

Esto ha exigido –como seguirá exigiendo– un cambio a los países latinoamericanos, con un nuevo esquema de comunicación y educación. Las Tecnologías de la Información y la Comunicación (comúnmente, TIC) pasaron de ser una herramienta básicamente laboral a convertirse en el lazo de unión familiar, el instrumento de desarrollo laboral o la "llave maestra" hacia el acceso a la salud y educación. Todo, para contrarrestar el aislamiento. El uso de las TIC en 2020 permitió que los países no paren totalmente y que la nueva normalidad genere acciones en pro de los ciudadanos, abriendo el inexorable camino a la educación virtual que, ahora sí, sin paliativos, era una realidad absoluta (antes, aunque muy presente, era relativa).

Se evidencia, así, la importancia de la educación para solucionar problemas globales y regionales: la tropa de profesionales universitarios salió a cumplir con su propósito, es decir, servir a un bien común, sin hacer un alto, principalmente los profesionales de la salud y de la educación. Los planteamientos de seguir una vida con una nueva normalidad, desde el confinamiento, dieron paso al teletrabajo, telesalud, teleeducación, etc. Los profesionales de una u otra esfera del conocimiento asumieron "sí o sí" el término griego *telos*, con el "propósito" de conseguir la adaptación tecnológica que ya venía avisando. Pero, claro, a la vez se denudó una nueva brecha digital asentada en una geografía asimétrica donde las zonas rurales o subdesarrolladas no tienen acceso a los servicios básicos de educación, salud o trabajo. Sin la infraestructura necesaria, gran parte de la población mundial quedó desconectada.

La digitalización se convierte en un trauma –antes, un proceso paulatino que muchos negaban aceptar– por diversos motivos. Cuando los países emergentes no terminan de construir una sociedad más justa e igualitaria, los déficits democráticos hacen presencia. Al respecto, el director de la Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo, Magdy Martínez-Solimán (2020), indicaba que esto podría ser el detonante de un progresivo abandono escolar, impactando especialmente sobre la enseñanza secundaria y terciaria, lo que daría lugar a una generación perdida. Contra este escenario, la clave reside en comprender que la educación es un bien público universal, un mecanismo de asegurar una movilidad social ascendente en función del mérito y no de la cuna (igualdad real).

> *Vivimos un momento en el que se necesitan pragmatismo y una acción rápida, pero en el que, más que nunca, no podemos dejar de lado las pruebas científicas. Tampoco podemos actuar sin principios. Las decisiones deben basarse en una visión humanista de la educación y el desarrollo y en marco derechos humanos (UNESCO, 2020, p.5).*

Ahora bien, todo mensaje (de todo proceso comunicativo) tiene –o debe presumir de tener– su aspecto pedagógico o educativo. Inclusive, la comunicación gubernamental en redes sociales. La comunicación se entiende como un nexo esencial del aspecto democrático, donde la información se funde con la formación, más aún si el mensaje tiene su origen en una fuente política representativa. La responsabilidad social –su ética y su moral– hacen presencia en el mensaje, pues existe una estrecha conexión entre comunicación (emisión y recepción) y democracia, pues "genera una actitud de amistad cooperativa que reposa en el corazón de la democracia" (Waks, 2011, p.204).

Comprender, además, la relevancia del diálogo (comunicación) en la educación de los seres humanos, contribuye al fortalecimiento de la democracia. Habermas (1996, p.61) expresa que "el lenguaje disociado de su uso comunicativo, es decir un lenguaje completamente monológico, no puede pensarse consistentemente como lenguaje". Por tanto, a pesar de un contexto actual en el que lo comunicativo (lo emocional, lo espectacular) ha prolongado a lo informativo y lo formativo, (lo racional, lo argumental), la educación debe instituirse como elemento central de la comunicación –ya sea por mención u omisión– con el objeto de comprender las problemáticas sociopolíticas y culturales, lo que no sólo cimienta una comunicación efectiva, sino una acción democrática saludable, en tanto exige una ética y una estética en el discurso, esto es, el enfoque democrático de la comunicación gubernamental es, a la vez, un enfoque educativo por su compromiso con la verdad (Motta-Ávila, 2017).

3. Recorrido metodológico de la investigación

Desde el rigor metodológico, el objetivo del presente fue la descripción e interpretación de las cualidades de un fenómeno social a través de conceptos que las conectan con la mentalidad comunitaria, logrando descifrar las causas y consecuencias del fenómeno. A fin de cuentas, "se trata de probar o de medir, inicialmente, en qué grado una cierta cualidad se encuentra en un acontecimiento dado, y paralelamente descubrir tantas cualidades como sea posible para ampliar el panorama de estudio" (Fernández Riquelme, 2017, p.7).

En este sentido, para el desarrollo del estudio de la información emitida en Twitter por las cuentas oficiales del Comité de Operaciones de Emergencia (COE) de Ecuador durante la primera ola de la pandemia por la COVID-19, se empleó una metodología cualitativa a través de diversas técnicas y aplicando sus consiguientes instrumentos, además de una revisión de material bibliográfico y de publicaciones académicas; y, en todo momento, teniendo claro que el enfoque analítico debía apuntar hacia los Derechos Humanos (DDHH) y los ODS, por su crucial papel orientador a la hora de construir una respuesta a la crisis estructural vivida en 2020.

De este modo, los sujetos de la investigación atendieron a tres cuentas de Twitter: la Secretaría General de Comunicación de la Presidencia (@ComunicacionEc), el Ministerio de Gobierno (@MinGobiernoEc) y el Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias (@Riesgos_Ec).

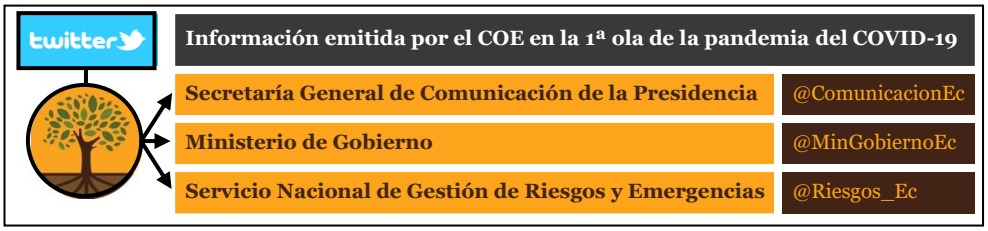


Figura 1 – Objeto y sujetos de la investigación. Elaboración propia.

Así, pues, con el fin de estudiar la comunicación gubernamental y su discurso oficial en redes sociales en torno a los derechos humanos, en un contexto de pandemia global y con atención especial al elemento educativo del mensaje, se buscó analizar el discurso oficial informativo de las indicadas cuentas gubernamentales y determinar si la información difundida en redes sociales se enmarca en la protección de los DDHH y del Estado de Derecho, observando, además, el elemento socioeducativo de los mensajes oficiales en redes sociales. Finalmente, se quiso establecer la percepción de expertos sobre el tratamiento discursivo oficial en redes sociales en el contexto de la COVID-19.

Para llevar a cabo estos objetivos a través de las técnicas pertinentes, en un primer momento del recorrido metodológico, se extrajo una muestra representativa de todo el universo. Dicha tarea se realizó mediante la denominada "semana compuesta" o en secuencia, basada en la selección de un día específico por cada semana de análisis, dentro de una delimitación temporal marcada por el primer confinamiento de 2020 en la República del Ecuador, es decir, del 12 de marzo al 16 de septiembre[2]. Como consecuencia, de los 188 días de universo, se obtuvieron 24 jornadas de análisis, de las cuales se levantó información de 1491 tuits.

	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Nro. total Tuits	Relacionados con Covid-19
	12-20-28	5-13-21-29	7-15-23-31	8-16-24	2-10-18-26	3-11-19-27	4-12		
ComunicaciónEC	110	103	112	85	44	88	44	586	368
MinGobiernoEc	40	75	52	25	39	31	7	269	238
Riesgos_Ec	87	130	121	93	59	112	34	636	466

Tabla 1 – Delimitación temporal y muestra representativa. Elaboración propia.

[2] De acuerdo a la fórmula de la semana compuesta se tomó, como última fecha de recolección de datos, al día sábado 12 de septiembre.

Meridianamente clara la delimitación espacio-temporal, se manejó la técnica de observación, cuyos datos se recogían en una matriz de elaboración propia. Las variables que se aplicaron en los días seleccionados a los tres sujetos de la investigación –y cuya justificación deviene de los objetivos planteados– fueron las siguientes:

- Datos informativos y de impacto: perfil y seguidores, fecha del tuit, retuits, me gusta, comentarios.
- Origen de la información: entidades públicas, privadas, oenegés, partidos o movimientos políticos, número de fuentes y "otro".
- Tratamiento informativo en el marco de los derechos humanos: contenidos alarmistas o que incitan al morbo, respeto a los derechos humanos, ataque a alguna persona, transparencia, sensibilidad y responsabilidad, contenidos incitan a la paz.
- Tratamiento de contenido educativo: presencia, relación con la COVID, elementos educativos y temas de contenido.

Ya en la segunda etapa, se desarrollaron entrevistas en profundidad semiestructuradas, a través de un cuestionario abierto, a personas expertas en DDHH y profesionales de la comunicación:

Entrevistado	Criterio	Perfil
Giovanni Astudillo	Comunicación y periodismo	Periodista, editor de medios de comunicación.
Juan Carlos Calderón		Comunicador social, director y editor de medios de comunicación.
Elizabeth Chacón	Derechos Humanos	Ex coordinadora zonal de Derechos Humanos.
Gabriel Hidalgo		Abogado y catedrático universitario.

Tabla 2 – Perfil de las personas entrevistadas. Elaboración propia.

4. Resultados

Para el estudio de la comunicación gubernamental y su discurso oficial en redes sociales en torno a los DDHH, en un contexto de pandemia global (COVID-19), se establecen dos etapas:

A través de la observación directa, tal como se mencionó anteriormente, se realiza una selección, levantamiento y análisis de la información emitida en Twitter a través de las cuentas oficiales del Ministerio de Gobierno, Secretaría General de Comunicación de la Presidencia y del Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias, cuyas cuentas a enero de 2021 alcanzaron un número de seguidores de: 668,6 mil, 434,9 mil y 586,9 mil, respectivamente.

Con el fin analizar el discurso oficial informativo en las cuentas gubernamentales que conforma el COE en Ecuador, se estableció en primera instancia, la intensidad de la comunicación de gobierno, medida a través del número de tuits diarios emitidos durante el estado de excepción en Ecuador.

Se pudo observar (figura 2) la muestra de comunicación general analizada, es decir, de acuerdo a la semana compuesta, todos los tuits emitidos durante el periodo de recolección de datos (1491) –líneas entrecortadas–, y los tuits de comunicación exclusiva sobre de la COVID-19 (1072) –líneas continuas–, que equivalen al 71.9% de la comunicación de gobierno en el estado de excepción:

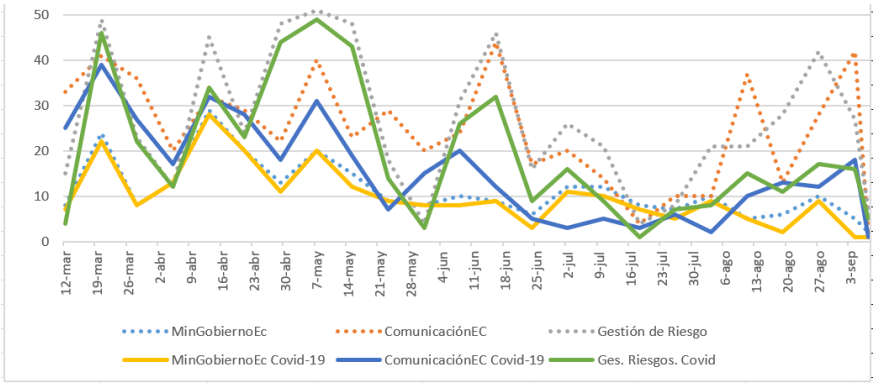


Figura 2 – Curva de comunicación de gobierno en estado de excepción. Elaboración propia.

Se evidencian tres momentos altos en la curva de intensidad: el primero, alrededor del 20 de marzo, cuyos temas de discusión fueron los informes de emergencia sanitaria y la donación de insumos médicos; durante el segundo pico –que se produce alrededor del 7 de mayo–, el tema principal abordado fue el sobreprecio de los kits alimenticios; y, finalmente, un tercer momento con menos intensidad que los anteriores y que gira en torno al 16 de junio, abordando temas relacionados a la actividad operativa y prevención de la COVID-19.

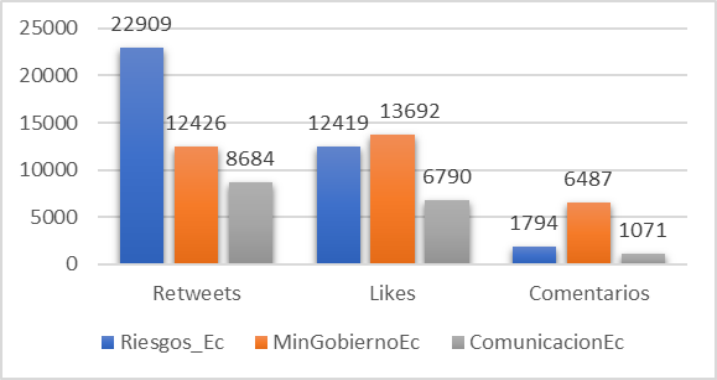


Figura 3 – Impacto de la comunicación de gobierno en Twitter. Elaboración propia.

El impacto que la comunicación sobre la COVID-19 generó (figura 3), deja entrever que los ecuatorianos reaccionaron –de forma digital– en mayor medida a los informes que el COE emitió sobre la emergencia sanitaria, en los que se presentaban cifras

oficiales sobre contagios y fallecidos. Otros temas de impacto fueron los contenidos relacionados con la prevención frente a la COVID-19, donación de insumos médicos, actividades operativas y cifras relacionadas (por ejemplo, con el número de salvoconductos emitidos).

Como se detalla en la figura 4, la principal fuente de información de los 1072 tuis relacionados con la COVID-19, con un 95,72%, son los organismos públicos como el Ministerio de Gobierno, Ministerio de Salud Pública y Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias, entre otros. Seguidos, con un 3%, se observa a los medios de comunicación y, con 1,29%, en la categoría "otros", se agrupan a las empresas privadas y organismos internacionales que, durante la pandemia, donaron insumos médicos, así como comunidades beneficiarias.

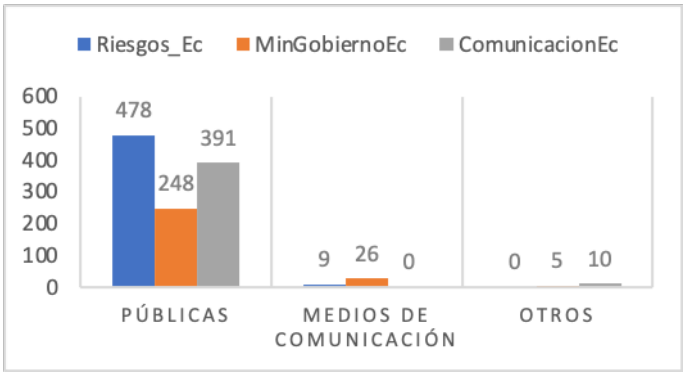


Figura 4 – Fuentes de la información de gobierno en Twitter. Elaboración propia.

Otra de las variables que se analizó en esta investigación fue la determinación del sujeto al que se dirigió la información, esto es, los públicos a los que se direccionaron los mensajes publicados en las tres cuentas de Gobierno. Tal como se detalla en la figura 5, el Gobierno apuntó a un público general al momento de emitir información, alimentando sus cuentas oficiales de manera continua, de modo que la ciudadanía conociera de fuentes oficiales las acciones que el COE nacional estaba ejecutando. Sin embargo, se observa una escasa segmentación de mensajes a lo largo del estado de excepción, por lo que se infiere que los temas divulgados a través de las cuentas de Twitter fueron generalistas y carecían de profundidad, no dando respuesta a las necesidades particulares de los públicos.

El direccionamiento del discurso gubernamental, en lo relacionado a la crisis sanitaria, apunta a un tratamiento neutral (815 tuits). Los contenidos con tratamiento positivo –240 del total de 1072 que hacen referencia a la COVID-19–, estuvieron relacionados principalmente con las actividades operativas y de gestión que los diferentes entes de gobierno realizaban de manera directa o indirecta para aplacar y sobrellevar la situación de emergencia.

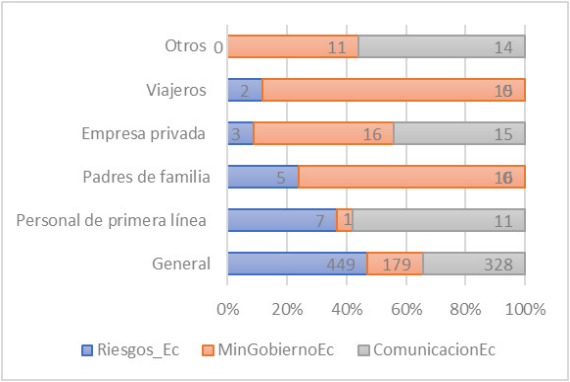


Figura 5 – Sujeto a quién se dirigió la comunicación de gobierno. Elaboración propia.

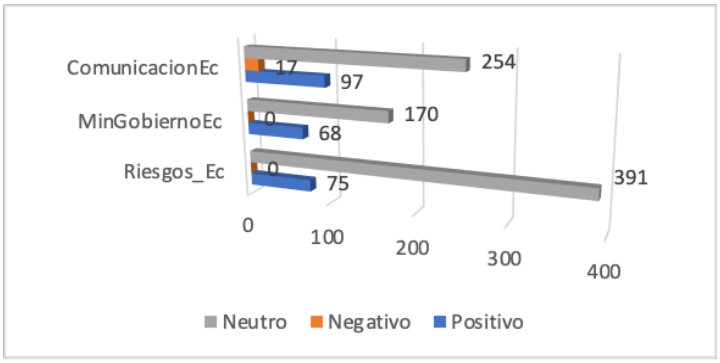


Figura 6 – Enfoque de la comunicación de gobierno. Elaboración propia.

Sobre el tratamiento informativo en el marco de los DDHH que promueven los ODS, se evidencia que el 100% de los contenidos emitidos en las cuentas analizadas no fueron alarmistas, no incitaron al morbo, ni atacaron a algún público específico, aunque cabe recalcar que, en la categoría "otros", se demostró información dirigida a infractores de las medidas tomadas por el COE nacional, como: toque de queda y restricción vehicular. Empero, en términos generales, se establece que no existe vulneración de los DDHH a través de la comunicación de gobierno emitida en Twitter.

Por otro lado, no se evidencia con claridad que dichos contenidos inciten a la paz explícitamente, sin embargo, se advierte que la comunicación en general implícitamente trata de mediar y evitar conflictos. Así mismo, se establece que la comunicación de Gobierno evidenció transparencia, pues se presentaron fuentes oficiales, vínculos electrónicos externos que ampliaban la información y el material infográfico y documentos emitidos por organismos oficiales que garantizaban la veracidad de la información. Todo pese a que no se abordó ni visibilizó problemáticas que surgieron a lo largo de la pandemia, como el incremento exponencial de contagiados y fallecidos en la ciudad de Guayaquil.

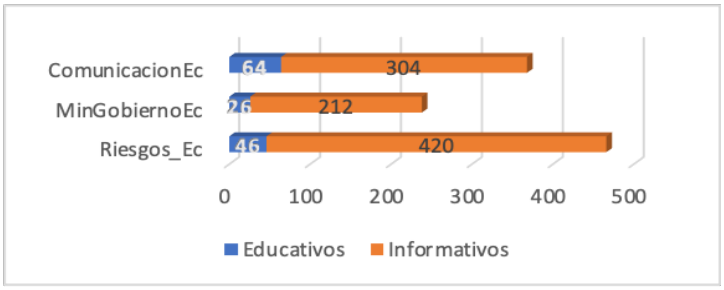


Figura 7 – Tratamiento educativo e informativo de la comunicación de gobierno. Elaboración propia.

Finalmente, se identificó el objetivo de los contenidos emitidos por el COE nacional, estableciéndose que en un 87,3% se centraron en informar y un 12,7% tuvieron como fin educar. Estos resultados permiten intuir que la población ecuatoriana tuvo que recurrir a otros canales y medios para educarse sobre la COVID-19. Hasta aquí la primera etapa de análisis y resultados.

En la segunda etapa de este estudio, a través de la técnica de investigación cualitativa de la entrevista semiestructurada en profundidad, se establece la percepción de expertos sobre el tratamiento discursivo de la información en redes sociales y en el contexto de la COVID-19. Para ello, se seleccionó a cuatro expertos: dos en periodismo y comunicación, Giovanni Astudillo (E1) y Juan Carlos Calderón (E2) y dos expertos en DDHH, Elizabeth Chacón (E3) y Gabriel Hidalgo (E4). El desarrollo de este momento permitió conocer, visibilizar y contrastar el criterio de estos referentes frente a los resultados de la primera etapa de la investigación.

La primera variable abordada fue la función informativa del COE Nacional en el contexto de la COVID-19, en la cual, los cuatro entrevistados coinciden en que este comité es la voz oficial del país y, por tanto, sus funciones se centran en regular y comunicar los protocolos de seguridad. En este contexto, el COE debe recoger y generar toda información que oriente las decisiones de gobierno y las mesas temáticas que nacen con base en las problemáticas que surgen a lo largo del estado de emergencia que vivió y vive el Ecuador.

- Adicional, el E2 enfatiza que, principalmente el COE debe organizar rigurosamente los datos de contagios, muertes y pruebas realizadas, así como ofrecer información desagregada por provincias y cantones. Igualmente, otras de sus funciones es ofrecer una guía de información a la ciudadanía respecto a las campañas de cuidado y educación para la salud.
- Por otro lado, el E4 destaca que dicha comunicación no solo debe hacerse a través de medios de comunicación tradicionales, sino también, a través de medios digitales, ya que estos permiten la comunicación con ciertos segmentos de la sociedad presentes en estas nuevas plataformas. Así, por ejemplo, a través de Twitter se busca comunicar a un pequeño segmento de la población que participa del diálogo de los medios de comunicación, de los actores de opinión, actores políticos y periodistas con la producción de la información, por lo que es fundamental, lo que dice, no dice o deja de decir el COE a través de este medio.

En la segunda variable, se abordó el tratamiento de la información emitida por el COE en el estado de excepción.

- A decir del E4, se observó un arco de transformación de la pandemia y, por ende, de la comunicación de la misma, que se centró, en un primer momento, en la emisión de información estadística sobre números de contagiados y muertos confirmados por COVID-19 y asociados, argumento con el que coinciden E1, E2 y E3.

Sin embargo, esta información se emitió de manera confusa, ya que se evidenciaba una variación de datos poco claros que, de acuerdo a las fuentes de información de gobierno, se debía al cambio de metodología de conteo.

- El E2 señala que otro tema abordado fue la aplicación de pruebas PCR que, al momento de desagregarse, estableció doble información sobre la temática, causando confusión en los públicos.
- Los E1 y E3 consideran que esto se debió a que el país no estaba preparado para la emergencia sanitaria, que tomó de sorpresa al Ecuador.
- El E4 destaca que no era suficiente con ofrecer la información estadística, ya que era necesario priorizar información sobre prevención, lugares de mayor riesgo, administración de espacio físico, información que sí se podría encontrar en los medios de comunicación, a diferencia de los organismos del Estado.
- Finalmente, el E3 señala que el tratamiento de la información varió con base en los cambios de autoridades de Gobierno en el estado excepción.

En la tercera variable, los cuatro entrevistados consideran que la información emitida por el COE nacional, a través de sus redes sociales, no mostró tinte sensacionalista. En cuanto a si la información emita por el COE nacional respetó los DDHH, a decir de los E2 y E3, efectivamente se hizo en vista de que se emitió y unificó la información oficial a través del COE.

- Adicionalmente, el E3 argumenta que dicha información emitida fue validada en sus diferentes niveles. No obstante, establece que, más bien, se violaron los DDHH de la población en cuanto a la falta de insumos médicos para la atención de los enfermos de COVID-19.
- Por otro lado, el E2 destaca que, en cuanto al tratamiento de la información sobre el número de fallecidos por COVID-19 en Guayaquil, se evidenció violación a los DDHH por la cantidad de cuerpos desaparecidos.
- El E4 señala que las capacidades del Estado en materia de DDHH se extralimitaron. Sin embargo, desde el punto de vista político era necesario y urgente para controlar y detener el contagio.
- El E1 establece que más que vulnerar los DDHH, al no estar preparado para esta emergencia sanitaria, no conocía cómo debía actuar y procesar la información emitida.

La cuarta variable analizó si la transparencia de la información sobre la COVID-19 emitida por el COE Nacional a través de Twitter.

- Así, el E1 señala que, el COE priorizó información sobre el avance de la pandemia, reflejando la realidad que vivía el país.

- El E2 establece que, por parte del COE Nacional, se logró construir una metodología del tratamiento de la información, a pesar del subregistro de casos, que no solo pasaba en Ecuador, sino en varios países del mundo. Sin embargo –enfatiza–, lo que causó mayor problema, sobre todo con la prensa, fue las declaraciones de la ministra de salud, sobre la supuesta compra de pruebas al inicio de la pandemia en el país. Además, se cita algunos otros acontecimientos que agravaron la situación, como el desarrollo de partidos de futbol de carácter nacional y el reglamento para el manejo de cadáveres en el contexto de la COVID-19.
- Por otro lado, E3 y E4 coinciden con la existencia de un subregistro de casos, ya que, en un momento de la pandemia los números sobre el avance de la COVID-19 no coincidía en algunas provincias, no obstante, establecen que esto se debió a que el tema se desbordó, porque este fenómeno sobrepasó las capacidades, técnicas, materiales y humanas del Ecuador.

En definitiva, se considera que la información emitida por el COE Nacional a través de sus redes sociales (a criterio de todos los entrevistados), no educó a la población sobre la prevención y el manejo de la COVID-19.

- No obstante, el E1 considera que hubo un aporte por parte del COE, afirmando que, sobre todo, fueron otros organismos locales y medios de comunicación los que ofrecieron mayor información educativa sobre la temática.
- El E2 destaca que ni el COE, ni del Gobierno en conjunto hicieron una campaña sistemática, sostenida y masiva sobre los tres elementos educativos que tenía que darse durante la pandemia, que son: lavarse las manos, usar mascarilla y distanciamiento físico.
- El E4 acentúa que se necesitaba que el Estado armonice sus capacidades sin vulnerar los DDHH, con la intención de aplacar los efectos de la pandemia, incluso, en su obligación de ofrecer información pedagógica para el nuevo trato social.
- En contraste, el E3 establece que, aunque no es una función del COE, sí se han realizado procesos de educación a distintos públicos a través de algunos ministerios.

5. Conclusiones y discusión

Los resultados del estudio revelan que, durante el estado de excepción, el Gobierno nacional centró su comunicación (71,9%) en la emisión de información relacionada con la COVID-19, visibilizándose un arco de transformación de la comunicación de la pandemia.

Durante las primeras semanas se emitió principalmente información sobre cifras que hacían referencia a contagios, fallecidos, cercos epidemiológicos, etc., con tuits que invitaban a seguir los informes de gestión de los diferentes entes de Gobierno durante la emergencia sanitaria. Posteriormente, durante el segundo y tercer mes, los mensajes se centraron en brindar información sobre salvoconductos, toque de queda y especulación de precios de productos de primera necesidad. A mitad del estado de excepción, uno de los temas más discutidos fue los supuestos sobreprecios de los kits alimenticios, seguidos

de las acciones operativas para la prevención de la COVID-19. En los últimos meses de análisis, se observa un decrecimiento de la curva comunicacional y los mensajes se enfocan principalmente en la reactivación económica del país.

Un tema a destacar es que, a partir del mes de junio se observa una disminución significativa de información de cifras sobre el estado de la pandemia, lo que podría asumirse como decisión de Gobierno el no brindar detalles sobre estadísticas, para evitar alarmar a la población y, por otro lado, se asume como estrategia de silencio frente a los acontecimientos del incremento exponencial de contagios y fallecidos y la gestión crítica de la atención hospitalaria y protocolos fúnebres.

Las fuentes de información de la comunicación del COE Nacional, fueron principalmente entes públicos y con un mínimo 3% los medios de comunicación. Se comprobaron tres momentos de intensidad de la comunicación a largo del periodo de análisis, cuyos temas de discusión fueron:

1. Informes de emergencia sanitaria y la donación de insumos médicos;
2. Sobreprecio de los kits alimenticios; y
3. Actividad operativa y prevención de la COVID-19.

Estos temas son también aquellos que generaron mayor impacto e interacción, reflejado a través de “Me Gusta”, retuits y comentarios. El público objetivo al que se dirigieron los mensajes fue principalmente la población general, evidenciándose una casi nula segmentación de mensajes, lo que da pautas para establecer que la comunicación fue generalizada y, por tanto, carecía de profundidad al no abordarse mensajes que den respuestas a las necesidades de públicos más específicos.

Si bien, a través del análisis de información, se determina que la comunicación de Gobierno a través de Twitter respetó los DDHH (criterio con el que coinciden los entrevistados). Se afirmó vulneración de dichos derechos a través de la poca capacidad hospitalaria, la falta de insumos médicos para hacer frente a la enfermedad, el tratamiento de los cadáveres, así como la invisibilización de otras problemáticas sociales, que se agudizaron en los primeros meses del estado de excepción, como la violencia intrafamiliar y el femicidio.

En relación a la transparencia de la comunicación de gobierno, se comprobó que fue resultado de las fuentes oficiales, lo que supuestamente garantiza la veracidad de la información. Sin embargo, no reflejó la realidad que se vivió en el contexto de la pandemia, al no abordar temas que generaron discusión y polémica a nivel provincial, zonal y nacional, que si fueron visibles a través de la ciudadanía y los diferentes medios de comunicación. Además, se observó que existió un subregistro de las estadísticas de la COVID-19, que no coincidían con las presentadas por el COE. Cabe destacar que esta situación, no solo se vivió en Ecuador, sino de manera general en toda Latinoamérica, lo que vislumbra que el país no estaba preparado para una emergencia sanitaria de esta naturaleza, ya que sobrepaso sus capacidades económicas, físicas y humanas.

Por último, se establece que el objetivo de la comunicación del COE Nacional se centró más en informar que en educar, a pesar de que, como parte de sus funciones se encuentra el elaborar planes de acción específicos, que, en la situación de pandemia, podrían ser campañas socioeducativas. El 12,7% de tuits con fines educativos, centraron su mensaje en cuidado de la higiene, distanciamiento, protocolos de bioseguridad y *fake news*.

Referencias

BID (2020). La educación en tiempos del coronavirus: Los sistemas educativos de América Latina y el Caribe ante COVID-19. *Banco Interamericano de Desarrollo*. Recuperado de: shorturl.at/ijuKX

Califano, B. (2015). Los medios de comunicación, las noticias y su influencia sobre el sistema político. *Revista mexicana de opinión pública*, (19), 61-78. https://doi.org/10.1016/j.rmop.2015.02.001

CEPAL, N. (2020). La educación en tiempos de la pandemia de COVID-19. *Informe COVID-19 CEPAL-UNESCO*. Recuperado de: shorturl.at/vCLP6

Fernández Riquelme, S. (2017). Si las piedras hablaran. Metodología cualitativa de investigación en Ciencias Sociales. *La Razón histórica: revista hispanoamericana de historia de las ideas políticas y sociales*, (37), 4-30. Recuperado de: shorturl.at/tyFM3

Gil, C. G. (2018). Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS): una revisión crítica. *Papeles de relaciones ecosociales y cambio global*, (140), 107-118. Recuperado de: shorturl.at/mpEHX

Habermas, J., & Redondo, M. J. (1997). *Teoría de la acción comunicativa: complementos y estudios previos*. Madrid: Cátedra. Recuperado de: shorturl.at/mEPRU

Iturralde, P.J. (2020). Ecuador, Covid-19 y Deuda. *European Network on Debt and Development*. [En línea]: shorturl.at/prO06

Márquez Domínguez, C. (2018). Liberalismo, democracia y periodismo como elementos de la modernización. *Revista Internacional de Comunicación y Desarrollo (RICD)*, 2(7), 39-50. https://doi.org/10.15304/ricd.2.7.4399

Márquez-Domínguez C., Ulloa-Erazo N., Ramos-Gil Y.T. (2018) The Interaction Gap: From the Bit to the Resurgence of a New Information and Communication System. *Proceedings of the International Conference on Information Technology & Systems. Advances in Intelligent Systems and Computing*, vol 721. Springer, Cham. DOI: 10.1007/978-3-319-73450-7_101

Martínez-Solimán, M. (2020). Universidad, ciencia y conocimiento en tiempos de pandemia: perspectivas iberoamericanas. *Fundación Carolina y Casa de América*. Diálogos con América Latina.

Martínez, I. C., & Garrido, A. (2020). La pandemia del coronavirus: estrategias de comunicación de crisis. *Más poder local*, (41), 12-19. Recuperado de: shorturl.at/rtzMP

Moscoso Moreno, A. y Montalvo, D. (2020). ¿Morir de hambre o de coronavirus? *Diario El Comercio*. [En línea]: shorturl.at/szLNP

Motta-Ávila, J. H. (2017). La actitud de escucha, fundamento de la comunicación y la democracia en el aula. *Cuadernos de Lingüística Hispánica*, (30), 149-169. http://dx.doi.org/10.19053/0121053x.n30.0.6192.

Naciones Unidas (2020). Informe: El impacto del COVID-19 en América Latina y el Caribe (Julio 2020). *Secreataría General de las Naciones* Unidas. Recuperado de: shorturl.at/knpqR

PNUD (2019). Más allá del ingreso, más allá de los promedios, más allá del presente: desigualdades del desarrollo humano en el siglo XXI. *Informe sobre Desarrollo Humano 2019*. Recuperado de: shorturl.at/euCMX

Presidencia (2017). Discurso de posesión de Lenín Moreno ante la Asamblea. *Gobierno del Ecuador*. Recuperado de: shorturl.at/behAM

Ramírez Gallegos, J. y Ortega M.L. (2020). Desentrañando el desborde del coronavirus en Ecuador. Análisis político. *Centro Estratégico Latinoamericano de Geopolítica*. [En línea]: shorturl.at/gsxO5

Salas, M. A., Márquez-Domínguez, C., González, L. M. P., Hernández, G. A., Zambrano, C. M. B., & Villegas, J. C. S. (2020). Salud y nuevas tecnologías de la información y la comunicación: caracterización del objeto del derecho a la salud en la era digital. *Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação*, (E33), 374-387. Recuperado de: shorturl.at/aiGKX

Salas, M. A., Márquez-Domínguez, C., Ramos-Gil, Y. T., & Gros, S. R. (2019). Derechos humanos y concepto de dignidad en la sociedad digital. *Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação*, (E20), 696-709. Recuperado de: shorturl.at/ozEOU

Sanahuja, J. A., & Tezanos Vázquez, S. (2017). Del milenio a la sostenibilidad: retos y perspectivas de la Agenda 2030 para el desarrollo sostenible. *Política y Sociedad*, 54(2), 521-543. http://dx.doi.org/10.5209/POSO.51926

Soengas Pérez, X. (2018). Los medios de comunicación en la sociedad actual: crisis, negocio y politización. *Ámbitos. Revista Internacional de Comunicación*, 40. Recuperado de: shorturl.at/crD18

Telégrafo, E. (2020). Gobierno contrató asesoría en comunicación por campaña de fake news. *El Telégrafo*. [En línea]: shorturl.at/brwQ6

UNESCO (2020). La educación en un mundo tras la COVID-19: Nueve ideas para la acción pública. *Informe*. Recuperado de: shorturl.at/bBHLR

Waks, L. J. (2011). John Dewey on listening and friendship in school and society. *Educational theory*, 61(2), 191-205. https://bit.ly/2LEJcAy

Zibell, M. (2020). Coronavirus en Ecuador: la tragedia de las familias de Guayaquil que no encuentran a sus muertos. *BBC Mundo*. [En línea]: shorturl.at/hsJLW

risti
Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação
Iberian Journal of Information Systems and Technologies

Recebido/Submission: 24/04/2021
Aceitação/Acceptance: 29/06/2021

Método para el diseño de *Living Lab*, apoyado por la metodología de aprendizaje basado en problemas para instituciones de formación para el trabajo

Vladimir Arenas Crespo[1], Lillyana María Giraldo Marín[2], María Clara Gómez-Álvarez[3]

vladimirac108@gmail.com; lmgiraldo@udem.edu.co; mcgomez@udem.edu.co

[1] Estudiante programa de Maestría en Gestión de la Información y Conocimiento, Facultad de Ingenierías, Universidad de Medellín, Antioquia, Colombia.

[2] Profesor Titular, Facultad de Ingenierías, Universidad de Medellín, Antioquia, Colombia

[3] Profesor Asociado, Facultad de Ingenierías, Universidad de Medellín, Antioquia, Colombia

Pages: 199-212

Resumen: Actualmente existe un interés por transformar los procesos de enseñanza-aprendizaje en las instituciones de formación para el trabajo -IFPT-, incorporando alternativas constructivistas donde los estudiantes sean el eje central del saber. En este contexto las metodologías activas de aprendizaje, como el Aprendizaje Basado en Problemas -ABP-, generan escenarios de conocimiento participativos idóneos. Adicionalmente, estos espacios se enriquecen mediante el uso de la tecnología, como la realidad virtual y realidad aumentada, para la transferencia y socialización de conocimiento. Por lo anterior, en el presente artículo se propone un método para diseñar *Living Lab*, apoyado en la metodología ABP para IFPT- conjugando la didáctica con la tecnología al servicio de la educación, como escenario de co-creación inmersivos y permitir a las IFPT avanzar en el mejoramiento del proceso de formación. Esta propuesta fue valorada por un conjunto de expertos de la IFPT -SENA- (Colombia) mediante un cuestionario, evidenciando su pertinencia y reafirmando el interés de la entidad en la implementación de *Living Lab* en beneficio de la calidad de la formación para el trabajo.

Palabras-clave: *Living Lab*, Co-creación, Aprendizaje Basado en Problemas, Instituciones de Formación para el Trabajo.

Method for Living Lab design supported by problem-based learning for work training institutions.

Abstract: There is currently an interest in transforming the teaching-learning processes in institutions of training for work -IFPT-, incorporating constructivist alternatives where students are the central axis of knowledge. In this context, active learning methodologies, such as Problem Based Learning -PBL-, generate ideal participatory knowledge scenarios. Additionally, these spaces are enriched by the use of technology, such as virtual reality and augmented reality, for the transfer and socialization of knowledge. Therefore, this article proposes a method to design

Living Lab, supported by the ABP methodology for IFPT - combining didactics with technology at the service of education, as a scenario of immersive co-creation and allowing IFPT to advance in the improvement of the training process. This proposal was evaluated by a group of experts from IFPT -SENA- (Colombia) through a questionnaire, evidencing its relevance and reaffirming the entity's interest in the implementation of Living Lab for the benefit of the quality of job training.

Keywords: *Living Lab*, Co-creation, Problem-based Learning, Work Training Institutions

1. Introducción

La formación actual está obligada a tener en cuenta su entorno, y esto significa valorar no sólo las nuevas circunstancias del mundo productivo, sino también las necesidades de las personas, la nueva realidad del mercado de trabajo, los nuevos tipos de estudiantes, diferentes a los habituales y las nuevas formas de acceder al aprendizaje López-Yáñez and Sánchez-Moreno 2004). El mercado de trabajo valora hoy en día otros elementos profesionalizadores, como experiencias vivenciales que puedan ser acreditadas, habilidades personales y sociales que puedan demostrarse, manejo de otros recursos altamente valorados como el uso de las tecnologías o el idioma ((Echeverría Samanes, 2008).

Para dar respuesta a estas demandas, se plantean nuevos enfoques formativos como los *Living Lab* que propenden dar nuevas alternativas de aprender mediante las tecnologías de virtualización nombradas actualmente como realidad aumentada (Martin-Gutierrez, 2017). Estas metodologías modernas de generación de conocimiento buscan una interacción directa profesor-estudiante, dándole a los estudiantes una experiencia vivencial al momento de adquirir conocimientos complejos de manera más práctica (Martín-Gutiérrez *et al.*, 2015).

Si bien, la asimilación significativa de conocimientos es uno de los muchos aspectos del proceso de enseñanza-aprendizaje que se ven afectados por la falta de estrategias de interacción innovadoras, casos exitosos se han desarrollado al dotar espacios educativos de tecnologías como la realidad virtual, realidad mixta y realidad aumentada, principalmente (Wu *et al.*, 2013), al involucrar metodologías de aprendizaje activo como el aprendizaje basado en problemas (ABP) (Ramón *et al.*, 2015), esto gracias al creciente auge que se ha tenido en áreas como la aviación, ciencias naturales y sociales para tratar conocimientos complejos de una mejor manera (Blake & Butcher-Green, 2009). Como modelo conductivo se propone crear una propuesta que permita la adopción de herramientas tecnológicas exitosas en espacios académicos, que ayuden a que el estudiante sea un actor activo de su proceso, genere conocimiento significativo y refleje mayor motivación a partir de una experiencia vivencial profesor-estudiante (Miller, 2016). Por lo anterior, en el presente artículo se propone un método para diseñar *Living Lab*, apoyado en la metodología de ABP para IFPT, en el cual se mejoren los espacios de enseñanza-aprendizaje orientados a las nuevas necesidades del sector educativo, conjugando la pedagogía con las tecnologías disponibles al ejercicio de formación, algunos de los métodos propuestos para el diseño del *Living lab* desde la literatura consultada son la innovación abierta y la co-creación, (Angelini et al. 2016) utiliza el método de innovación abierta para diseñar *Living Lab* al involucrar actores externos en el proceso, mientras que los autores (Jamal, Ibrahim, and Surif 2019) (Nesti 2018)

(Schuurman et al. 2016) expresan emplear el método de co-creación en el diseño de los Living Lab, brindándole participación activa a los usuarios finales en el desarrollo, finalmente el autor (Giang et al. 2018) expresan utilizar ambos métodos en los *Living Lab* al combinar las dos formas de trabajo como una estrategia conjunta.

El resto del artículo está organizado de la siguiente forma: en la Sección 2 se presentan los conceptos fundamentales en los que se fundamenta la propuesta; en la Sección 3 se describe de manera detallada el método para diseñar *Living Lab*; en la Sección 4 reportan los resultados de la valoración del método por parte de expertos de la IFPT SENA; finalmente en la Sección 5 se describen las conclusiones derivadas del presente trabajo.

2. Revisión de literatura

En esta sección se presentan los conceptos más importantes en los que se fundamenta el método propuesto, tales como: *Living Lab*, aprendizaje basado en problemas e instituciones de formación para el trabajo, los cuales fueron identificados mediante una revisión sistemática de literatura, se proceden a detallan a continuación:

2.1. *Living Lab*

Un laboratorio vivo es un ecosistema de innovación abierta centrado en el usuario, integrando procesos concurrentes de investigación e innovación apoyado por la tecnología. El concepto se basa en un enfoque sistemático de creación conjunta de usuarios, quienes se integran mediante el trabajo en equipo, la exploración, la experimentación y la evaluación de ideas innovadoras, escenarios, conceptos y artefactos tecnológicos relacionados en casos de uso de la vida real (Matus, Colobrans & Serra, 2020). Tales casos de uso involucran comunidades de usuarios, no sólo como sujetos observados sino también como fuente de creación.

Este enfoque propone al usuario como centro de innovación del laboratorio vivo, sugiriendo ir más allá de una situación de uso observando su contexto completo, resolviendo las necesidades por medio de la participación de usuarios, aplicándose estos laboratorios vivos en entornos cotidianos de la vida real, se puede decir que el concepto de participación de usuarios finales juega un rol determinante en el elemento de co-creación e innovación, siendo estos actores activos quienes tienen la fuente principal de deseos a satisfacer, y la mejor forma de desarrollo del laboratorio es hacerlos participes en todo el proceso, la co-creación de usuario se relaciona principalmente con la academia (Hossain, Leminen & Westerlund, 2019).

2.2. Aprendizaje basado en problemas (ABP)

Los nuevos modelos de enseñanza sugieren la incorporación de metodologías activas de aprendizaje al beneficio del estudiante como eje central del proceso formativo, haciendo más vivencial y colaborativa la interacción con el conocimiento.

Como respuesta a este planteamiento surge la metodología de ABP (Ramón *et al.*, 2015), la cual consiste en simular escenarios reales de casos que pueden ser objeto de estudio, al ser aplicados en un grupo de estudiantes identificando roles para la posterior solución del problema, siendo el estudiante el eje central del proceso.

En esta metodología de enseñanza-aprendizaje se detalla inicialmente el problema identificando las necesidades y caracterizándolas en las áreas de conocimiento, buscando la información requerida y así plantar una solución el problema. El proceso que desarrollan los estudiantes en esta técnica didáctica es de forma colaborativa en pequeños grupos de trabajo, los cuales promueven el trabajo en equipo, compartiendo experiencias de aprendizaje a la par que van desarrollando habilidades como la observación y capacidad de interiorización de las actividades, al tomar la responsabilidad del logro de la solución del problema inicial.

Dentro de las características del aprendizaje basado en problemas se destacan las siguientes:

- El aprendizaje está centrado en los estudiantes.
- El aprendizaje se genera en grupos pequeños de trabajo.
- El profesor es un facilitador del proceso.
- El estímulo del aprendizaje es la situación problema a resolver, siendo este el camino para el desarrollo de habilidades en la toma de decisiones.
- El conocimiento se adquiere por medio del aprendizaje autodirigido.

2.3. Instituciones de formación para el trabajo (IFPT)

El Ministerio de Educación Nacional (MEN) de Colombia define el concepto de IFPT y sus objetivos así (Vélez *et al.*, 2008) : desde el MEN se define la política educativa llamada "La Revolución Educativa", la cual se encuentra orientada a atender las necesidades de cobertura y calidad que requiere el país para dar atención a aspectos de orden de desarrollo social y económico, que busquen mejorar la calidad de vida de la población, estructurado desde el decreto 2888 de 2007 por medio del cual se da la reglamentación del funcionamiento que deben de cumplir las IFPT para ser certificadas. Desde el sistema educativo en Colombia y desde la ley 1064 de 2006 llamada anteriormente educación no formal y actualmente nombrada la educación para el trabajo y el desarrollo humano, tiene como objetivo complementar, actualizar y poder suplir conocimientos en la formación y capacitación laboral.

El Servicio Nacional de Aprendizaje -SENA- en Colombia hace parte de una estrategia de desarrollo en la competitividad y productividad de la industria brindando programas técnicos, tecnológicos y cursos cortos de forma gratuita a la población más necesitada del país, quienes en un alto porcentaje no tienen la posibilidad de acceder a la educación formal. Esta institución constituye un aliado estratégico entre el estado y el sector productivo del país para mejorar los niveles de formación para el empleo en la población colombiana.

3. Método de diseño del *Living Lab*

En esta sección se presenta el método de diseño del *Living Lab* que incorpora el aprendizaje basado en problemas como estrategia didáctica para las instituciones de formación para el trabajo. En la Figura 1 se presenta el esquema general del método que consta de 4 etapas: Identificación, Orientación, Propuesta y Valoración, con diferentes actividades en cada una de ellas.

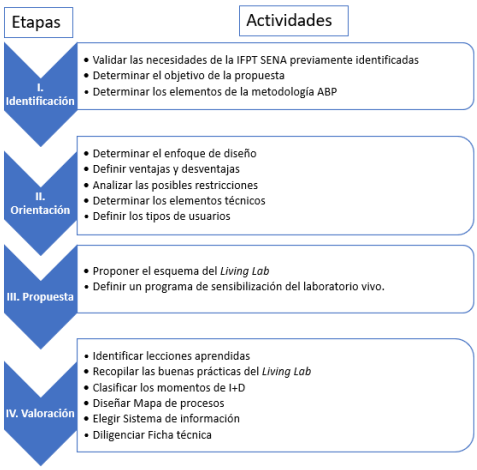


Figura 1 – Esquema general del método de diseño el *Living Lab*

A continuación, se describe de manera detallada las diferentes etapas del método, así como las actividades que las conforman, así como su aplicación para la IFPT SENA Colombia.

3.1. Etapa I: Identificación

La identificación es el momento de delimitación de las necesidades de transformación de espacios de enseñanza-aprendizaje de la IFPT – SENA consolidando el propósito buscado al determinar los elementos de la metodología ABP a ser incluidos en el método de *Living Lab* a estructurar.

Actividad 1: Validar las necesidades de la IFPT SENA

A partir de un trabajo de campo realizado al interior del SENA, así como a la revisión de documentos corporativos existentes se identificaron las siguientes necesidades frente a la transformación de los procesos de enseñanza-aprendizaje.

- Fortalecer la formación para la vinculación laboral mediada por las tecnologías de la información y la comunicación (TIC).
- Impulsar la gestión empresarial con el apoyo de las TIC.
- Apalancar la transformación del SENA digital 4.0.
- Habilitar con TIC la gestión institucional.
- Transformar espacios de enseñanza-aprendizaje mediante la implementación de iniciativas como los Living Lab (D.G. Sena, 2019).
- Incorporar estrategias de aprendizaje activo apoyadas por el uso de las TIC (D.G. Sena, 2019).

El SENA desde las necesidades expresadas, manifiesta la intención de avanzar en el mejoramiento de nuevos espacios de enseñanza-aprendizaje virtual, que se alineen a nuevas TIC y puedan ser integradas a la metodología activa del ABP, buscando la

formación integral de los aprendices enfocada en la cuarta revolución industrial, llamado SENA 4.0 (O. de Sistemas, 2019).

Actividad 2: Determinar el objetivo de la propuesta

El propósito es proponer un método *Living Lab* para la IFPT SENA, que integre la metodología ABP y se adapte a las necesidades institucionales, como una mejora en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Actividad 3: Determinar los elementos de la metodología ABP

La incorporación de la metodología ABP en este método tendrá como referencia el modelo diseñado por Alfredo Prieto (Esquer *et al.*, 2009), el cual se describe a continuación, definiendo los siguientes elementos y actividades a considerar en el método *Living Lab*, precisando los componentes a desarrollar.

- Fase I – Activación: En esta primera fase se consolidan los elementos clave para la aplicación de la metodología, tales como: (1) Diseño de la actividad, donde el facilitador define el objetivo y alcance de esta; (2) Formación de los grupos de trabajo definiendo un líder que gestione su grupo de trabajo y coordine las actividades; (3) Presentación de la actividad, donde el facilitador presenta los lineamientos generales de la actividad así sus restricciones y limitaciones.
- Fase II – Investigación: En esta fase los grupos de trabajo deben validar primero los conocimientos previos que tienen sobre el problema a resolver, y posterior a esto realizar un ejercicio investigativo tendiente a aclarar posibles dudas antes de iniciar el desarrollo de la actividad. A partir de esta indagación y trabajo colaborativo el equipo de trabajo debe diligenciar un informe sobre la actividad que incluye elementos como: objetivo, temática a abordar, conocimientos previos y aportes investigativos.
- Fase III – Resolución: Ya teniendo definidos los elementos y grupos de trabajo de la actividad a desarrollar y de haber validado parcialmente el desempeño de los grupos de trabajo se procede a darle resolución al problema y el posterior desarrollo de un informe final que detalla el proceso.
- Fase IV – Evaluación: En esta fase final se valora el trabajo consolidado de los grupos de trabajo a partir de una exposición para socializar la solución planteada al problema inicial.

3.2. Etapa II: Orientación

En esta etapa se definen aspectos técnicos de la estructura del *Living Lab* a proponer, estos son el enfoque de diseño, ventas y desventajas, posibles restricciones, elementos y los usuarios que van a interactuar.

Actividad 1: Determinar el enfoque de diseño

El interés del *Livng Lab* es con un fin académico, de participación activa y que involucre los actores requeridos de la institución, para esto el enfoque será la co-creación la cual va a permitir que el laboratorio vivo genere un escenario de participación conjunta para el del desarrollo de habilidades, competencias y destrezas de los participantes de la comunidad académica y que estos sean líderes activos de su proceso de enseñanza-aprendizaje, autogestionando el conocimiento.

Actividad 2: Definir ventajas y desventajas

Un *Living Lab* en un escenario académico ofrece diferentes ventajas al proceso de enseñanza-aprendizaje tales como: participación centrada en los usuarios, integración con metodologías activas de aprendizaje como el ABP, desarrollo de competencias en un ambiente controlado y propiciar el trabajo en equipo y la toma de decisiones.

Igualmente, es importante señalar algunas desventajas o riesgos, tales como la necesidad de realizar proceso de sensibilización y capacitación a la comunidad académica para garantizar su éxito y la buena preparación y acompañamiento del tutor y disposición de los participantes como factor crítico de éxito en este tipo de iniciativas.

Actividad 3: Analizar las posibles restricciones

En la implementación de un *Living Lab* en la institución de formación para el trabajo SENA se identifican las siguientes restricciones:

- *Asignación limitada de recursos* por ser una entidad pública, gestionada por el estado debe sus recursos al presupuesto que le sea asignado cada año, requiriéndose contar con la financiación adecuada para llevar a cabo el proyecto.
- *Capacitación a los instructores del Living Lab* tanto en el manejo de herramientas tecnológicas como en las estrategias didácticas (ABP) a usar en el laboratorio.
- *Cambiar el pensamiento de los usuarios que no tienen una vocación hacia las TIC:* En la entidad hay variedad de usuarios, de diferentes edades, profesiones y manejo de metodologías de aprendizaje, es un reto lograr que todos se apropien del nuevo espacio de enseñanza-aprendizaje, cambiado paradigmas y permitiendo ser sensibilizados.
- *Alinear el área de investigación del SENA*: desde el Sistema de Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación (SENNOVA), se sugiriere la creación de un grupo de investigación enfocado a potenciar el *Living Lab* y buscar incorporar procesos de I+D, para que tenga un éxito y sostenibilidad en el tiempo.
- *Ajustar el proyecto formativo a las nuevas TIC*: Aunque el SENA cuenta con el PETI que tiene la directriz de la industria 4.0, se sugiere adicional a esto desde los proyectos formativos y las mesas sectoriales incluir como un resultado de aprendizaje la aplicación de los conocimientos propios de cada programa de formación, en el laboratorio vivo, como una propuesta de acercar la académica al sector productivo simulando escenarios reales en casos de estudio, permitiendo que los aprendices desarrollen mayores habilidades.

Actividad 4: Determinar los elementos técnicos

A continuación, se resumen los elementos técnicos mínimos necesarios para la implementación del *Living Lab*:

- *Expertos*: Definir el grupo de expertos que serán los líderes en el desarrollo del *Living Lab*, estos deben tener un amplio conocimiento en ambientes de co-creación, metodologías activas de aprendizaje y modernización de espacios de enseñanza-aprendizaje.
- *Usuarios*: La definición de los grupos de usuarios del laboratorio se realizará teniendo en cuenta características como: edad, genero, experiencia, competencias a aplicar, entre otros.

- *Ambiente:* En este momento se debe identificar el escenario o espacio a utilizar, siendo este un ambiente cerrado, con conexión a internet y dotado por TIC.
- *Tecnología:* Los dispositivos tecnológicos a utilizar serán de la industria 4.0, entre los propuestos se encuentran: Cascos, sensores, gafas 3D, chalecos especiales, teléfonos inteligentes, entre otros.
- *Plataformas*: Desde el análisis de las plataformas que mejor se adapten al laboratorio vivo, se propone la RA como una fuente de inmersión y generación de conocimiento.
- *Hardware y Software*: Estos componentes dependerán de la tecnología y plataforma seleccionada, se recomienda ser desarrollada por el grupo SENNOVA, quien cuenta con un área de programación, quienes ya han desarrollado proyectos similares como el simulador contable financiero, y podrían ser un apoyo importante y se garantizaría un desarrollo a la medida de la institución, conservando el objetivo propuesto.

Actividad 5: Determinar los tipos de usuarios

Los usuarios del laboratorio vivo identificados son:

- *Administrador:* Área de SENNOVA: Control total.
- *Líder:* Instructores con control limitado (configuración).
- *Usuario Corporativo:* Directivos, coordinadores, administrativos e invitados con control limitado (visualización).
- *Usuario Participante:* Usuarios ejecutores de la actividad de aprendizaje con acceso de visualización.

3.3. Etapa III: Propuesta

En esta etapa se llevará a cabo la propuesta del método *Living Lab*, ajustado a todos los lineamientos y conceptos abordados en las etapas anteriores, determinando la distribución adecuada de los elementos requeridos.

Actividad 1: Proponer el esquema del *Living Lab*

Figura 2 – *Living Lab* propuesto

En la Figura 2 se presenta el espacio de enseñanza-aprendizaje sugerido, según las características de la institución y su proceso de desarrollo de competencias laborales,

donde se integre el trabajo en equipo, las metodologías activas de aprendizaje y los dispositivos de realidad aumentada, en un entorno inmersivo que favorezca la generación de conocimiento.

El *Living Lab* como se muestra en la imagen, se encuentra distribuido de la siguiente manera:

Momento 1: Al ingresar al espacio se dispone de una sala de espera, en la cual se tomarán los registros de los usuarios a ingresar.

Momento 2: Luego se pasa a una sala múltiple en la cual los grupos de trabajo se les asignan los roles y se les entregan el problema a resolver, en donde deben definir la estrategia a desarrollar, la cual se llevará a validación con los dispositivos tecnológicos dispuestos en el espacio de co-creación.

Momento 3: luego se pasará a generar un detalle tipo bitácora del proceso desarrollado.

Momento 4: Presentación final a todos los participantes de la solución obtenida.

Actividad 2: Definir un programa de sensibilización del laboratorio vivo

Una vez que el *Living Lab* se habilite para prestar servicios de co-creación, se sugiere que a la par se realicen jornadas de acercamiento al nuevo espacio de enseñanza-aprendizaje con el apoyo del área de comunicaciones del SENA, generando un plan de comunicación que incluya: (1) visitas al laboratorio por parte de la comunidad académica, (2) divulgación de las actividades que se realizan en este espacio y (3) difusión de los líderes del laboratorio para la programación de sesiones de trabajo en este espacio.

3.4. Etapa IV: Valoración

En esta etapa final se analizará la experiencia del nuevo espacio de co-creación, recogiendo la impresión de los participantes, las buenas prácticas empleadas en el laboratorio vivo, identificando los momentos de I+D como estrategia de mejoramiento del *Living Lab*.

Actividad 1: Identificar lecciones aprendidas

Esta actividad se lleva a cabo haciendo uso de la técnica de servicio al cliente *Momentos de verdad (Alaña, 2008)* donde se pregunta a los participantes por las experiencias positivas, negativas y neutrales dentro del proceso de enseñanza-aprendizaje en el laboratorio.

Actividad 2: Recopilar las buenas experiencias del *Living Lab*

Con el objetivo de recopilar las buenas prácticas identificadas por los usuarios en el laboratorio frente a procesos participativos de co-creación se sugiere diligenciar un formato o documento donde se describan estas prácticas y se registre la valoración o pertinencia de estas dada por los participantes.

Actividad 3: Clasificar los momentos de I+D

Esta actividad consiste en clasificar las diferentes actividades realizadas en el laboratorio en una de las siguientes categorías: Retador, innovador, práctico, planeador, imitador o ingenioso.

Adicionalmente para cada uno de esos momentos se pide a los participantes identificar las debilidades, oportunidades, fortalezas y amenazas asociadas.

Actividad 4: Diseñar el mapa de procesos

En la Figura 3 se propone un mapa de procesos para la gestión del *Living Lab* en el SENA indicando los procesos estratégicos, misionales y de soporte como fuente de desarrollo del espacio de co-creación y la gestión de recursos necesarios para la puesta en marcha de este espacio.

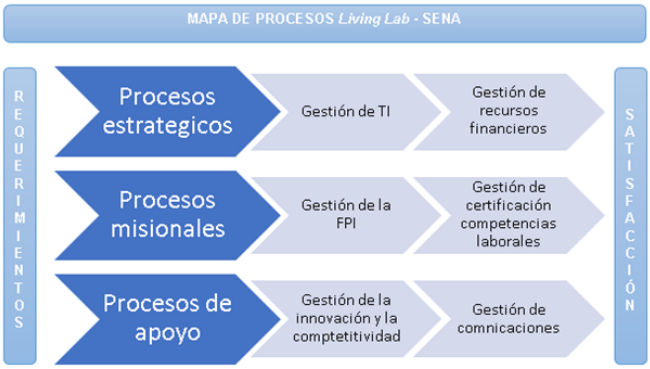


Figura 3 – Mapa de procesos del *Living Lab* SENA

Actividad 5: Elegir un sistema de información

El sistema de información que apoye la gestión y puesta en marcha del *Living Lab* debe cumplir con las características que se muestran en la Figura 4.

Figura 4 – Esquema del sistema de información propuesto para la gestión del *Living Lab*

Finalmente, como Actividad 6 de esta etapa se propone diligenciar una ficha técnica del *Living Lab* donde se sinteticen aspectos descritos anteriormente, tales como: enfoque

de diseño, metodología activa de aprendizaje, elementos técnicos, tipos de usuarios, esquema del *Living Lab*, programa de sensibilización, lecciones aprendidas, buenas prácticas, mapa de procesos, entre otros.

4. Resultados

La IFTP SENA, es la institución de formación para el trabajo líder en Colombia, con presencia a nivel nacional, con 163 centros de formación ubicados estratégicamente en el país, cubriendo las necesidades de cada región en materia de formación para el mundo laboral que requieren las empresas (D.G. Sena, 2019).

El método descrito en la sección anterior fue presentado a un grupo de 25 expertos del SENA conformado mayormente por coordinadores o lideres de procesos encargados de gestionar programas de formación en diferentes áreas de conocimiento, así como a instructores quienes son el eje central del proceso formativo, al impartir el proceso de enseñanza-aprendizaje a los aprendices. En el siguiente enlace se puede acceder al vídeo de contextualización del método de diseño de *Living Lab* presentado a los expertos: https://drive.google.com/file/d/1EXa-ONB_cz0MFIzIqiMGgShyJOrFpLt-/view.

El instrumento de valoración seleccionado es un cuestionario de 25 preguntas donde se indaga por aspectos del método de diseño de *Living Lab* para el SENA tales como: (1) espacios de enseñanza-aprendizaje, (2) modelos de enseñanza en la formación profesional integral, (3) metodologías activas de aprendizaje, (4) aprendizaje basado en problemas y (5) ventajas y desventajas de la implementación de un *Living Lab*, entre otros.

Como resultados esta valoración inicial de expertos se destacan los siguientes hallazgos:

1. Después de analizar las distintas categorías y los resultados obtenidos de los encuestados, se puede concluir que frente a los espacios de enseñanza-aprendizaje de las IFPT, que los *Living Lab* integran las TIC de la 4ta revolución industrial, y se ajustan a los nuevos espacios de enseñanza-aprendizaje que requiere el SENA, siendo estos escenarios de co-creación que contribuyen al desarrollo de los programas de formación (Valoración del 92% de los encuestados).
2. Con respecto al ABP, el 96% de los encuestados consideran que esta metodología activa de aprendizaje al promover el trabajo en equipo en escenarios de co-creación, es ideal para desarrollar habilidades como la toma de decisiones, permitiendo un proceso formativo integral.
3. Desde las metodologías activas de aprendizaje, el 92% de los encuestados consideran que estás pueden integrarse a escenarios de co-creación aportando a mejorar los resultados en el proceso de enseñanza-aprendizaje, siguiendo el modelo pedagógico institucional que promueve la participación conjunta.
4. En cuanto a las necesidades de la IFPT - SENA previamente identificadas en apartados anteriores, los encuestados consideran que las TIC contribuyen favorablemente en el proceso de enseñanza-aprendizaje, al estar en línea con la 4ta revolución industrial, lo cual permite a los aprendices tener un mejor desarrollo de competencias laborales y a las empresas mejorar sus procesos (Valoración del 92% de los encuestados)

5. Desde las ventajas y desventajas de implementar en el SENA un método *Living Lab*, el 72% de los encuestados consideran que esta propuesta sería un buen complemento de los espacios de formación que cuenta la entidad, como el simulador contable financiero, la cámara Gesell y las aulas de cómputo, ya que se pueden integrar actividades educativas desde un adecuado proceso de planeación.

5. Conclusiones

A partir las necesidades que manifiestan tener las IFPT acorde al mejoramiento de los espacios de enseñanza-aprendizaje, se requiere una innovación en la infraestructura educativa conforme a las tecnologías de la 4ta revolución industrial, y el modelo pedagógico que guía a cada entidad, si bien es claro que cuentan con herramientas de TIC, se hace necesario continuar la adquisición e implementación de nuevos y mejorados espacios de enseñanza-aprendizaje, mejor dotados en beneficio del proceso formativo.

Conforme a las fases de los distintos métodos de Living Lab, se determinó la co-creación y participación en procesos de investigación como el enfoque necesario del laboratorio vivo, integrado a la metodología activa de aprendizaje ABP, esta es adaptable a la filosofía y objetivos de las IFPT y el desarrollo humano, siendo asequibles a las necesidades de transformación de los espacios de enseñanza-aprendizaje, como una estrategia de promover habilidades como el trabajo dirigido, participación conjunta, toma de decisiones y el trabajo en equipo, pilares de un método Living Lab en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Desde la propuesta de un método *Living Lab*, y las necesidades de mejoramiento de los espacios de enseñanza-aprendizaje identificadas en las IPFT, especialmente el SENA, se identificó que desde su proyecto formativo sugiere la implementación de metodologías activas de aprendizaje, como el ABP como apoyo al modelo educativo, haciéndoles partícipes a la comunidad académica, permitiendo desarrollar programas de formación en escenarios inmersivos.

Al presentar la propuesta del método a un grupo de expertos y posterior evaluación del caso de estudio, se dio de manera satisfactoria, recopilando importantes aportes de la necesidad que tiene el SENA en continuar su estrategia de una entidad mejor orientada a las TIC, desde los espacios de enseñanza-aprendizaje de las IFPT, el ABP, metodologías activas de aprendizaje, las necesidades de la IFPT – SENA, las ventajas y desventajas de implementar en el SENA un método Living Lab, los aliados estratégicos y las lecciones aprendidas, obteniendo información determinante.

Referencias

Echeverría Samanes, Benito. Orientación Profesional. Primera ed. ed. M.pilar Martinez. 2008. https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id= jYe6KtaJTiwC&oi = fnd&pg= PA13&dq = Echeverría+Samanes, +Benito.+ Orientación+Profesional.&ots.

López-Yáñez, Julián, and Marita Sánchez-Moreno. 2004. “La Cultura Escolar En La Sociedad Neoliberal.” En Moreno Olmedilla, J.M. (Coord.) Organización y gestión de centros educativos: 125–59. https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=C6MXeAHcG18C&oi=fnd&pg=PA11&dq=cultura+escolar&ots=OS1lYEFcXm&sig=9IwUQSwTjnvvPmz-aNveBIf6xkE.

Alaña, José. 2008. “Calidad de Servicio Prestada Por El Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico de Luz (CONDES).” Revista de Formación Gerencial 7(1): 124–61.

Angelini, Leonardo et al. 2016. “Senior Living Lab: An Ecological Approach to Foster Social Innovation in an Ageing Society.” Future Internet 8(4): 1–19.

Jamal, Siti Najihah Binti, Nor Hasniza Binti Ibrahim, and Johari Bin Surif. 2019. “Concept Cartoon in Problem-Based Learning: A Systematic Literature Review Analysis.” Journal of Technology and Science Education 9(1): 51–58.

Nesti, Giorgia. 2018. “Co-Production for Innovation: The Urban Living Lab Experience*.” Policy and Society 37(3): 310–25. http://doi.org/10.1080/14494035.2017.137469.

Giang, Tran Thi Hoang, Mauricio Camargo, Laurent Dupont, and Frederique Mayer. 2018. “A Review of Methods for Modelling Shared Decision-Making Process in a Smart City Living Lab.” 2017 International Conference on Engineering, Technology and Innovation: Engineering, Technology and Innovation Management Beyond 2020: New Challenges, New Approaches, ICE/ITMC 2017 - Proceedings 2018-Janua: 189–94.

Schuurman, Dimitri et al. 2016. “Living Labs as Open Innovation Systems for Knowledge Exchange: Solutions for Sustainable Innovation Development.” International Journal of Business Innovation and Research 10(2–3): 322–40.

Blake, M. B., & Butcher-Green, J. D. (2009). Agent-customized training for human learning performance enhancement. *Computers & Education*, 53(3), 966-976.

D. G. SENA, “Servicio Nacional de Aprendizaje - SENA,” *05/12/2019*, 2019. [Online]. www.sena.edu.co.

Esquer, F. G., Martínez, I. R., Romero, F. M., & Valero, P. B. (2009). Aplicación interdisciplinar del aprendizaje basado en problemas (ABP) en ciencias de la salud: una herramienta útil para el desarrollo de competencias profesionales. *Revista de Docencia Universitaria*, 7(4).

Hossain, M., Leminen, S., & Westerlund, M. (2019). A systematic review of *Living Lab* literature. *Journal of cleaner production*, 213, 976-988.

Martin-Gutierrez, J. (2017). Learning Strategies in Engineering Education Using Virtual and Augmented Reality Technologies. EURASIA *Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 13(2), 297-300.

Martín-Gutiérrez, J., Fabiani, P., Benesova, W., Meneses, M. D., & Mora, C. E. (2015). Augmented reality to promote collaborative and autonomous learning in higher education. *Computers in human behavior*, 51, 752-761.

Matus, M., Colobrans, J., & Serra, A. (2020). Los fab lab o la programación del mundo físico: Entre el bricoleur y el bricoler. Economía Creativa, (13), 10-35.

Miller, Douglas. 2016. "Implementing Augmented Reality in the Classroom". *Issues and Trends in Educational Technology*, 3(2): 56–63.

O. de Sistemas (2019) "Plan Estratégico de Tecnologías de la Información – PETI – 2019-2022".

Ramón, P. R., Redondo, R. F., Gundín, O. A., & Fernández, L. Á. (2015). Percepción de los estudiantes sobre el desarrollo de competencias a través de diferentes metodologías activas. *Revista de Investigación Educativa*, 33(2), 369-383.

Vélez C.M., Mantilla G. B., and Rangel M. R. (2008), Verificación de los requisitos básicos de funcionamiento de programas de formación para el trabajo y desarrollo humano. https://www.dane.gov.co/files/control_participacion/planes_institucionales/PETI/PETI-2019-2022.pdf

Wu, H. K., Lee, S. W. Y., Chang, H. Y., & Liang, J. C. (2013). Current status, opportunities and challenges of augmented reality in education. *Computers & education*, 62, 41-49.

risti
Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação
Iberian Journal of Information Systems and Technologies

Recebido/Submission: 12/04/2021
Aceitação/Acceptance: 15/06/2021

Guía metodológica para evaluar Recursos Educativos Digitales accesibles enfocados a estudiantes con discapacidad auditiva, en el Contexto Colombiano

Fredy Alonso Vidal-Alegría[1], Elsy Patricia Muñoz-Gómez[2], Darío Enrique Soto-Durán[3], Adriana Xiomara Reyes-Gamboa[4]

fvidal@unimayor.edu.co; emunoz@unimayor.edu.co; dsoto@tdea.edu.co; axreyes@elpoli.edu.co

[1] IU Colegio Mayor del Cauca, Edificio Bicentenario, 190001, Popayán, Colombia.

[2] IU Colegio Mayor del Cauca, Edificio Bicentenario, 190001, Popayán, Colombia.

[3] Tecnológico de Antioquia Institución Universitaria, Calle 78B No. 72A - 220, 050001, Medellín, Colombia.

[4] Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid, Carrera 48 No. 7 – 151, 050001, Medellín, Colombia.

Pages: 213-226

Resumen: El Gobierno Colombiano, ha adoptado una legislación que insta a las instituciones educativas a garantizar el acceso de sus contenidos a un mayor número de usuarios incluyendo las personas en situación de discapacidad. Este Articulo presenta una guía metodológica para evaluar Recursos Educativos Digitales accesibles enfocados a estudiantes con discapacidad auditiva, en el contexto de las instituciones de Educación Superior en Colombia, teniendo en cuenta el Protocolo de Accesibilidad para el Sector Educación y la Política de Gobierno Digital. Para el diseño de la guía se definieron 7 criterios y 80 características agrupadas en cuatro categorías de evaluación: Contenido, Pedagógico, Accesibilidad y Usabilidad, a las cuales se otorgó una ponderación. Una vez diseñada la guía se validó su aplicación en una Institución de Educación Superior, con el fin de obtener un conjunto de recomendaciones que le permitan a la Institución garantizar en sus recursos educativos digitales la inclusión educativa.

Palabras-clave: Accesibilidad; Evaluación; Recursos Educativos Digitales; Discapacidad Auditiva; Educación Superior.

Methodological Guide for the Evaluation of the Process and the Product of Accessible Digital Educational Resources Focused on Students with Hearing Impairments, in the Context of Higher Education Institutions in Colombia.

Abstract: Colombian Government has adopted a legislation that urges educational institutions to guarantee access to their contents and systems to a greater number of users, including people with disabilities. This article presents a methodological guide to evaluate the process and the product of accessible Digital Educational

Resources focused on students with hearing impairments in the context of Higher Education institutions in Colombia, considering the Accessibility Protocol for the Education Sector and the Digital Government Policy. 7 criteria and 80 characteristics were defined and grouped into four (4) evaluation categories to design the guide: Content, Pedagogical, Accessibility and usability, which were given a weighting. Once the guide was designed, its application was validated in a Higher Education Institution, in order to obtain a set of recommendations that allow the Institution to guarantee educational inclusion in its digital educational resources.

Keywords: Accessibility; Evaluation; Digital Educational Resources; Hearing Disabilities; Higher Education.

1. Introducción

La accesibilidad, juega un papel fundamental en la inclusión para las personas con discapacidad. Esta se puede definir como una característica necesaria de los productos, los entornos y los servicios que permite que cualquier persona pueda participar, acceder y usar los servicios y el contenido Web, acorde a sus necesidades indiferentemente las limitaciones propias del individuo. El objetivo es asegurar que todos los grupos sociales accedan a las Tecnologías de la Información y la Comunicación en igualdad de condiciones.

La prioridad de la accesibilidad se orienta a las personas en situación de discapacidad "con deficiencias visuales, auditivas, de movilidad, cognitivas, ataques epilépticos, personas mayores, gran diversidad de subtipos de discapacidad, y teniendo en cuenta que no tienen que ser excluyentes en sí" (Pérez & Sánchez, 2010, p. 90).

Las personas en situación de discapacidad en su mayor parte no tienen acceso a la Educación Superior, el 11,3 % de la población total de personas en situación de discapacidad, tiene problemas para oír la voz o los sonidos, también llamada discapacidad auditiva (DANE, 2019). La discapacidad auditiva en Colombia ha tenido un incremento progresivo debido a la posición socioeconómica según lo expresa el ministerio de salud de Colombia (Ministerio de Salud, 2017).

A partir de lo anterior y tomando como contexto y objeto de estudio la Educación Superior en Colombia, se puede afirmar que actualmente las instituciones de educación disponen de numerosos Recursos Educativos Digitales, que en su gran mayoría han sido diseñados para estudiantes de desempeño convencional y que presentan ineficiencias de accesibilidad; por ejemplo, no cuentan con las ayudas tecnológicas que les permitan a las personas en situación de discapacidad, acceder a los servicios como ampliación de texto e imágenes, closed caption, braille o lengua de señas, desatendiendo los requisitos de accesibilidad enmarcados en la Norma Técnica Colombiana 5854 e incumpliendo con los 9 acuerdos establecidos para que los sistemas de información y los contenidos digitales sean considerados como accesibles (Ministerio de Educación Nacional, 2018).

La implementación de esta guía permitirá conocer aspectos relacionados con la construcción de Recursos Educativos Digitales accesibles enfocados a estudiantes

con discapacidad auditiva, en el contexto de las instituciones de Educación Superior en Colombia.

2. Metodología

El estudio se desarrolló a partir de tres fases: Identificación, Diseño y Validación, ejecutadas de manera secuencial a partir de las actividades que a continuación se detallan:

Fase 1. Identificación: se realiza la caracterización de un conjunto de estándares y normas para la enseñanza y aprendizaje de personas con discapacidad auditiva.

- Actividad 1.1: Estudio de normas y estándares en educación y accesibilidad
- Actividad 1.2: Identificación de factores del proceso de enseñanza.

Fase 2. Diseño: Se Elabora un instrumento para la evaluación de Recursos Educativos Digitales accesibles para personas con discapacidad auditiva en programas de Educación Superior en Colombia, teniendo en cuenta los estándares y normas caracterizadas

- Actividad 2.1: Seleccionar los factores, criterios y características del instrumento de evaluación.
- Actividad 2.2: Diseño del Instrumento para la evaluación de Recursos Educativos Digitales.

Fase 3. Validación: Se aplica el instrumento construido mediante el desarrollo de un caso de estudio aplicado a una Institución Educación Superior.

- Actividad 3.1: Aplicar el instrumento de evaluación en la Institución Universitaria Colegio Mayor del Cauca
- Actividad 3.2: Agrupar los datos cuantitativos obtenidos de la evaluación de accesibilidad de acuerdo al instrumento de evaluación de los Recursos Educativos Digitales.
- Actividad 3.3: Analizar los datos cuantitativos obtenidos de la evaluación de acuerdo al instrumento de evaluación de los Recursos Educativos Digitales.
- Actividad 3.4: Redactar las recomendaciones basándose en la evaluación del Recurso Educativo Digital evaluado.

2.1. Fase 1: Identificación

El acceso a la educación se ha constituido más que en un privilegio en un derecho y para cumplirlo, el Estado Colombiano ha ido integrando a su legislación normas que permiten el acceso de la educación a todos sus ciudadanos, como el Normograma Nacional e Internacional relacionado con el acceso a la educación a las personas con discapacidad auditiva.

La siguiente tabla ilustra el conjunto de normas, estándares y experiencias, agrupadas en 4 categorías que componen el desarrollo de la guía: Accesibilidad, Usabilidad, Pedagógico y Contenido.

Normas	Estándares	Experiencias
Declaración Universal de Derechos Humanos -ONU- 1948. Art. 26 Constitución Política de Colombia: Artículo 67 - 68 Ley 361 - 1997 Art. 10 Decreto 2369 de 1997 Ley 1346 de 2009. Art. 24, numeral 5. Decreto 366 de 2009 NTC 5854 - 2011 Ley 1618 - 2013. Art. 11 Ley 1712 de 2014Art. 8 Decreto 1421 de 2017 Ley 1955 de 2019 Art. 185 Decreto 1330 de 2019	Protocolo de Accesibilidad Sector Educación (Min Educación - 2017) Lineamientos de diseño y Usabilidad para los sistemas de información Recomendaciones para el desarrollo de páginas web accesibles a la población sorda colombiana 19 lineamiento de accesibilidad para sitios web institucionales. Proceso de optimización y aseguramiento de la calidad. Alcaldía Mayor de Bogotá Pág. 9 y 15	Fundación SIDAR "Metodología de revisión de la accesibilidad" Proceso de validación nivel de accesibilidad web en sitios del Gobierno en línea del estado colombiano "Revista ESPACIOS" Vol. 39 (Nº 48) Año 2018. Pág. 8 Instrumento para evaluar Recursos Educativos Digitales, LORI – AD. (Adame Rodríguez, 2015) Accesibilidad para personas sordas y con discapacidad auditiva en el diseño instruccional e-learning basado en ADDIE. (Ferreiro-lago, 2018)

Tabla 1 – Normas, estándares y experiencias aplicables a la Accesibilidad

Normas	Estándares	Experiencias
Norma ISO/IEC 9241 -1998 Ley 982 de 2005 – Art. 9, 38 Decreto 366 de 2009 NTC 5854 - 2011 Decreto 1421 de 2017	Protocolo de Accesibilidad Sector Educación (Min Educación - 2017) Lineamientos de diseño y Usabilidad para los sistemas de información Recomendaciones para el desarrollo de páginas web accesibles a la población sorda colombiana	Fundación SIDAR "Metodología de revisión de la accesibilidad" Proceso de validación nivel de accesibilidad web en sitios del Gobierno en línea del estado colombiano "Revista ESPACIOS" Vol. 39 (Nº 48) Año 2018. Pág. 8 Instrumento para evaluar Recursos Educativos Digitales, LORI – AD. (Adame Rodríguez, 2015)

Tabla 2 – Normas, estándares y experiencias aplicables a la Usabilidad

Normas	Estándares	Experiencias
Ley 115 - 1994. Art. 48 Ley 324 - 1996 Art. 6 Decreto 2082 - 1996 Ley 361 - 1997 Artículo 11, 13 Decreto 2369 de 1997 Resolución 2565 de 2003 - MEN Ley 982 de 2005 – Art. 46 Ley 1188 de 2008 - Artículo 2 Decreto 366 de 2009 NTC 5854 - 2011 Ley 1618 - 2013. Art. 11 Decreto 1075 de 2015 Art 2.3.3.5.1.3.12 y Art.2.5.3.2.3.1.7 Decreto 1421 de 2017 Decreto 1330 de 2019	Protocolo de Accesibilidad Sector Educación (Min Educación - 2017)	Instrumento para evaluar Recursos Educativos Digitales, LORI – AD. (Adame Rodríguez, 2015) Accesibilidad para personas sordas y con discapacidad auditiva en el diseño instruccional e-learning basado en ADDIE. (Ferreiro-lago, 2018)

Tabla 3 – Normas, estándares y experiencias aplicables a la Pedagogía

Normas	Estándares	Experiencias
Ley 115 - 1994. Art. 48 Ley 324 - 1996 Art. 8 Decreto 2082 - 1996 Ley 361 - 1997 Art. 12 Decreto 2369 de 1997 Decreto 366 de 2009 NTC 5854 - 2011 Ley 1618 - 2013. Art. 11 Decreto 1421 de 2017 Decreto 1330 de 2019	Protocolo de Accesibilidad Sector Educación (Min Educación - 2017)	Cerón et al. 2017 - Diseño de escenarios de aprendizaje con interfaces naturales y realidad aumentada para apoyar la inclusión de estudiantes con discapacidad auditiva en la educación media superior. Instrumento para evaluar Recursos Educativos Digitales, LORI – AD. (Adame Rodríguez, 2015). Accesibilidad para personas sordas y con discapacidad auditiva en el diseño instruccional e-learning basado en ADDIE. (Ferreiro-lago, 2018).

Tabla 4 – Normas, estándares y experiencias aplicables a los Contenidos

A partir de lo anterior, se procedió a estructurar la guía, identificando categorías y criterios ajustados a la normatividad existente. Para la identificación de las categorías y criterios ajustados a la normatividad y estándares, se analizaron los planteamientos y propuestas de diferentes autores en cuanto a desarrollar estrategias, metodologías y recursos para la población en condición discapacidad auditiva, como: Ortiz et., al. (2009), Guardeño (2018), González et al. (2017), Barreiro et al. (2018), Cerón et al. (2017), Jaimes et al. (2017), Jiménez (2016), Vieira et al. (2016) y Mourao y Netto (2018), teniendo en cuenta los aspectos de contenido (fondo) y presentación (forma) mencionados por los autores, se propone una guía para la evaluación de Recursos Educativos Digitales (RED) accesibles para personas con discapacidad auditiva en programas de Educación Superior en Colombia, estructurado en cuatro (4) categorías de evaluación: Contenido, Pedagógico, Accesibilidad y Usabilidad.

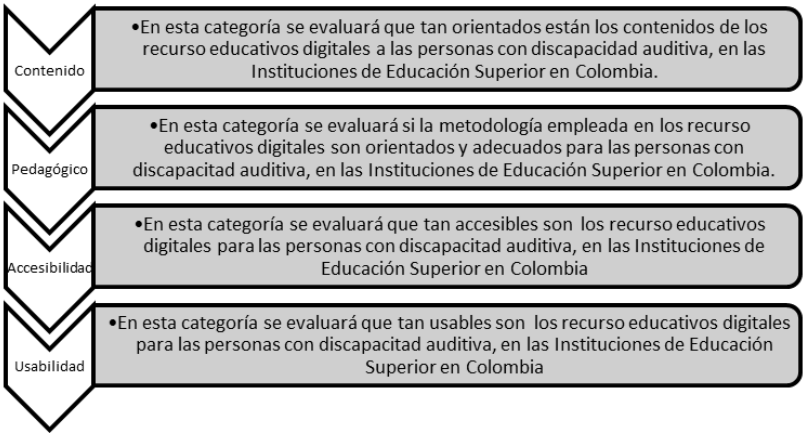


Figura 1 – Categorías de evaluación

Así mismo se establecieron 7 criterios y 80 características, divididas según su categoría que permitirán determinar la accesibilidad de los recursos educativos. A cada categoría se le definió una ponderación, que representa la incidencia de cada una de estas en el proceso evaluativo. Para definir el porcentaje final asociado a cada categoría y sus respectivas características se aplicó un estimado basado en una técnica de consenso en grupo, conformado por empresarios de las empresas (Ikernel, Somos, Oderlógica, Sunset House Software, CreaTic Popayán) e investigadores académicos del Tecnológico de Antioquia, la Universidad de Cartagena, la Universidad Distrital de Bogotá, el Politécnico Jaime Isaza Cadavid, la Institución Universitaria Antonio José Camacho de Cali, la Fundación Universitaria de Popayán y la Institución Universitaria Colegio Mayor del Cauca. Todos con la experiencia en el desarrollo y evaluación de Recursos Educativos Digitales, tomando como dato convergente de estimación la media aritmética.

2.2. Fase 2. Diseño

Se realiza la construcción del instrumento para la evaluación de Recursos Educativos Digitales accesibles para personas con discapacidad auditiva en programas de Educación Superior en Colombia, teniendo en cuenta los estándares y normas previamente caracterizadas, permitiendo definir las categorías y criterios. Cada categoría y sus criterios, adoptados para la guía corresponden a: Contenido, integrado por los criterios de evaluación coherencia y diseño; en la categoría del componente pedagógico se encuentran los criterios de pedagogía, didáctica y retroalimentación; el componente de accesibilidad incluye el criterio de inclusión; y la categoría de usabilidad tiene un criterio correspondiente a la Interacción como se presenta en la fig. 2.

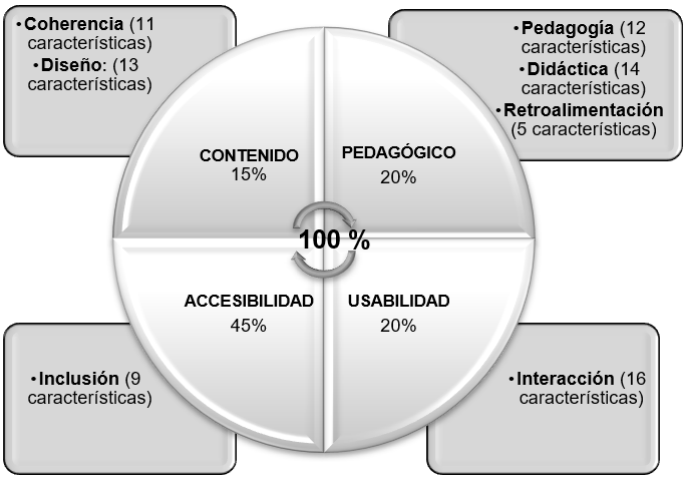


Figura 2 – Categorías ponderadas y sus criterios de evaluación

La ponderación de la guía de evaluación se definió mediante un análisis cualitativo, basado en su valor influyente para la educación de personas con discapacidad auditiva, diferenciando su importancia como: Muy Importante (alta), Importantes, pero si inevitables (media) y elementos complementarios (baja), identificando así el porcentaje para cada categoría y característica. Las características serán valoradas para alcanzar el porcentaje establecido para cada categoría, una vez se realice la evaluación a los recursos educativos, de acuerdo a su puntaje se estableció la valoración que se presenta en la tabla 5.

Equivalencia	Calificación
Se cumple completamente	4.5 – 5.0
Se cumple en gran parte	3.5 – 4.4
Se cumple aceptablemente	3.0 – 3.4
Se cumple insuficientemente	2.0 – 2.9
No se cumple	1.0 – 1.9

Tabla 5 – Escala de aceptación

A continuación, se presenta el diseño de la guía en las siguientes imágenes de la guía en Excel, esta guía se aplica para cada categoría en la que cada criterio agrupa las características con la ponderación establecida para cada una de ellas.

No	CRITERIOS	CARACTERISTICAS	Ponderación
1	COHERENCIA	¿Los objetivos del Recurso Educativo Digital son apropiados para personas con discapacidad auditiva?	6%
2		¿La lengua utilizada favorece el entendimiento?	3%
3		¿El recurso se ajusta a las normativas nacionales y/o internacionales?	6%
4		¿La duración del recurso es adecuada?	5%
5		¿El recurso fomenta la sensibilización del público?	3%
6		¿El recurso motiva al estudiante?	3%
7		¿Los contenidos son adecuados y coherentes con la población objetivo?	6%
8		¿La presentación de las ideas está hecha de forma balanceada?	4%
9		¿El nivel de detalle es el adecuado?	2%
10		¿El recurso se ajusta a las necesidades de los usuarios?	4%
11		¿Hay calidad en los conceptos direccionados?	3%
12	DISEÑO	¿Los componentes del recurso texto-video-audio-imagen-animación refuerzan el proceso de aprendizaje?	6%
13		¿Hay contaminación visual y sobrecarga de información?	6%
14		¿Los contenidos se direccionan de un modo evidente y preciso?	6%
15		¿El recurso dispone de marcas de uso/navegación?	2%
16		¿El tamaño y tipo de letra es el adecuado (incluidos los subtítulos)?	3%
17		¿Las imágenes ayudan a entender el contenido?	4%
18		¿Las imágenes tienen buena calidad?	4%
19		¿Las imágenes están bien iluminadas?	5%
20		¿El recurso usa colores y fuentes apropiadas?	3%
21		¿El recurso hace uso de recursos visuales atractivos y adecuados?	3%
22		¿Es la presentación consistente y evidente para el estudiante?	3%
23		¿El diseño del recurso llama la atención?	5%
24		¿Los contenidos hacen buen uso del espacio tridimensional y estimulan la movilidad ocular?	5%
			100%

Figura 3 – Guía de Evaluación para RED para personas con discapacidad auditiva en programas de Educación Superior: Categoría Contenido

No	CRITERIO	PREGUNTAS DE CHEQUEO [el recurso educativo abierto...]	Ponderación
1	INCLUSIÓN	¿Favoreció la participación de los estudiantes con discapacidad Auditiva?	15%
2		¿El recurso cuenta con traducción en lengua de señas, incluyendo las evaluaciones y talleres propuestos?	13%
3		¿El recurso utiliza subtítulos de apoyo?	12%
4		¿Las imágenes tienen texto explicatorio?	10%
5		¿Los sistemas de comunicación (lengua de señas, subtítulos, texto explicativo) del recurso están disponible 7/24?	10%
6		¿Podía funcionar sin estar en línea?	10%
7		¿Se pudo usar en dispositivos móviles manteniendo los sistemas de comunicación (lengua de señas, subtitulos, texto explicativo)?	10%
8		¿El recurso dispone con recursos asistenciales y de ayuda para personas con discapacidad auditiva?	10%
9		¿El recurso es fácilmente adaptable a otras plataformas con algún tipo de formato o estándar?	10%
			100%

Figura 4 – Guía de Evaluación para RED para personas con discapacidad auditiva en programas de Educación Superior: Categoría Accesibilidad

No	CRITERIO	PREGUNTAS DE CHEQUEO	Ponderación
1	PEDAGOGÍA	¿Tuvo en cuenta las pedagogías relacionadas con educación inclusiva?	4%
2		¿Se capacitó con formación pedagógica especial?	4%
3		¿Utilizó técnicas grupales para mejorar las competencias sociales y educativas?	3%
4		¿Tuvo en cuenta los ritmos de aprendizaje del estudiante?	3%
5		¿Tuvo en cuenta el aprendizaje kinestésico?	3%
6		¿Tuvo en cuenta la resolución de problemas con juegos de roles en las actividades propuestas?	2%
7		¿Fomentó metodologías dinámicas donde se explora el movimiento y el hacer?	4%
8		¿Transmitió motivación al estudiante?	4%
9		¿Fomentó la persistencia en sus estudiantes?	3%
10		¿Fomentó la responsabilidad?	3%
11		¿La institución está involucrada con la educación inclusiva?	4%
12		¿El currículo académico está adecuado para la educación inclusiva?	4%
13	DIDACTICA	¿Fomentó el uso de mapas mentales?	2%
14		¿Utilizó o vinculó software innovador?	4%
15		¿Fomentó la creatividad a través de la construcción de trabajos manuales?	3%
16		¿Habilitó oportunamente el recurso y el material de estudio complementario?	3%
17		¿Fomentó la lectura de textos cortos?	4%
18		¿Fomentó actividades de exposición y de grupo?	2%
19		¿Favoreció la mono-tarea sobre la multi-tarea?	3%
20		¿Fomentó la comunicación en el aula (estudiante-docente y estudiante-estudiante)?	3%
21		¿Son adecuados los ejercicios propuestos?	4%
22		¿Hay retos propuestos para el estudiante?	2%
23		¿El recurso evalúa la comprensión de contenidos?	4%
24		¿Hay actividades que evalúen la memoria?	2%
25		¿Hay actividades que tienen en cuenta la atención visual?	4%
26		¿El recurso ha desarrollado el aprendizaje?	4%
27	RETROALIMENTACIÓN	¿El recurso brinda retroalimentación?	4%
28		¿El recurso tiene en cuenta la opinión de los usuarios?	3%
29		¿El recurso maneja encuestas de satisfacción?	2%
30		¿En las encuestas de satisfacción también está incluida la opinión de la población que no está en condición de discapacidad auditiva?	2%
31		¿Los tiempos de espera de la retroalimentación es adecuada?	4%
			100%

Figura 5 – Guía de Evaluación para RED para personas con discapacidad auditiva en programas de Educación Superior: Categoría Pedagógico

No	CRITERIO	CARACTERISTICAS [el recurso educativo abierto...]	Ponderación
1	INTERACCIÓN	¿Es de fácil navegación?	7%
2		¿Tiene una interfaz predictiva?	8%
3		¿Requiere componentes externos para funcionar?	5%
4		¿Es de fácil manejo y/o reproducción?	7%
5		¿Tiene un rendimiento óptimo?	8%
6		¿Promueve el poco esfuerzo físico?	4%
7		¿Es simple e intuitivo?	8%
8		¿Su información es perceptible?	8%
9		¿Tiene tolerancia al error?	5%
10		¿Permite ajuste de tamaño y espacio para el uso y la interacción?	6%
11		¿Es cómodo en el uso?	4%
12		¿Es eficiente y productivo?	8%
13		¿Es seguro en el uso?	4%
14		¿El recurso se puede utilizar en otros contextos de aprendizaje y en otros tipos de población estudiantil?	4%
15		¿El recurso permite interactuar con el estudiante?	6%
16		¿El recurso dispone de una interfaz de ayuda clara y de utilidad?	8%
			100%

Figura 6 – Guía de Evaluación para RED para personas con discapacidad auditiva en programas de Educación Superior: Categoría Usabilidad

2.3. Fase 3: Validación

La guía para la evaluación de Recursos Educativos Digitales accesibles para personas con discapacidad auditiva en programas de Educación Superior en Colombia, se aplicó al Recurso Educativo Digital de inglés Lección A (coming back), dictado por Institución Universitaria Colegio Mayor, usando el instrumento evaluativo en una escala de 1 a 5 para las 4 categorías. Los resultados obtenidos en la evaluación fueron los siguientes:

Categoría	Ponderación	Calificación	Equivalencia	Calificación/ Ponderación
Contenido	15%	3.3	Se cumple aceptablemente	0.50
Pedagógico	20%	3.0	Se cumple aceptablemente	0.60
Accesibilidad	45%	1.5	No se cumple	0.68
Usabilidad	20%	3.2	Se cumple aceptablemente	0.64
Total	100%			2.41

Tabla 6 – Resultados de la Evaluación

De acuerdo a lo anterior se puede evidenciar que el Recurso Educativo Digital Lección A (Coming Back) de la Unidad 1 (Memories) del curso de inglés obtuvo una calificación de 2.41, que según la escala de aceptación propuesta equivale a “Se cumple insuficientemente”, encontrándose que los aspectos pedagógicos y de contenidos cumplen con el propósito educativo de enseñanza, comprendiendo la mayor cantidad de elementos que hacen parte del proceso de aprendizaje en los estudiantes con algún

tipo de discapacidad. Al respecto es recomendable realizar los respectivos ajustes pedagógicos en relación a educación inclusiva.

Una vez aplicado el instrumento, surgen las recomendaciones que se enfocan en valorar y determinar la accesibilidad del recurso para la población con discapacidad auditiva de acuerdo a los criterios del Objeto Virtual de Aprendizaje (Información explicativa, Información ilustrativa, Actividades formativas y actividades evaluativas), tomando los aspectos, elementos y criterios de usabilidad y accesibilidad en la navegación del recurso

Las recomendaciones y ajustes propuestos para garantizar la accesibilidad y usabilidad del Recurso Educativo Digital Lección A (Coming Back) Unidad 1 (Memories) curso de inglés 5, se deben incluir en el modelo ADDIE en las fases: Análisis, Diseño, Desarrollo, Implementación y Evaluación; el diseño instruccional debe orientar al grupo de docentes expertos con el apoyo del diseñador gráfico y el realizador audiovisual con la finalidad de incluir todos los elementos para lograr la accesibilidad del recurso a estudiantes con discapacidad auditiva.

Los siguientes elementos deben abordarse desde el diseño instruccional y la aplicación del modelo ADDIE para la construcción de Recursos Educativos Digitales para personas con discapacidad auditiva:

Análisis:

- El análisis de los estudiantes es fundamental para conocer las características de las personas sordas y con discapacidad auditiva, lo que conllevará un ajuste de los contenidos a sus capacidades y necesidades de accesibilidad.
- Incorporar los costos y talento humano para la construcción de los Recursos Educativos Digitales accesibles a personas sordas o con algún tipo de discapacidad auditiva.
- Capacitación a los docentes expertos en educación inclusiva y los estilos de aprendizaje en estudiantes sordos y con discapacidad auditiva.

Diseño:

- Esta fase está dedicada principalmente al diseño curricular, incluyendo objetivos, evaluación, enfoque didáctico general, planificación de la formación, actividades del estudiante, entre otros. Respecto al enfoque didáctico, se sugiere tener cuidado con la teoría de aprendizaje adoptada y ser coherente con las características de las estudiantes detectadas en la fase anterior.
- Involucrar todos los elementos que estarán en el Recurso Educativo Digital y proporcionar la accesibilidad de los mismos.
- Incorporar las recomendaciones del uso de subtítulos en audios e intérprete de señas para vídeos y animaciones garantizado la accesibilidad de los elementos con lenguaje sonoro y audiovisual.
- Incorporar mapa de navegación del Recurso Educativo Digital.

Desarrollo:

- Es la fase en la que se puede introducir más elementos de accesibilidad, principalmente en la web y en los recursos digitales y objetos de aprendizaje.

- Hay que insistir constantemente en la recomendación de contemplar como mínimo las siguientes herramientas para todos los contenidos y actividades:

1. Transcripción de textos para los audios o postcasts.
2. Subtitulado y traducción a lengua de signos de los vídeos con contenido sonoro.
3. Uso de un lenguaje escrito adecuado a las competencias del alumnado.

Implementación:

- En esta fase es importante establecer canales válidos de comunicación con los estudiantes para el apoyo durante su proceso formativo en caso de ser requerido, tales como video-interpretación en lengua de señas.
- Facilitar una mesa de ayuda o recursos asistenciales con el fin de ofrecer servicio técnico a inconvenientes que se puedan presentar en la plataforma y los Recursos Educativos Digitales.

Evaluación:

- Introducir en la evaluación el grado de accesibilidad
- Realizar una prueba piloto con un grupo de estudiantes sordos o con discapacidad auditiva, para realizar los ajustes correspondientes y realizar mejoras a los Recursos Educativos Digitales, que asegurará en gran medida el éxito posterior.

3. Conclusiones

El principal aporte de este estudio es el contar actualmente con una guía metodológica estructurada y validada para la evaluación de Recursos Educativos Digitales dirigidos a estudiantes con discapacidad auditiva. Esta guía puede ser utilizada por las Instituciones de Educación Superior para diseñar y desarrollar material educativo que facilite el proceso de aprendizaje de estudiantes con discapacidad auditiva.

La guía propuesta para la evaluación de Recursos Educativos Digitales accesibles para personas con discapacidad auditiva incluye cuatro (4) categorías de evaluación: Contenido, Pedagógico, Accesibilidad y Usabilidad, 7 criterios y 80 características, divididas según su categoría que permitirán determinar la accesibilidad de los recursos educativos.

Al aplicar la guía de evaluación al Recurso Educativo Digital Lección A (Coming Back) de la Unidad 1 (Memories) del cuso de inglés 5, desarrollado por la Institución Universitaria Colegio Mayor del Cauca obtuvo una calificación de 2.41. Según la escala de aceptación propuesta equivale a “Se cumple insuficientemente”, encontrándose que, aunque los aspectos pedagógicos y de contenidos cumplen con el propósito educativo de enseñanza, la categoría de accesibilidad y usabilidad, confirma que el Recurso Educativo Digital no está diseñado para la población con algún tipo de discapacidad auditiva.

Los Recursos Educativos Digitales y el acceso a contenido académico a partir de los Ambientes Virtuales de Aprendizaje presentan una gran cantidad de barreras para la accesibilidad a personas con discapacidad auditiva, es necesario que desde el diseño instruccional se contemple en la aplicación del modelo ADDIE en todas sus fases, los principios de diseño universal que garanticen el acceso a personas con algún tipo de discapacidad.

Gracias a las Tecnologías de la Información y Comunicación, existe la posibilidad de integrar y enriquecer los Recursos Educativos Digitales volviéndolos accesibles para personas en condición de discapacidad auditiva desde el diseño instruccional al incluir subtítulos y videos en lengua de señas.

Los Recursos Educativos Digitales, tienen gran aceptación por parte de los estudiantes y fortalecen los procesos de enseñanza aprendizaje, sin embargo, el estudio realizado demostró que el Recurso Educativo Digital evaluado no está diseñado para la población con algún tipo de discapacidad auditiva o visual, por tal razón el Estado Colombiano y las Instituciones de Educación Superior deben comprometer y apropiar recursos para la materialización de la política de educación inclusiva.

Referencias

Adame Rodríguez, S. I. (2015). Instrumento para evaluar Recursos Educativos Digitales, nLORI - AD Por: Silvia Irene Adame Rodríguez.

Bravo, A., Enríquez, J., & Ordoñez, F. (2019). Educación Virtual - Plataformas LMS. Ruta de Formación Tutores Virtuales. Popayán, Cauca, Colombia: Institución Universitaria Colegio Mayor del Cauca.

Barreiro, S., Ruiz, F., y De la Hoz, V. (2018). Propuesta didáctica para fortalecimiento de los procesos cognitivos en estudiantes con discapacidad auditiva incluidos en la educación superior basados en su estilo de aprendizaje. 233–250.

Cerón, C., Archundia, E., Garcés, A., Beltrán, B., y Migliolo, J. (2017). Diseño de escenarios de aprendizaje con interfaces naturales y realidad aumentada para apoyar la inclusión de estudiantes con discapacidad auditiva en la educación media superior. Research in Computing Science, 144, 191–201.

Congreso de Colombia. (2005) Normas tendientes a la equiparación de oportunidades para las personas sordas y sordociegas y se dictan otras disposiciones. [Ley 982 de 2005]. DO:45.995.

Congreso de Colombia. (1994). Ley 115 de 1994. Ley General de Educación. Santa Fe de Bogotá, D.C., Colombia: Presidencia de la República.

Constitución Política de Colombia 1991 [Const.]. (2019). ARTÍCULO 67[CAPÍTULO II]. Bogotá: Diario Oficial de Colombia.

Díaz Gutiérrez, E. L., Alarcón Aldana, A. C., & Callejas Cuervo, M. (2013). Criterios para la evaluación de usabilidad en entornos virtuales de aprendizaje. (U. d. Facultad de Ciencias e Ingeniería, Ed.) Revista Ventana Informática, 29, 29-44. Obtenido de http://revistas.unisimon.edu.co/index.php/identic/index

Ferreiro-lago, E. (2018). Accesibilidad para personas sordas y con discapacidad auditiva en el diseño instruccional e-learning basado en ADDIE.

González, D. L., López, R., y Flores, V. (2017). Estrategias docentes para inclusión educativa en educación superior. Revista educativa IUNAES, 10(22), 32–48.

Grisales G., M. C. (2011). El reconocimiento de la diversidad como valor y derecho. Manizales: Universidad de Manizales.

Guardeño, C. (2018). Persiguiendo una educación inclusiva a partir de los estilos de aprendizaje. VIII Congreso mundial de estilos de aprendizaje, Barranquilla Colombia, octubre 10, 11 y 12 de 2018, 431–454.

Henry, S. L. (2002). Understanding Web Accessibility. En Constructing Accessible Web Sites. Glasshaus. Obtenido de Understanding Web Accessibility. En Constructing Accessible Web Sites. Glasshaus:ISBN: 1904151000.: http://www.macromedia.com/macromedia/accessibility/pub/acc_sites_chap01.pdf

Henry, S. L. (2003). Another –ability: Accessibility Primer for Usability Specialists. UPA (Usability Professionals' Association) 2003 Conference. Obtenido de Another –ability: Accessibility Primer for Usability Specialists. UPA (Usability Professionals' Association) 2003 Conference.: http://www.upassoc.org/conf2003/call/downloads/01-Another-Ability.pdf

Icontec, (2011). Accesibilidad a Páginas Web. [Norma Técnica Colombina NTC 5854].

Isaza de Gil, G. (2011). Modernidad Positiva. En G. Isaza de Gil, & U. d. Manizales. (Ed.), Módulo Modernidad Positiva. Manizales: Universidad de Manizales: CEDUM.

Jaimes, Y., Niño, E., y Porras, Y. (2017). Estrategias sobre educación inclusiva de Personas Con Discapacidad auditiva en la Universidad Cooperativa de Colombia - sede Bucaramanga.

Jiménez, E. (2016). Impacto psicosocial de los productos y tecnologías de apoyo para la comunicación en personas con discapacidad auditiva y personas sordas (tesis doctoral). Universidad de Salamanca.

Mansilla, A. M., González, J. R., & Montalvo, E. C. (2018). ATICA2018: Aplicación de Tecnologías de la Información y Comunicaciones Avanzadas y Accesibilidad. Guatemala: Universidad de Alcalá Servicio de Publicaciones Plaza de San Diego.

Ministerio de Educación Nacional. (2018). Protocolo de Accesibilidad Sector Educación. Obtenido de Ministerio de Educación - Repositorio digital: https://www.mineducacion.gov.co/1759/articles-378730_recurso_1.pdf

Ministerio de Educación de Colombia. (2004). Educación virtual o educación en línea. Obtenido de https://www.mineducacion.gov.co/portal/Educacion-superior/Informacion-Destacada/196492:Educacion-virtual-o-educacion-en-linea

Ministerio de Educación Nacional. (2012). colombiaaprende. Recuperado el 19 de 03 de 2012, de Mediateca: http://www.colombiaaprende.edu.co/html/mediateca/1607/article-84317.html

Ministerio de Educación Nacional. (2018). Protocolo de Accesibilidad Sector Educación. Obtenido de Ministerio de Educación Nacional - Repositiro digital: https://www.mineducacion.gov.co/1759/articles-378730_recurso_1.pdf

Mourao, A. B., y Netto, J. F. M. (2018). MIDOAA: Inclusive Model of Development of Accessible Learning Objects. 2018 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE), 1–8. https://doi.org/10.1109/FIE.2018.8658494

Navarra Guzmán, J. C., Llanos Álvarez, J. J., Santiago Hoyos, E. M., & Martínez Sanjuan, M. J. (2018). Accesibilidad y usabilidad web para la inclusión de personas con. (U. S. Bolívar, Ed.) Revista I+D en TIC, 8(1), 21-25. Obtenido de http://revistas.unisimon.edu.co/index.php/identic/index

Nielsen, J. (2001). Beyond Accessibility: Treating People with Disabilities as People. Alertbox, 11 de Noviembre de 2001. Obtenido de Beyond Accessibility: Treating People with Disabilities as People. Alertbox, 11 de Noviembre de 2001.: http://www.useit.com/alertbox/20011111.html

Ortiz Muñoz, I. C., Giraldo López, L. T., Ceballos Carvajal, J. L., y Zapata García, P. (2009). La educación de los sordos adultos, una aproximación desde un enfoque bilingüe intercultural.

Pérez, M. G., & Sanchez, I. O. (2010). Atención a la e-accesibilidd y usabilidad universal en el diseño formativo. PIXEL B I T Revista de Medios y Educación, 89-90.

Vieira, E. M. F., Moraes, M., y Rossato, J. (2016). Evaluation of virtual objects: contributions for the learning process. The International Review of Research in Open and Distributed Learning, 17(6), 62–74. https://doi.org/10.19173/irrodl.v17i6.2620

W3C. (2018). Introducción a las Pautas de Accesibilidad para el Contenido Web (WCAG). Obtenido de W3C Iniciativa de Accesibilidad WEB: https://www.w3.org/WAI/standards-guidelines/wcag/es

risti
Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação
Iberian Journal of Information Systems and Technologies

Recebido/Submission: 01/04/2021
Aceitação/Acceptance: 21/06/2021

"La habitación de «Emi»". Un videojuego de escape para la divulgación científica y la transformación de las desigualdades de género en las STEM

Francisco Marcos Martín-Martín[1], María-Ángeles Cabrera-González[2], María-José Varela Salinas[3]

franmartin@uma.es; mac@uma.es; mjvs@uma.es

[111] Universidad de Málaga, Campus de Teatinos s/n, 29071, Málaga, España.

Pages: 227-237

Resumen: En este trabajo se presenta "La habitación de «Emi»", un proyecto de investigación aplicada que surge a partir de los resultados previos obtenidos con el análisis de la realidad y de las teorías generadas desde la investigación básica, en concreto, los datos científicos que se han publicado sobre la brecha de género en las STEM. "La habitación de «Emi»" es un videojuego de escape, desarrollado en Realidad Virtual, concebido como un recurso de innovación pedagógica y como un medio de divulgación científica de figuras femeninas relevantes en sus disciplinas. Con esta iniciativa se aprovechan las potencialidades de la ludificación que permiten conectar con los más jóvenes y en particular con las niñas con el propósito de impulsar su vocación científica.

Palabras-clave: ciencia; tecnología; niñas; videojuego; realidad virtual.

"Emi's room". An escape videogame for the popularisation of science and the transformation of gender inequalities in STEM

Abstract: This paper presents "Emi's room", an applied research project that arises from the previous results obtained from the analysis of reality and the theories generated from basic research, in particular, the scientific data that have been published on the gender gap in STEM. "Emi's room" is an escape room videogame, developed in Virtual Reality, conceived as a resource for pedagogical innovation and as a means of scientific dissemination of relevant female figures in their disciplines. This initiative takes advantage of the potential of gamification to connect with young people and in particular with girls in order to promote their scientific vocation.

Keywords: science; technology; girls; videogame; virtual reality.

1. Introducción

Con el fin de incrementar la investigación científica y la participación en el desarrollo económico, el sistema educativo español se plantea aumentar el porcentaje de graduados

en estudios científico-tecnológicos, denominados STEM (acrónimo inglés que aglutina Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas). Paralelamente, se pretende aumentar la participación femenina en estos estudios y en el número de graduados para equilibrar la proporción relativa entre sexos (INE, 2019). Sin embargo, los datos estadísticos indican que estas aspiraciones, a día de hoy, resultan difícilmente alcanzables.

La presencia de las mujeres en los estudios universitarios en España, actualmente, supera el 50%. Empero, la distribución de hombres y mujeres por grados no es equitativa. Mientras que las Ciencias Sociales y Jurídicas y Ciencias de la Salud están feminizadas (62%), la representación de mujeres en áreas científicas, como la Física y las ingenierías, es desigual (26%) (Puy Rodríguez, 2018). Solo el 12,9% de las personas graduadas en estudios científico-tecnológicos son mujeres. Estos datos se reproducen en los países pertenecientes a la Unión Europea, en el que las graduadas en Ciencias, Matemáticas y Tecnología alcanza el 12,6% (INE, 2019).

¿Cuál es la casuística que lleva a las estudiantes a no matricularse en grados STEM, a pesar de ser las carreras con más futuro laboral? Fundamentalmente, existen dos factores (y múltiples matices) que intervienen en el rechazo de las niñas hacia las carreras STEM: el autoconcepto sobre sus habilidades intelectuales en Matemáticas (materia considerada fundamental en Ciencias), y los estereotipos negativos sobre las personas que trabajan en el sector STEM (Bian et al, 2017).

Un estudio precursor sobre la percepción y autopercepción de niños y niñas sobre las Matemáticas concluía que tanto chicos como chicas piensan que a ellas no les gusta o no se les da bien esta materia (Guiso et al, 2008). Este pensamiento recurrente tiene su origen en el contexto sociocultural, familiar y educativo en el que interactúan las menores. Ciertamente, existen evidencias sobre la influencia que tienen padres y educadores en la brecha de género en carreras STEM (Vervecken, 2015; Kollmayer et al, 2018; Solbes et al, 2020). Al respecto, Shalini Kesar (2019) comprobó que las chicas cuando están motivadas por su progenitor o docente, es más probable que incluyan las carreras STEM entre sus prioridades académicas y profesionales. Sin embargo, los padres ponen mayor énfasis en recomendar a los niños la matriculación en grados de Ingeniería o Matemáticas (OCDE, 2015). Las ingenierías están consideradas carreras de alto grado de dificultad y los padres aconsejan a sus hijas que no se matriculen en estas disciplinas, a pesar de que tanto niños como niñas muestran similar rendimiento académico. Se produce, por tanto, una discriminación positiva en el ámbito familiar que ensancha la grieta de género en los grados STEM. Para resolver esta problemática, resulta imperativo un cambio de paradigma educacional, en el que se destierren comportamientos paternalistas respecto a las capacidades de las niñas en materias científico-tecnológicas.

Aunque se pueda pensar que la inseguridad de las niñas está en la raíz de las decisiones sobre su futuro académico y profesional, los estereotipos negativos que los medios de comunicación difunden sobre las personas STEM también condicionan su pensamiento (Cain Miller, 2017; Feeney, 2018; Wille et al, 2018). Los medios muestran a los científicos como personas excéntricas, solitarias y egocéntricas. Estas imágenes sociales actúan como una barrera de contención para las niñas, por lo que se recomienda difundir una imagen real y positiva de las mujeres científicas. A esta situación, sumamos que la mujer queda discriminada por omisión cuando los medios informan sobre temas científicos (Gómez y Patiño, 2011; García, 2013; Alandro et al, 2014; Gallur & García, 2016).

La invisibilidad de la mujer científica también se produce en contextos educativos. Los resultados de los últimos estudios muestran la infrarrepresentación de las mujeres en los manuales de la Enseñanza Secundaria (un 12,8% del total). La exclusión de la visión femenina del mundo que se traslada desde la enseñanza revela la falta de rigor en los contenidos académicos (López Navajas, 2014; Sánchez Martínez, 2019).

Un informe promovido por Microsoft (2018) indica que las niñas que tienen modelos femeninos cuya labor se desarrolla en el campo de las ciencias y las tecnologías, ya sea en el ámbito familiar, en el educativo, en los medios de comunicación o las artes muestran un índice de interés en materias STEM que casi duplica (41% frente a un 26%) al de las que no conocen referentes que trabajan en este ámbito. Es un hecho que las niñas necesitan referentes femeninos para incentivar sus vocaciones (Ruble et al, 2007; Mustapha, 2015; Olsson, 2018). Desde este ángulo, la divulgación científica y la promoción de la excelencia femenina se establecen como las soluciones más solventes para empoderar a las niñas, eliminar el sesgo de género y luchar contra la reproducción de roles y estereotipos negativos.

Estas premisas concuerdan con las motivaciones que han llevado al equipo de la Cátedra Estratégica de Interactividad y Diseño de Experiencias, de la Universidad de Málaga, a desarrollar el proyecto "La habitación de «Emi»", un videojuego de escape (*escape room videogame*), en modo Realidad Virtual (a partir de este momento, RV), para la divulgación científica de figuras femeninas.

2. Divulgar la ciencia con perspectiva de género a través de los videojuegos

Tan importante es identificar la problemática y su casuística como encontrar el mensaje y el medio adecuado para acabar con la brecha de género en las carreras STEM. En España, encontramos algunos buenos ejemplos destinados a promocionar las vocaciones científicas en las niñas y jóvenes. Destacamos el proyecto "Infaciencia: de las niñas de hoy a las científicas de mañana", que contribuye a crear una imagen de ciencia inclusiva y ofrece referentes de mujeres científicas que han sido invisibilizadas por la Historia. Otra iniciativa relevante es el proyecto "Inspira STEAM", que a través de las mentorías grupales, con profesionales de referencia, ha logrado aumentar el interés de las chicas de Educación Primaria por las carreras tecnológicas y científicas. O el programa "DigiGirlz", promovido por Microsoft, que conecta a estudiantes con empleados de la compañía tecnológica para proporcionar experiencias STEM reales. También se han desarrollado propuestas de ludificación como el juego de cartas "Women in Science", en el que se presenta a 44 científicas de distintas disciplinas (Guenaga & Fernández, 2020). Y el juego de escape "Figuras ocultas", que se desarrolla en una doble vertiente: divulgativa y reivindicativa. En este último caso, se pone de relevancia el papel desempeñado por las mujeres en la ciencia y se reflexiona acerca de las vicisitudes que tuvieron que sortear para alcanzar sus metas.

Todos los proyectos citados realizan una labor imprescindible para la formación, orientación y sensibilización de las niñas en estudios científicos y técnicos. Sin embargo, para resolver el problema social que supone la brecha de género en las carreras STEM, se necesitan más propuestas estratégicas e innovadoras que coincidan con los intereses

de las personas más jóvenes. La iniciativa aquí presentada se sitúa en el contexto de la ludificación mediante videojuegos, estrategia pedagógica que en los últimos años está adquiriendo gran importancia en ámbitos educativos.

El videojuego, además de tratarse de un recurso metodológico para la enseñanza de las STEM (Annetta, 2009; Barab et al, 2009; Cheng & Annetta, 2012), se ha convertido en un vehículo especialmente interesante para comunicar la ciencia al público en general (Contreras & Eguia, 2014; Marino, 2017). Las virtudes del videojuego, en su faceta de mecanismo para la diseminación del conocimiento, lo confirma Pérez Latorre et al (2008) en uno de los escasos artículos publicados que analizan el potencial y las limitaciones de divulgación científica de este medio. Para los autores, la diferencia del videojuego respecto a otros medios audiovisuales para la divulgación científica reside en su capacidad para transmitir conocimiento sobre sistemas complejos a través de la experimentación y la experiencia.

Por otra parte, Anthony Dudo et al (2014) presentan un estudio en que evalúan la representación de la tecnociencia en los videojuegos. Para los autores la imagen común que difunden los videojuegos comerciales de las personas científicas es favorable: profesionales entusiastas y que gozan de gran prestigio. Los resultados de este trabajo son recibidos con optimismo, debido a la influencia que tienen los mensajes mediáticos en la construcción del imaginario colectivo (Carli & Bukatko, 2000). Si bien los estudios que tratan la relación videojuegos-divulgación científica son escasos, los trabajos de este tipo con perspectiva de género resultan meramente testimoniales.

Sobre dicha especificidad, destacamos las aportaciones de María Rubio y Eurídice Cabañes (2012). Las autoras ponen de relevancia que los problemas que acarrea la brecha digital de género “no puede entenderse como un mero alejamiento de las mujeres del ámbito tecnológico, sino que tiene serias implicaciones sociopolíticas que denotan el androcentrismo y la discriminación de género que todavía impera en nuestra sociedad” (2012:150). Para mejorar la situación de las mujeres científicas es necesario identificar y poner en valor el trabajo que realizan y, también, reflexionar sobre los obstáculos que tuvieron que superar estas personas por el mero hecho de ser mujer.

3. “La habitación de «Emi»”, un proyecto para la transformación social

“La habitación de «Emi»” es un videojuego concebido como un recurso de innovación pedagógica y como un medio de divulgación científica de figuras femeninas relevantes en sus disciplinas, pero apenas conocidas. De esta forma, se pretende divulgar el conocimiento y visibilizar los nombres de aquellas mujeres científicas ignoradas a lo largo del tiempo a pesar de su contribución a la Ciencia. Con ese fin se aprovechan las potencialidades de la ludificación, que permiten conectar con los más jóvenes y en particular con el propósito de impulsar la vocación científica de las niñas.

Desde un punto de vista metodológico, “La habitación de «Emi»” es un proyecto de investigación aplicada, que va más allá del estudio de una materia para centrarse en la resolución de un problema. Es decir, surge a partir de los resultados previos obtenidos con el análisis de la realidad y de las teorías generadas a partir de los datos científicos

que se han publicado sobre la brecha de género en las STEM. Por tanto, el conocimiento y el estudio de la problemática abordado en estudios anteriores que lo corroboran es el punto de partida de un proyecto instrumental, diseñado con la intención de impactar socialmente y transformar la desigualdad de género instaurada en las disciplinas científico-tecnológicas.

Uno de los principios básicos o ideas que inspiran este proyecto es la sostenibilidad. Con el uso de este término, nos referimos a la intención original del mismo de rentabilizar los recursos empleados en base a la adaptabilidad y durabilidad de la propuesta. Bajo este prisma, el concepto y el desarrollo del videojuego se concibe para que pueda ser adaptado a las características de cada uno de los personajes protagonistas y a su disciplina académica. Es decir, las mecánicas del juego están diseñadas para que cualquier docente pueda sustituir al personaje de la trama (una matemática o una bióloga molecular, por ejemplo) y los objetos interactivos que componen la escenografía (los elementos de la decoración, los documentos y las pertenencias personales relacionados con la protagonista en cada caso).

El desarrollo conceptual del videojuego parte de un punto de vista interdisciplinar: debe adaptarse a cualquier disciplina. Este enfoque refleja el espíritu del propio equipo de trabajo que ha intervenido en su desarrollo, compuesto por profesionales de diversa procedencia: matemáticas, periodismo, psicología, traducción, ingenierías, etcétera.

Por otro lado, uno de los ejes que sustenta a este proyecto de innovación es garantizar la transferencia del conocimiento. En ese sentido, se ha considerado que el videojuego es el medio que mejor conecta con los nativos digitales, público objetivo del proyecto. Datos del anuario *La industria del videojuego en España* confirman que ha llegado a convertirse en el primer sector del ocio y el entretenimiento (AEVI, 2019). No obstante, con este proyecto también se pretende llegar a aquellos grupos humanos que consideran que el videojuego es una actividad meramente ociosa, en gran medida, por desconocimiento de las posibilidades que este ofrece para tratar de forma gamificada temas serios con los que puede incrementarse y mejorar la transmisión del conocimiento.

4. “La habitación de «Emi»”, el videojuego

“La habitación de «Emi»” da nombre a un videojuego de *escape room* que pretende dar visibilidad a figuras científicas femeninas que puedan servir de inspiración y modelo a otras jóvenes. El objetivo de la primera entrega, desarrollada en colaboración con la Real Sociedad Matemática Española, es divulgar esta disciplina a través de la biografía de la matemática de origen alemán, Amalie Emmy Noether. La comunidad científica considera a Emmy Noether como una referente mundial por su contribución a los campos de la física teórica y el álgebra abstracta.

Las diferentes pruebas y retos del videojuego permiten introducir al jugador en diversos aspectos de la vida y obra de la científica alemana. Para ello, el jugador debe encontrar y elegir varios objetos (cartas, fotografías, libros y periódicos) que se encuentran distribuidos por el salón de una casa. Concretamente, el escenario de juego virtual reproduce una habitación de la casa de principios del siglo XIX de la matemática de origen alemán.

Figura 1 – Escenario virtual del juego “La habitación de «Emi»”

Esos objetos, unos visibles y otros ocultos, dan las pistas para poder ir contestando sucesivamente a las preguntas, que tienen que ver con el nombre del personaje, con su vida y logros profesionales, y cuyo conocimiento es el objetivo didáctico de este videojuego de escape. Las preguntas quedan formuladas en una interfaz activada por el jugador para interactuar con la máquina.

En este juego no permitimos el acceso a internet u otros medios para buscar información suplementaria. En nuestro modelo, la habitación incluye todos los recursos informativos necesarios para adquirir las competencias deseadas, pero no soluciones a los problemas. El tiempo límite establecido para superar la prueba es de 30 minutos. Si el jugador finaliza antes del tiempo máximo determinado conseguirá una puntuación, que incrementará cuanto más rápido supere todos los retos.

En la propuesta de la Cátedra Estratégica de Interactividad y Diseño de Experiencias de la Universidad de Málaga partimos del enfoque del aprendizaje basado en problemas (Dewey, 1938) para construir una experiencia ludificada con objeto de mejorar la motivación del participante. La dinámica del juego suele ser de acción colaborativa (Vygotsky, 1978), de manera que para resolver las pruebas las personas participantes necesitan colaborar y ayudarse mutuamente.

Antes de llegar a la versión definitiva de esta *escape room* virtual, se han desarrollado otras dos modalidades que nos han permitido conocer las dinámicas de juego aplicadas a las matemáticas. En concreto, se trata de dos versiones analógicas del juego denominadas “La habitación matemática” y “El ágora matemática”, que se desarrollaron en una habitación reducida. La primera experiencia se implementó con estudiantes del grado de Matemáticas, con la finalidad de trabajar con ellos contenidos de cultura matemática de manera ludificada. Se elaboraron 12 retos y pistas que los participantes tenían que resolver en grupos de 6 o 7 jugadores. En la segunda sala de escape analógica participó alumnado de otras disciplinas ajenas a las matemáticas.

Para el diseño de esa experiencia en RV resultó crucial lo aprendido en las dos versiones previas al videojuego y desarrolladas de forma analógica ("La habitación matemática" y "El Ágora matemática"). Ambas preceden a la tercera y última hasta el momento, diseñada expresamente para el uso de la tecnología basada en Realidad Virtual y que se denominó "La habitación de «Emi»". En futuros desarrollos del juego en RV, se pretende adaptar la versión de realidad virtual a Computadora Personal (PC) facilitando así el acceso seguro al juego y como adaptación a las normativas derivadas de la COVID-19.

En esta primera fase, el juego se ha desarrollado en modo jugador individual. Para jugar en multijugador (propuesta recomendada en la que intervienen dos personas o más), la participación debe ser en formato analógico-digital. Es decir, mientras que un jugador usa las gafas de RV, la otra u otras personas que juegan con él/ella guían y ayudan a recordar la información importante obtenida con las interacciones de la habitación para superar las pruebas y contestar acertadamente a las preguntas sobre el personaje. Así mismo, cuando se juega en pareja o grupo reducido, se recomienda que los participantes intercambien los roles pasado un tiempo, con el fin de facilitar la inmersión e interacción en el escenario virtual a todos los jugadores.

Para el juego de escape aquí propuesto los participantes no necesariamente tienen que disponer de los conocimientos precisos para salir de la habitación, sino que deben adquirirlos y ponerlos en práctica durante el desarrollo de la actividad, por lo que se aportan ciertas guías como ayuda. Para ello se propone una interfaz persona-máquina que asiste a los participantes con pistas sobre el número de letras que contiene la respuesta correcta.

En cuanto al tema o ámbito relacionado con el personaje, se escogió uno del campo STEM y una edad objetivo, se determinaron las competencias que debía adquirir el jugador, se elaboró la secuencia de pruebas que permitirían adquirir el conocimiento necesario y ponerlo en práctica a partir de materiales disponibles en la habitación-escenario de juego y en la franja de tiempo deseada. También se generaron el guión y los materiales pertinentes para poner en práctica el *escape room* diseñado.

La presentación de "La habitación de «Emi»" en eventos académicos (La noche de los investigadores 2019, entre otros) y lúdico-comerciales, como Gamepolis 2019, ha despertado el interés de numerosas entidades educativas de Primaria, Secundaria y en la enseñanza superior que contemplan usar este recurso en sus aulas. La implementación de "La habitación de «Emi»" en las organizaciones citadas se prevé que sea ejecutada en la siguiente fase de este proyecto. En esta etapa se realizará un *debriefing* que permitirá evaluar la experiencia del alumnado, como jugador, con los objetivos del proyecto: divulgar la ciencia a través de referentes femeninos e impulsar las vocaciones científicas entre las niñas. Este informe recogerá la descripción de los acontecimientos ocurridos en el juego, una reflexión que exponga porqué sucedieron y una discusión sobre las acciones que se pueden aplicar.

5. Conclusiones

La promoción de la excelencia femenina en los ámbitos educativos se establece como una de las estrategias de actuación más eficaces para empoderar a las niñas, eliminar el sesgo de género y luchar contra la reproducción de estereotipos. Al mismo tiempo

que avanzamos hacia una sociedad responsable e igualitaria, la difusión de referentes femeninos fomenta las vocaciones científicas en edades tempranas y con ello se evita la pérdida de talentos científico-tecnológicos.

Ciertamente, el método para alentar a las niñas a estudiar carreras STEM parte desde las instituciones educativas, pero no solo la escuela debe asumir la responsabilidad. También la familia, la sociedad civil e incluso desde la vida política se debe intervenir para aminorar las diferencias de género en la Ciencia y la Tecnología.

Con “La habitación de «Emi»”, proyecto objeto de este trabajo, se ha desarrollado un videojuego de escape, en Realidad Virtual, diseñado para la divulgación de la figura de mujeres científicas para atraer tanto al público masculino como femenino, despertando el interés de los participantes por el personaje y su biografía. Esta propuesta, con perspectiva histórica, trata de mostrar las habilidades intelectuales de las mujeres científicas y, paralelamente, eliminar los estereotipos negativos que recaen sobre las personas que desarrollan su carrera profesional en el ámbito de las STEM.

La razón por la que se ha implementado una propuesta gamificada de escape reside, básicamente, en el intento de elevar el grado de motivación y, con ello, de implicación del alumnado en el proceso de enseñanza-aprendizaje científico-tecnológicas. Precisamente, la siguiente etapa del proyecto tiene como objetivos conocer el grado de motivación, satisfacción, comunicación y participación alcanzado por los jugadores durante la experiencia, así como las aportaciones del juego a cada uno de los participantes en cuanto a la mejora de sus relaciones como equipo y de los conocimientos adquiridos. Las sinergias que la Cátedra Estratégica de Interactividad y Diseño de Experiencias ha establecido con centros educativos y entidades asociativas garantiza que este recurso didáctico llegue a las niñas, a los niños y los jóvenes por intermedio de las personas educadoras, y que se puedan alcanzar los objetivos de investigación citados anteriormente.

A pesar del elevado coste que supone el proceso creativo y el desarrollo técnico de un videojuego de Realidad Virtual, se contempla la incorporación de universos sonoros que potencien la sensación de inmersión del jugador. También el desarrollo de una propuesta para multijugador. Así mismo, se contempla la creación de nuevos personajes que de rememoren la vida y logros conseguidos por científicas olvidadas por la Historia. A los personajes históricos, se van a incorporar ejemplos cercanos de mujeres que han tenido éxito en las carreras STEM para que el alumnado piense “quiero ser como tú”.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado por el Departamento de Periodismo de la Universidad de Málaga.

Referencias

Alandro Vico, E., Padilla Castillo, G., Requeijo Rey, P., Semova, D.J., García Agustín, J., García Nieto, M.T. & Viñarás Abad, M. (2014). La presencia y representación de la mujer científica en la prensa española. *Revista Latina de Comunicación Social*, 69, 176-194. DOI: 10.4185/RLCS20141007

Annetta, L. (2008). Video Games in Education: Why They Should Be Used and How They Are Being Used. *Theory Into Practice*, 47(3), 229-239.

Asociación Española de Videojuegos (AEVI). (2019). *La industria del videojuego en España*. Madrid: España, AEVI.

Barab, S., Scott, B., Siyahhan, S., Goldstone, R., Ingram-Goble, A., Zuiker, S. & Warren, S. (2009). Transformational play as a curricular scaffold: Using videogames to support science education. *Journal of Science Education and Technology*, 18, 305-320.

Bian, L., Leslie, S.J. & Cimpian, A. (2017). Gender stereotypes about intellectual ability emerge early and influence children's interests. *Science*, 355, 389-391. doi: 10.1126/science.aah6524

Cain Miller, C. (2017). Tech's Damaging Myth of the Loner Genius Nerd. The New York Time. Disponible en: https://nyti.ms/2XOSfS9

Carli, L.L. & Bukatko, D. (2000). "Gender, communication, and social influence: a developmental perspective" (295–331). En Eckes, T. y Trautner, H. M. *The Developmental Social Psychology of Gender*, NJ: Lawrence Erlbaum Associates Publishers.

Cheng, M.T. & Annetta, L. (2012). Students' learning outcomes and learning experiences through playing a Serious Educational Game, *Journal of Biological Education*, 46(4), 203-213, DOI: 10.1080/00219266.2012.688848

Contreras Espinosa, R.S. & Eguia Gómez, J.L. (2014). "Videojuegos y divulgación científica: un acercamiento a sus posibilidades en el aprendizaje y a sus limitaciones como medio" (179-196). En Gonzálvez Vallés, J. E. (Coord.). Nuevas tendencias en innovación educativa superior. España: Asociación Cultural y Científica Iberoamericana.

Dewey, J. (1938). *Experience and education*. New York: Simon and Schuster.

Dudo, A., Cicchirillo, V., Atkinson, L. y Marx, S. (2014). Portrayals of Technoscience in Video Games: A Potential Avenue for Informal Science Learning. *Science Communication*, 36(2), 219-247.

Feeney, M.K. (2018). Why more women don't win science Nobels. *The conversation*. https://bit.ly/2Xz9vuI

Gallur Santorum, S. y García Orosa, B. (2016). El estereotipo de género como nuevo valor noticia en los periódicos digitales en Europa. *Estudios Sobre El Mensaje Periodístico*, *22*(1), 287-298.

https://doi.org/10.5209/rev_ESMP.2016.v22.n1.52596

García Nieto, M.T. (2013). ¿Son invisibles las mujeres científicas? *Estudios Sobre El Mensaje Periodístico*, *19*, 783-792. https://doi.org/10.5209/rev_ESMP.2013.v19.42161

Gómez y Patiño, M. (2011). Análisis del tratamiento de la mujer en la prensa española. Día Internacional de las Mujeres. *Estudios sobre el Mensaje Periodístico*, 17(1), 119-140.

Guenaga Gómez, M., & Fernández Álvarez, L. (2020). Inspira STEAM: rompiendo la brecha de confianza con roles femeninos. *Investigaciones Feministas*, *11*(2), 273-286. https://doi.org/10.5209/infe.65836

Guiso, L., Monte, F., Sapienza, P. & Zingales, L. (2008). Culture, Gender, and Math. *Science*, 320, 1164-1165. doi: 10.1126/science.1154094

INE (2019). Graduados en Ciencias, Matemáticas y Tecnología. https://bit.ly/2BTQVWu

Kesar, Sh. (2019). *Closing the STEM Gap*. Microsoft, Southern Utah University. https://bit.ly/2XZmKF8

Kollmayer, M., Schober, B. & Spiel, C. (2018). Gender stereotypes in education: development, consequences, and interventions. *Eur. J. Dev. Psychol.* 15, 361–377. doi: 10.1080/17405629.2016.1193483

López-Navajas, A. (2014). Análisis de la ausencia de las mujeres en los manuales de la ESO: una genealogía de conocimiento ocultada. *Revista de Educación*, 363, 282-308. doi: 10.4438/1988-592X-RE-2012-363-188

Marino Carvalho, V. (2017). Videogames as Tools for Social Science History. *The Historian*, 79(4), 794-819. DOI: 10.1111/hisn.12674

Microsoft. (2018). El interés de las niñas por la ciencia y la tecnología se duplica cuando cuentan con referentes femeninos en este terreno. https://bit.ly/30XUIfn

Mustapha, A. S. y Mills, S. (2015). *Gender Representation in Learning Materials*. New York: EE.UU., Routledge.

OCDE (2015). *The ABC of Gender Equality in Education Aptitude, Behaviour, Confidence*. PISA, OECD Publishing.

Olsson, M. & Martiny, S.E. (2018). Does exposure to counter stereotypical role models influence girls' and women's gender stereotypes and career choices? A review of social psychological research. *Front. Psychol.* 9:2264. doi: 10.3389/fpsyg.2018.02264

Pérez Latorre, Ó., Oliva, M., Guerrero, F. & Ciaurriz, F. (2008). Jugar a científicos: videojuegos y divulgación científica. *Quaderns del CAC*, 30, 27-36.

Puy Rodríguez, A. (Coord.) (2018). *Científicas en cifras 2017. Estadísticas e indicadores de la (des)igualdad de género en la formación y profesión científica*. Madrid: España, Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades.

Rubio Méndez, M. & Cabañes Martínez, E. (2012). El sexo de los píxeles. Del yo-mujer al yo-tecnológico. *Revista de Estudios de Juventud*, 98, 150-166.

Ruble, D.N., Taylor, L.J., Cyphers, L., Greulich, F.K., Lurye, L.E. & Shrout, P.E. (2007). The role of gender constancy in early gender development. *Child Dev.* 78, 1121–1136. doi: 10.1111/j.1467-8624.2007.01056.x

Sánchez Martínez, S. (2019). Olvidadas antes de ser conocidas. La ausencia de mujeres escritoras en los libros de texto en la enseñanza obligatoria. *Revista Prisma Social*, (25), 203-224. https://revistaprismasocial.es/article/view/2676

Solbes-Canales, I., Valverde-Montesino, S. & Herranz-Hernández, P. (2020). Socialization of Gender Stereotypes Related to Attributes and Professions Among Young Spanish School-Aged Children. *Front. Psychol.* 11:609. doi: 10.3389/fpsyg.2020.00609

Vervecken, D. & Hannover, B. (2015). Yes I can! Effects of gender fair job descriptions on children's perceptions of job status, job difficulty, and vocational self-efficacy. *Soc. Psychol.* 46, 76–92. doi: 10.1027/1864-9335/a000229

Vygotsky, L.S. (1978). *Mind and society*. Cambridge, MA: Harvard University Press.

Wille, E., Gaspard, H., Trautwein, U., Oschatz, K., Scheiter, K. % Nagengast, B. (2018). Gender stereotypes in a children's television program: effects on girls' and boys' stereotype endorsement, math performance, motivational dispositions, and attitudes. *Front. Psychol.* 9:2435. doi: 10.3389/fpsyg.2018.02435

risti
Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação
Iberian Journal of Information Systems and Technologies

Recebido/Submission: 16/05/2021
Aceitação/Acceptance: 27/07/2021

5G y el Internet de las Cosas: Revisión Sistemática

Washington García-Quilachamin[1], Jorge Herrera-Tapia[1], Marco Wellington Ayoví-Ramírez[1], Karina Pilozo-Pin[1], Juan Carlos Sendón-Varela[1], Isaac Alcivar-Heredia[1]

profegarcia501@gmail.com; jorge.herrera.tapia@gmail.com; ayoviramirezmarco@gmail.com; maria.pilozo@uleam.edu.ec; juan.sendon@uleam.edu.ec; inah1801@hotmail.com

[1] Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Manta, 130802, Ecuador.

Pages: 238-253

Resumen: En el siglo XXI la estructura y lineamientos en diferentes países, en el uso de la inteligencia artificial, aplicaciones, parámetros y componentes relacionados con la tecnología 5G y el Internet de las Cosas, nos permite establecer como propuesta de estudio una revisión de la literatura de estas tecnologías. Para lo cual se desarrolló una metodología con base en la recopilación de datos obtenidos a través de las siguientes preguntas de investigación: P1: ¿Cuántos estudios se refieren a la tecnología 5G?, P2: ¿Cuántos estudios se refieren al Internet de las Cosas?, y P3: ¿Existe contribución de la tecnología 5G hacia el Internet de las cosas?. Se desarrollo una búsqueda exhaustiva acerca de la temática. Los resultados obtenidos del análisis realizado permiten determinar la eficiencia y fiabilidad del 5G con el IoT. Se concluye que el IoT sumado con el 5G, brinda mayor estabilidad, y confiabilidad para la transmisión de datos.

Palabras-clave: Tecnología 5G, inteligencia artificial, Internet de las Cosas, redes inalámbricas

5G and the Internet of Things: Systematic Review

Abstract: In the 21st century, the structure, and guidelines in different countries, such as the use of artificial intelligence, applications, parameters, and components related to 5G technology and the Internet of Things, allows us to establish as a study proposal a review of the literature on these technologies. For which a methodology was developed based on the collection of data obtained through the following research questions: Q1: ¿How many studies refer to 5G technology? Q2: How many studies refer to the Internet of Things?, and Q3: Is there a contribution of 5G technology towards the Internet of things? An exhaustive search was developed on the subject. The results obtained from the analysis carried out allow us to determine the efficiency and reliability of 5G with the IoT. It is concluded that the IoT added to the 5G, provides greater stability and reliability for data transmission.

Keywords: 5G technology; artificial intelligence; Internet of Things; wireless networks.

1. Introducción

En el siglo XXI, la tecnología 5G se introduce en el continente europeo, y en países como Japón y EE. UU, considerando América Latina para pruebas, por lo que se aprobó el despliegue del 5G en varios países para principios de la tercera década del siglo XXI, como lo manifiestan los autores (Korzeniewska & Krawczyk, 2019). También, la implementación del 5G, ha trazado objetivos inteligentes, flexibles y ecológicos. Según los autores (Uddin, Gibson, Safdar, Ur-rehman, & Imran, 2019), sostienen que ayuda al aumento de la eficiencia espectral y costos de instalación, mediante la nueva tecnología y su ancho de banda de 30 y 300 GHz, hacen que se la considere como la mejor opción para trabajar con sistemas domóticos.

Por lo que este estudio basado en la revisión sistemática de la literatura se lo desarrolla con la finalidad de conocer las características y factores de relación entre las tecnologías del 5G y el IoT para el emprendimiento de proyectos. Según lo manifiestan los autores (Bertsch, 1990), (Oh, Bahn, & Chae, 2005) y (Song, Ding, Zhang, & Song, 2008), en las viviendas del siglo XXI, las redes domóticas y electrónicas de consumo se fusionarán a través de muchos sensores distribuidos, así, también la construcción de estas viviendas serán edificadas a través de redes automatizadas que permitirán un monitoreo inalámbrico de las aplicaciones conectadas, y los datos obtenidos en su funcionamiento físico como temperatura, humedad, movimiento y luz para proporcionar información a la HVAC (Calefacción, Ventilación, y aire acondicionado) sean almacenados como parte de un sistema de control.

Las tecnologías habilitadoras de 5G, según los autores (Wang et al., 2017) cuentan con una eficiencia espectral, con un acceso múltiple de código disperso (SCMA), códigos polares y OFDM filtrado (f-OFDM). También se la considera novedosa en base a la tecnología de acceso múltiple, esquema de codificación de canales y forma de onda, de acuerdo con los autores (Zhou & Li, 2020), esta tecnología mejora la percepción inteligente y la capacidad que ofrece en tiempo real, es decir que la ejecución de ordenes por parte de los usuarios se realizan en cuestión de milisegundos. El uso inteligente de aplicaciones lo manifiestan los autores (Efendi, Siswanto, & Sudarman, 2018), (Chowdhury, Sarkar, Syamal, Sengupta, & Nag, 2019), quienes sostienen que mediante un teléfono inteligente conectado a la red de internet controla y monitorea el uso de iluminación eléctrica del hogar, esta aplicación utiliza la ayuda de un microcontrolador como una herramienta que controla al interruptor eléctricgo que está conectado a un mini servidor a la red.

El Internet de las Cosas (IoT) se relaciona con la recopilación de información sensorial, reconocimiento y administración inteligente para la línea blanca y marrón, mediante la conexión de múltiples dispositivos como computadores, tablets, y celulares con base a lo manifestado por los autores (Zhilibayev et al., 2020), considerando que los autores (Kim, Kim, Rodrigues, & Yang, 2018), mencionan que un hogar inteligente comprende desde la línea de electrodomésticos como (lavadoras, secadoras, refrigeradores, etc.), línea marrón (altavoces, televisores, consolas de juegos, etc.), y sistemas de seguridad y protección (Sensores, monitores, cámaras y alarmas conectados a Internet). El IoT permitirá que dentro de las casas inteligentes se incluya el uso de baterías como fuentes de almacenamiento (energías renovables), las cuales ayudarán a conservar el medio ambiente, puesto que la energía que se utiliza a base de combustible fósil es escasa según los autores (Hirasawa et al., 2018).

Los autores de (Lytvyn et al., 2019) y (Sapunkov & Afanasieva, 2019), mencionan que el servicio de monitoreo continuo, como la gestión deben tener un mantenimiento adecuado que permitan priorizar la reducción en los costos de mano de obra, considerando que en la actualidad la mayor parte de los servicios, tales como ventilación, iluminación, alarma contra incendios, seguridad, monitoreo de video, etc. se puede administrar de forma remota, para lo cual se necesita de personal capacitado que puedan cumplir eficazmente sus funciones. Se afirma que las expectativas de las personas siguen cambiando al momento de implicarse dentro de un hogar inteligente, en vista esto ha generado el desarrollo a las Ciudades, pasando a ser ciudades inteligentes y sostenibles (CSS) la cual requiere de una extenuante labor por las competencias que a lo largo del tiempo han venido evolucionando tecnológicamente según lo manifiestan los autores (Jensen, Strengers, Kjeldskov, Nicholls, & Skov, 2018) y (Pereira, Estevez, Krimmer, Janssen, & Janowski, 2019).

Este documento está organizado de la siguiente manera, en la Sección 1 se presenta la Introducción acerca de este estudio. La sección 2 se enfoca en la Metodología, la Sección 3 da a conocer los resultados y análisis obtenidos a partir de las preguntas. Finalmente están las conclusiones y referencias de esta investigación.

2. Metodología

Se desarrolló una revisión de la literatura sobre la tecnología 5G, y su aporte a el Internet de las Cosas (IoT), para lo cual se consideró tres fases: a) planificación de la investigación, b) desarrollo de la búsqueda de información, y c) presentación de los resultados.

Esta investigación se basó en los criterios de Kitchengam y Charters, revisado en el artículo de los autores (Babar & Zhang, 2009), en los que, mediante un estudio relevante, proponen las directrices para realizar revisiones sistemáticas de literatura en la ingeniería de software, a manera de orientar a los investigadores para que evalúen e interpreten todas las publicaciones de investigación disponibles a través de una pregunta de investigación en particular. Se considera en este estudio los lineamientos para una estructura definida en el desarrollo de una RSL y subetapas en las que contemplan metodología de búsqueda, resultados y por último la agregación de evidencia.

2.1. Planificación

Para realizar esta investigación se formularon las siguientes preguntas: P1: ¿Cuántos estudios se refieren a la tecnología 5G?, P2: ¿Cuántos estudios se refieren al modelo de comunicación del Internet de las Cosas?, y P3: ¿Existe contribución de la tecnología 5G hacia el Internet de las cosas?.

Para este esudio se consideraron criterios de inclusión y exclusión sobre los artículos que estén disponibles en texto completo en revistas, los artículos pueden ser de una revisión de la literatura y/o revisión sistemática, artículos relacionados con las preguntas de investigación; y el rango comprendido de búsqueda de los artículos fue partir del año 2018 hasta el año 2021.

2.2. Procedimiento de búsqueda de información

Este proceso investigativo se realiza aplicando la cadena de búsqueda a cada una de las fuentes de datos relacionados a la literatura sobre el 5G y su relación con el Internet de las Cosas y, como resultado, se obtuvieron un total de 121 artículos, como lo muestra la Tabla 1.

Fuente	Estudios potencialmente elegibles	Estudios Relevantes	Estudios principales	Porcentaje (%)
IEEE Xplore	2005	240	62	51,24%
Springer	3579	29	20	16,53%
Science Direct	2623	40	18	14,88%
ACM Digital Library	30619	314	21	17,36%
TOTAL	38826	623	121	100,00%

Tabla 1 – Resultados de cadenas de búsqueda

Se realizó una revisión y depuración de artículos que no cumplieron con los criterios establecidos, o que fueron duplicados en diferentes fuentes de información. Posteriormente se revisó el resumen de los artículos encontrados y se eliminó un total de 38203 trabajos de investigación, obteniendo 623 estudios relevantes de este proceso, del cual se revisó el contenido completo de cada uno de estos artículos, obteniendo 121 estudios principales y del análisis de estos, se obtuvieron artículos relacionados a la literatura sobre el 5G y su relación con el IoT.

2.3. Resultados encontrados

Como resultado de la cadena de búsqueda en IEEE Xplore, Xplore, Science Direct, Springer y ACM Digital Library, se obtuvo 38826 estudios, de los cuales 121 se consideró con base a los criterios y preguntas establecidas en esta investigación

El IoT es una tecnología muy prometedora que tiene el objetivo de ir revolucionando y conectando al mundo a través de aparatos inteligentes con características diferentes a través de un modelo de conectividad aceptable. La demanda de comunicaciones que existe, esto ha provocado un explosión y variedad de tecnologías de comunicación con varios requisitos que logran una visión moderna y aplicabilidad del IoT.

Según los autores (Akpakwu, Silva, Hancke, & Abu-Mahfouz, 2017), se han introducido estándares celulares más recientes como *Long-Term Evolution* (LTE) para los distintos dispositivos móviles, pero no son adecuados para dispositivos de baja potencia y bajas tasas de transferencia de datos, como los dispositivos IoT. Por lo que para abordar esto, hay una serie de estándares emergentes de IoT, relacionado con la red móvil de quinta generación (5G), la cual, tiene como objetivo abordar las limitaciones de los estándares celulares anteriores y ser un habilitador clave potencial para el futuro IoT

3. Resultados

3.1. Resultados encontrados referentes a la pregunta 1: ¿Cuántos estudios se refieren a la tecnología 5G?

El proceso de investigación se realiza aplicando la cadena de búsqueda a cada fuente de datos relacionada con la tecnología 5G. Como resultado, se obtuvo un total de 43082 artículos relevantes de los que se clasificaron según la fuente de datos, se realizó una revisión y depuración de los artículos que no cumplieron con los criterios establecidos y que fueron duplicados en diferentes fuentes de información. Posteriormente se revisó el resumen de los artículos encontrados y se eliminó un total de 42390 trabajos de investigación, obteniendo 692 estudios relevantes de este proceso, del cual se revisó el contenido completo de cada uno de estos artículos, obteniendo 50 estudios principales y del análisis de estos, se obtuvieron artículos relacionados a la revisión de la tecnología 5G.

Con referencia a los 50 artículos se encontró una estructura de la red 5G que podrían ser integrada a las redes PAN (Personal Area Network), MAN (Metropolitan Area Network), y WAN (Wide Area Network), habilitados por direcciones IPv6. En la Tabla 2 se describe a la tecnología 5G con bases a las características, ventajas y desventajas encontradas en este estudio.

Características	Ventajas	Desventajas	Ref.
Tecnología inalámbrica sofisticadas con nuevas bandas de frecuencia **Ancho de banda espectral amplio por canal de radio a cada generación de redes de comunicaciones móviles.**	Velocidad de descarga máxima de 20 Gbps. Frecuencia extremadamente alta, que oscilan entre 30 GHz y 300 GHz Aumento en la demanda de ancho de banda. Utiliza longitudes de onda más cortas. Datos a una mayor velocidad, a un mayor número de usuarios	Ataques cibernéticos Alto costo de infraestructura 5G No existe estudio de una seguridad en el campo electromagnético (EMF) y radiofrecuencia (RF), y sus efectos en la salud humana.	(Shukurillaevich, 2020), (Korzeniewska & Krawczyk, 2019), (Zhang, Jiang, Feng, Zhang, & Leung, 2018), (Cheng, 2020), (Kachhavay, 2017), (Liu, Liu, Yang, Yue, & Guo, 2020), (Gohil, Modi, & Patel, 2018), (Salem, El-Kader, Youssef, & Tarrad, 2019), (Vook, Ghosh, & Thomas, 2019), (Ziegler et al., 2019)

Tabla 2 – Tecnología 5G

En la Tabla 3 se describen las diferencias de una red 5G y una red 4G considerando a los autores (Barnett, Sumits, Jain, & Andra, 2015), los cuales manifiestan que la tecnología 5G es la red móvil de próxima generación que va a permitir crear innovación y generar un cambio significativo en todos los sectores económicos. Así también en la Tabla 4 se muestra la relación de la tecnología 5G con las diferentes áreas de las ciencias, como por ejemplo del sector industrial, y en la Tabla 5 se describe características y parámetros encontrados en la evolución de las redes inalámbricas, las cuales hacen la diferencia en su evolución

Red	Velo-cidad	Latencia	Tiempo de respuesta	Ancho de Banda	Uso de Batería	Cobertura	Frecuencia
Red 5G	1 a 10 Gbps	1 a 2 ms	5 veces mayor que 4G	300 MHz A 1 GHz	Menor consumo	Ilimitada, llegando a cada sector.	3-300 GHz
Red 4G	100 Mbps	40 ms a 100 ms	Rápida	5 hasta 40 MHz	Alto consumo	Limitada	1.7 GHz - 2.7 Ghz

Tabla 3 – Diferencia de la red 5G y la red 4G

Áreas	Casos de Uso	Descripción	Ref.
Salud	Atención Medica con aplicaciones móviles.	Áreas para que los operadores ingresen a la cadena de valor de la atención médica e impulsen su transformación, incluidas las aplicaciones hospitalarias.	(Li, 2019), (Zakrzewska, Ruepp, & Berger, 2014)
Agricultura	Dron que capte imágenes y sean enviadas a la maquina agrícola	Captar imágenes muy precisas de un campo de cultivo, las imágenes eran procesadas.	(Ma, Teo, Shinjo, Yamanaka, & Asbeck, 2017), (González, 2020)
Ingeniería	Telecomunicaciones	En la industria audiovisual pasa por ofrecer experiencias de carácter inmersivo e interactivo desde cualquier dispositivo en cualquier momento y lugar	(Rincon, Viviescas, Chio, Osorio, & Riveros, 2019), (Gao, 2021)
Transporte	Semáforos y Carreteras	Conectados mediante inteligencia artificial con los coches y otras infraestructuras, para que el transporte sea lo más eficiente posible	(Eduardo & Rueda, 2020)
Industria	Cadenas de Producción	Garantiza la seguridad de los procesos automatizados como los que están relacionados.	(Crusafon, 2018)

Tabla 4 – Relación de la tecnología 5G

3.2. Resultados encontrados referentes a la pregunta 2: ¿Cuántos estudios se refieren al modelo de comunicación del Internet de las Cosas?

Los resultados con relación a la Pregunta 2, se los determino en base a la revisión y depuración de artículos que no cumplieron con los criterios establecidos o que fueron duplicados en diferentes fuentes de información. Posteriormente se revisó el resumen de los artículos encontrados y se eliminó un total de 10818 trabajos de investigación, obteniendo 710 estudios relevantes de este proceso, del cual se revisó el contenido completo de cada uno de estos artículos, obteniendo 71 estudios principales y del análisis de estos, se obtuvieron artículos relacionados a la revisión del Internet de las Cosas.

En la Tabla 6 se describen las características de las redes de telefonía que soportaría al IoT como función principal, entre las que se menciona Long Term Evolution-Machine Type Communication (LTE-M), Narrow Band Internet of Things (NB-IoT) y Extended coverage- Global System for Mobile (EC-GSM) como tecnologías y así también se

Red	Año inicio	País	Velocidad	Tecnología	Servicio	Ancho de banda	Frecuencia
5G	2020	China	Entre 1 a 10 Gbps	Multiplexación /acceso	Variedad de servicios con mucha mayor velocidad.	300 MHz A 1 GHz	3-300 GHz
4G	2010	Japón	Entre 100 Mbps a 1 Gbps	Multiplexación /acceso	Acceso móvil web, telefonía, telefonía Ip, nube.	20 hasta 100 MHz	En Europa 700,800, 900,1800, 2600MHz
LTE	2010	Polonia	50 Mbps	Multiplexación Espacial	Acceso móvil, Telefonía.	20 Mhz	1900 MHz
3G	2000	Japón	Entre 384 kbps a 2 Mbps	Multiplexación y acceso	Internet	2 hasta 5 MHz	8 a 2.5 GHz
2G	1990s	Europa/ Asia	Entre 14 a 64 kbps	Digital	Voz Digital	200 kHz hasta 1,23 MHz	850-1900 MHz
GSM	1991	Finlandia	9.6 kbps	Digital	Voz	200 kHz	850 hasta 1900 MHz

Tabla 5 – Evolución de las redes inalámbricas

observa la velocidad de datos (Kbps), ancho de banda(kHz), rango (km), latencia (seg) y cobertura (dB MCL).

Tecnología	Ancho de Banda	Velocidad de datos	Rango línea de Vista	Latencia	Cobertura
LTE-M	1400 khz	Menor a 1024 kbps	Menor a 11 km	50 hasta 100 ms	156 dB MCL (Mejora de +15 dB GPRS)
NB-IoT	180 kHz	Menor a 200 kbps	Menor a 15 km	1.5 A 10 seg	164 dB MCL (Mejora de +20 dB GPRS)
EC-GSM	200 kHz	Menor a 70 kbps	Menor a 15 km	Menor a 10 seg.	164 dB MCL (Mejora de +20 dB GPRS)
LoRa	250 kHz	Menor a 10 kbps	Menor a 50 km	1 a 10 seg	157 dB MCL
SigFox	100 Hz	Menor a 100 bps	Menor a 13 Km	Menor a 12 ms	-142 dB MCL
Zigbee	5MHz	Menor a 250 kbps	Menor a 12 km	Menor a 15 ms	De 10 a 75 metros
WiFi	20 a 40 MHz	Menor a 50 Mbps	Hasta 200 metros	De 30 a 80 ms	-89 a -77 dB MCL
BT-LE	1MHz	Hasta 2Mbps	10 metros	baja	4 A -40 dB MCL

Tabla 6 – Tecnologías de comunicación celular para IoT

En la Tabla 7 se describe diferentes áreas de las ciencias como del sector industrial relacionados con el despliegue del IoT.

Áreas	Descripción	Casos de Uso	Ref.
Salud	Monitorizar a los pacientes y tener un control de ellos en tiempo real.	Brazalete y pastillas con seguimiento	(Bravo, 2018), (Ramos-Deonati, Alor-Hernández, Machorro-Cano, Sánchez-Cervantes, & Rodríguez-Mazahua, 2018)
Agricultura	Dispositivos inteligentes para evaluar los parámetros del crecimiento de las plantas, celular para acceder a información agrícola	Agricultura de Precisión	(Zhao, Zhang, Feng, & Guo, 2010), (Khanna & Kaur, 2019)
Ingeniería	Necesidad de producir dispositivos que tengan la capacidad de conectarse y ser parte de una red.	Electrónica	(López, 2017), (Data, Ingenier, & Data, 2021)
Transporte	Conexión de diferentes elementos en una ciudad, tráfico más eficaz, detectar nodos de transporte sobrecargados, calcular rutas óptimas en tiempo real y enviar información a smartphone	Manejo de tráfico vehicular por medio de smartphone	(Muñoz, 2018), (Torres Rodríguez & Patiño López, 2019)
Industria	Pueden supervisar activamente estas máquinas y enviar una alerta cuando el equipo se desvía de los parámetros prescritos	Transmisor Operacional (IoT)	(Cabuya Padilla, 2018), (Cruz, M.; Oliete, P.; Morales, C.; González, C.; Cendón, B. y Hernández, 2015)

Tabla 7 – El IoT con las diferentes Áreas

3.3. Pregunta 3: ¿Existe contribución de la tecnología 5G hacia el Internet de las cosas?

En este estudio se describe la contribución y relación de la tecnología 5G hacia el Internet de las cosas con base a la información obtenida en P1 y P2. Así, en la Tabla 8 se describe los principales parámetros como requerimientos de conectividad de IoT frente al 5G y en la Tabla 9 se muestra las diferentes áreas de las ciencias como del sector industrial relacionados a casos de uso de 5G y al IoT.

Parámetros	Tecnología 5G	Mínimo requerido para IoT
Velocidad de Tx	Entre 1 a 10 Gbps	Menor a 1024 kbps
Ancho de Banda	300 MHz a 1 GHz	1.4 MHz
Latencia	1 a 2 ms	Menor a 10 seg.

Tabla 8 – Parámetros de relación entre la tecnología 5G y el IoT

AREAS	Casos de Uso del 5G	Casos de uso del IoT
Salud	Atención Medica con aplicaciones móviles.	Brazalete y pastillas con seguimiento
Agricultura	Dron que capte imágenes y sean enviadas a la maquina agrícola	Agricultura de Precisión
Ingeniería	Telecomunicaciones	Electrónica
Transporte	Semáforos y Carreteras	Manejo de tráfico vehicular por medio de smartphone
Industria	Cadenas de Producción	Transmisor Operacional (IoT)

Tabla 9 – Factores de relación entre la red 5G y el IoT

Aplicaciones	Descripción	Transmisión		Ref.
		IoT	5G	
Multimedia	Televisores, Proyectores, equipos de sonido, con acceso a voz e internet, manejado desde el móvil.	SI	SI	(Curado, Tanganelli, Loureiro, & Tsiropoulou, 2020), (Fenton, 2018)
Electrodomésticos	Equipos de línea blanca, dando mayor eficiencia, y con conexión a internet	SI	SI	(Zhan, 2020), (Di, 2020)
Acceso y Bloqueo	Control de puertas, que permitan el paso, con cerrojos inteligentes	SI	SI	(Yao et al., 2021), (Behrad, Bertin, Tuffin, & Crespi, 2020)
Seguridad y Vigilancia	Alarmas, Cámara de vigilancia, Sensores, manejas desde dispositivos móviles.	SI	SI	(El-Latif et al., 2020), (Torroglosa-Garcia et al., 2020), (Tsai et al., 2018)
Medidor de temperatura	Consumo de energía del cuerpo, energía, temperatura, monitoreado en diferentes intervalos de tiempo.	SI	SI	(GSMA, 2017)
Con Voz	Se operan con totalidad por medio de la voz, aunque puede ser controlado manualmente	SI	SI	(Frøytlog et al., 2019), (Suryanegara, Arifin, & Asvial, 2017)

Tabla 10 – Aplicaciones que se relacionan con el IoT y el 5G

Según el autor (Hui et al., 2020) establece que las redes IoT, no podían soportar una conectividad tan larga y la capacidad de soportar más conexiones a una velocidad mayor que es lo que brinda la tecnología 5G, por lo que considerando P3, en la Tabla 10 se describe la relación de aplicaciones que permiten transmitir datos al mismo tiempo.

4. Análisis

En esta sección se describen los resultados de cada una de las preguntas planteadas en la sección 2.1, y el análisis del número de estudios obtenidos a través de las fuentes de datos. En la biblioteca IEEE Xplore, fue donde se encontró el mayor número de estudios principales dando 62 en total, por lo que son estudios que representan el 51,24% seguido por ACM Direct con 21 estudios que representan el 17,36%, en Springer se encontró 20 estudios que representaron 16,53%, por último, se obtiene Science Direct 18 con un porcentaje de 14,88%

Con relación a los 121 artículos encontrados se demostró la relación entre las diferentes áreas de las ciencias como del sector industrial, tanto en el 5G y el IoT, lo que lo relacionaba con cada uno de ellos y la tecnología 5G nos da mejor versatilidad a la hora de ser utilizada en diferentes áreas ya que nos brinda mejor servicio en todos los parámetros, ya sea la velocidad, latencia, frecuencia, ancho de banda, Rango entre otros, por lo que no se generan conflictos al ser utilizados por varios punto que son eficientes para cualquier sector (Modarresi & Sterbenz, 2019).

4.1. Análisis sobre los estudios relacionados a la tecnología 5G

Con relación a la búsqueda de los estudios que hacen referencia al 5G basada en P1, ¿Cuántos estudios se refieren a la tecnología 5G? el proceso de esta indagación se realizó aplicando la cadena de búsqueda que permitió encontrar información exclusiva del 5G y mostrar características importantes que inciden en la velocidad, frecuencia, ancho de banda, entre otras encontrar cual serían las ventajas y desventajas.

Al obtener datos muestrales sobre la red 5G era de total importancia inmiscuirla en la red 4G, se ve reflejada una diferencia abismal, entre estos parámetros, considerando que de cierta cantidad de artículos encontrados, la relación de la tecnología 5G y su influencia en las distintas áreas de las ciencias y del sector industrial; algo importante, lo que llamó la atención con base a las distintas aplicaciones que existen, y que mejoran el estilo de vida de todos, haciendo que los procesos sean más eficientes. También se describió la evolución de las distintas redes inalámbricas, además de varios parámetros y características, que al ser comparadas con la Red 5G, se ve la eficiencia, y la rapidez que tiene está a comparación entre una y otra.

4.2. Análisis sobre los estudios relacionados a el Internet de las cosas

Con relación a P2 que se propuso: ¿Cuántos estudios se refieren al Internet de las Cosas?, se realizó una cadena de búsqueda que nos permitió llegar a un resultado total de 71 artículos, los cuales fueron de gran ayuda para la recolección de información importante, de factores imprescindibles con respecto a el IoT.

Al realizar una RSL, se pudo señalar las tecnologías de comunicación inalámbrica, enfrascadas en el Internet de las Cosas, dando como resultado parámetros de relación, el Ancho de Banda, la velocidad en que viajan los datos, el rango que se enmarca en la línea de vista, es decir, (que no hay ningún obstáculo que impida que viaje la señal), también la latencia y la cobertura. También se enmarca el IoT y la relación que esta tiene

con las distintas áreas de las ciencias como del sector industrial, se destacaron el área de la industria y la salud, siendo más eficientes y llegando poco a poco en cada sector, ya que se quiere agilitar los procesos, para tener un buen rendimiento.

4.3. Análisis sobre la contribución de la tecnología 5G hacia el Internet de las cosas

De acuerdo con la pregunta 3, se recopiló datos y parámetros que tienen relación entre la tecnología 5G y el IoT, dando como resultado valores distintos, ya que el IoT depende de otros factores, para encontrar estas relaciones. También se denotó las áreas con las que se tenía los distintos casos de uso, tanto en el IoT, como en el 5G, por lo que, al identificar estos elementos, se dio a encontrar una tecnología avanzada con recursos innovadores.

La tecnología 5G y el IoT está íntimamente ligados, debido a que, si se fusionan sus características y factores, se obtuviera una mayor eficiencia y versatilidad a sus datos. Con los resultados de las tablas obtenidas se pudo verificar que existe varios equipos que ya están usando estas tecnologías y que mejoran su rendimiento, por lo que, al ver el funcionamiento de cada uno de ellos, se identificó una eficiencia en los sectores que se aplicaban, como es el caso de las residencias, que era aplicado en los electrodomésticos y en los sistemas de protección como las cámaras.

Debido a toda esta información recopilada se puede ver que existe una gran relación en la tecnología 5G y el IoT, ya que el modelo de comunicación de IoT mejoraría al usar la tecnología 5G, especialmente para el almacenamiento de grandes volúmenes de datos para ser tratados con técnicas de BigData y máquinas de aprendizaje.

5. Conclusiones

Este estudio aparte de ser una revisión técnica de las principales características de 5G y de IoT, y de los factores de relación que existen entre las dos tecnologías, permitió conocer las prioridades de aplicación que los países desarrollados hacen al combinar estos modelos de comunicación, así como de los casos de éxito, lo que nos sirve como referencia para el emprendimiento de proyectos locales.

Indudablemente, el funcionamiento de IoT sobre 5G, no solo mejorará el monitoreo y control de los procesos tecnológicos, sino que mejorará la calidad de vida de las personas con la utilización de dispositivos que ofrezcan eficiencia, seguridad, ahorro de energía, y además de una comunicación estable convirtiéndose 5G en una tecnología habilitadora para el IoT.

Tomando en cuenta que los problemas que se tenía con cualquier red celular diferente a 5G, como el ancho de banda limitado, colapso de red por exceso de dispositivos conectados, tiempos de respuesta lenta al ejecutar una orden, serían mejorados de manera significativa, haciendo posible que en una instalación se pueda integrar muchos dispositivos inteligentes con la posibilidad de interactuar en tiempo real desde cualquier parte del mundo y con la garantía de que estos sistemas cuenten con normas de seguridad muy robusto.

Referencias

Akpakwu, G. A., Silva, B. J., Hancke, G. P., & Abu-Mahfouz, A. M. (2017). A Survey on 5G Networks for the Internet of Things: Communication Technologies and Challenges. *IEEE Access*, *6*(c), 3619–3647. https://doi.org/10.1109/ACCESS.2017.2779844

Babar, M. A., & Zhang, H. (2009). Systematic literature reviews in software engineering: Preliminary results from interviews with researchers. *2009 3rd International Symposium on Empirical Software Engineering and Measurement, ESEM 2009*, 346–355. https://doi.org/10.1109/ESEM.2009.5314235

Barnett, T. J., Sumits, A., Jain, S., & Andra, U. (2015). Cisco Visual Networking Index (VNI) Update Global Mobile Data Traffic Forecast. *Vni*, 2015–2020.

Behrad, S., Bertin, E., Tuffin, S., & Crespi, N. (2020). A new scalable authentication and access control mechanism for 5G-based IoT. *Future Generation Computer Systems*, *108*, 46–61. https://doi.org/10.1016/j.future.2020.02.014

Bertsch, L. A. (1990). Development tools for home automation. *IEEE Transactions on Consumer Electronics*, *36*(4), 854–858. https://doi.org/10.1109/30.61565

Bravo, J. (2018). Plan De Integración Basado En Un Modelo De Gestión Inteligente Para Mejorar La Calidad De Servicio De La Red En Un Entorno Iot En El Sector Salud. *Universidada Señor de Sipan*, 211.

Cabuya Padilla, D. E. (2018). Relación de la Industria 4.0 con la competitividad industrial. *Escuela Naval de Cadetes Almirante Padilla*, *12*(143), 143–174.

Cheng, K. (2020). Smart rural financial innovation based on 5G network and internet of things. *Microprocessors and Microsystems*, (November), 103500. https://doi.org/10.1016/j.micpro.2020.103500

Chowdhury, S. S., Sarkar, S., Syamal, S., Sengupta, S., & Nag, P. (2019). IoT Based Smart Security and Home Automation System. *2019 IEEE 10th Annual Ubiquitous Computing, Electronics and Mobile Communication Conference, UEMCON 2019*, 1158–1161. https://doi.org/10.1109/UEMCON47517.2019.8992994

Crusafon, C. (2018). The Audiovisual Industry Facing 5G Deployment: The Case of the European Union. *Fonseca-Journal of Communication*, (17), 11–22.

Cruz, M.; Oliete, P.; Morales, C.; González, C.; Cendón, B. y Hernández, A. (2015). las tecnologías industria IoT, 190.

Curado, M., Tanganelli, G., Loureiro, A. A. F., & Tsiropoulou, E. E. (2020). Editorial: 5G-Enabled Internet of Things, applications and services. *Computer Networks*, *174*. https://doi.org/10.1016/j.comnet.2020.107229

Data, B., Ingenier, J., & Data, B. (2021). Risks and security solutions existing in the Internet of things (IoT) in relation to Big Data Riesgos y soluciones de seguridad existentes en el Internet de las cosas (IoT) en relación con Big Data, *23*. https://doi.org/10.25100/iyc.23i1.9484

Di, H. (2020). Logistics management inventory model based on 5G Network and Internet of Things system. *Microprocessors and Microsystems*, 103429. https://doi.org/10.1016/j.micpro.2020.103429

Eduardo, L., & Rueda, L. (2020). MAESTRÍA EN TELECOMUNICACIONES Tema : Diseño de una red de transporte DWDM con longitudes de onda de 400Gbps para la ciudad de Guayaquil Autor : Trabajo de titulación previo a la obtención del grado de Magister en Telecomunicaciones Tutor : MSC . Manuel R.

Efendi, A., Siswanto, A., & Sudarman, A. (2018). Application control and monitoring of light usage in smart home environment. *Proceedings of the 3rd International Conference on Informatics and Computing, ICIC 2018*, 1–5. https://doi.org/10.1109/IAC.2018.8780546

El-Latif, A. A. A., Abd-El-Atty, B., Mazurczyk, W., Fung, C., & Venegas-Andraca, S. E. (2020). Secure Data Encryption Based on Quantum Walks for 5G Internet of Things Scenario. *IEEE Transactions on Network and Service Management*, *17*(1), 118–131. https://doi.org/10.1109/TNSM.2020.2969863

Fenton, D. (2018). Plan 5: *To Cage the Red Dragon*, 153–178. https://doi.org/10.2307/j.ctv1qv2pf.12

Frøytlog, A., Foss, T., Bakker, O., Jevne, G., Haglund, M. A., Li, F. Y., ... Li, G. Y. (2019). Ultra-Low Power Wake-up Radio for 5G IoT. *IEEE Communications Magazine*, *57*(3), 111–117. https://doi.org/10.1109/MCOM.2019.1701288

Gao, H. (2021). Big Data Development of Tourism Resources Based on 5G Network and Internet of Things System. *Microprocessors and Microsystems*, *80*(November 2020), 103569. https://doi.org/10.1016/j.micpro.2020.103567

Gohil, A., Modi, H., & Patel, S. K. (2018). 5G technology of mobile communication: A survey. *2013 International Conference on Intelligent Systems and Signal Processing, ISSP 2013*, 288–292. https://doi.org/10.1109/ISSP.2013.6526920

González, C. (2020). Desafíos de Seguridad en Redes 5G, 34–39.

GSMA. (2017). ¿Cómo afectan los nuevos usos de las tecnologías inalámbricas a las emisiones electromagnéticas? *Gsma*, 32.

Hirasawa, T., Obara, S., Nagano, K., Murakami, T., Kawae, O., & Togashi, A. (2018). Development of an optimum operation algorithm for smart house with storage battery control based on demonstration tests. *2018 IEEE Electrical Power and Energy Conference, EPEC 2018*. https://doi.org/10.1109/EPEC.2018.8598351

Hui, H., Ding, Y., Shi, Q., Li, F., Song, Y., & Yan, J. (2020). 5G network-based Internet of Things for demand response in smart grid : A survey on application potential. *Applied Energy*, *257*(August 2019), 113972. https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2019.113972

Jensen, R. H., Strengers, Y., Kjeldskov, J., Nicholls, L., & Skov, M. B. (2018). Designing the Desirable Smart Home, 1–14. https://doi.org/10.1145/3173574.3173578

Kachhavay, M. G. (2017). 5G Technology-Evolution and Revolution, *3*(3), 1080–1087.

Khanna, A., & Kaur, S. (2019). Evolution of Internet of Things (IoT) and its significant impact in the field of Precision Agriculture. *Computers and Electronics in Agriculture*, *157*(December 2018), 218–231. https://doi.org/10.1016/j.compag.2018.12.039

Kim, C., Kim, B. (B G.)., Rodrigues, J. J. P. C., & Yang, J. C. N. (2018). Special issue: Advanced technology for smart home automation and entertainment. *Personal and Ubiquitous Computing*, *22*(1). https://doi.org/10.1007/s00779-017-1102-5

Korzeniewska, E., & Krawczyk, A. (2019). 5G Technology as the Succesive Stage in the History of Wireless Telecommunication. *Proceedings of the International Conference on Modern Electrical and Energy Systems, MEES 2019*, 470–473. https://doi.org/10.1109/MEES.2019.8896516

Li, D. (2019). 5G and intelligence medicine—how the next generation of wireless technology will reconstruct healthcare? *Precision Clinical Medicine*, *2*(4), 205–208. https://doi.org/10.1093/pcmedi/pbz020

Liu, S., Liu, L., Yang, H., Yue, K., & Guo, T. (2020). Research on 5G technology based on Internet of things. *Proceedings of 2020 IEEE 5th Information Technology and Mechatronics Engineering Conference, ITOEC 2020*, (Itoec), 1821–1823. https://doi.org/10.1109/ITOEC49072.2020.9141671

López, J. G. M. (2017). La aplicación de Blockchain en el dominio de Internet de las Cosas: Una revisión sistemática de la literatura. *Universidad Politécnica De Madrid Escuela Técnica Superior De Edificación*, 206.

Lytvyn, V., Vysotska, V., Mykhailyshyn, V., Peleshchak, I., Peleshchak, R., & Kohut, I. (2019). Intelligent system of a smart house. *2019 3rd International Conference on Advanced Information and Communications Technologies, AICT 2019 - Proceedings*, 282–287. https://doi.org/10.1109/AIACT.2019.8847748

Ma, R., Teo, K. H., Shinjo, S., Yamanaka, K., & Asbeck, P. M. (2017). A GaN PA for 4G LTE-Advanced and 5G: Meeting the Telecommunication Needs of Various Vertical Sectors Including Automobiles, Robotics, Health Care, Factory Automation, Agriculture, Education, and More. *IEEE Microwave Magazine*, *18*(7), 77–85. https://doi.org/10.1109/MMM.2017.2738498

Modarresi, A., & Sterbenz, J. P. G. (2019). Towards a Model and Graph Representation for Smart Homes in the IoT. *2018 IEEE International Smart Cities Conference, ISC2 2018*, 1–5. https://doi.org/10.1109/ISC2.2018.8656928

Muñoz, E. (2018). MODELADO Y EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA DEL ESTÁNDAR SCHC PARA EL TRANSPORTE DE PAQUETES IP SOBRE LORAWAN. *E-Conversion - Proposal for a Cluster of Excellence*.

Oh, H., Bahn, H., & Chae, K. J. (2005). An energy-efficient sensor routing scheme for home automation networks. *IEEE Transactions on Consumer Electronics*, *51*(3), 836–839. https://doi.org/10.1109/TCE.2005.1510492

Pereira, G. V., Estevez, E., Krimmer, R., Janssen, M., & Janowski, T. (2019). Towards a smart sustainable city roadmap. *ACM International Conference Proceeding Series*, 527–528. https://doi.org/10.1145/3325112.3325274

Ramos-Deonati, U., Alor-Hernández, G., Machorro-Cano, I., Sánchez-Cervantes, J. L., & Rodríguez-Mazahua, L. (2018). Diseño de una aplicación Web para el seguimiento y control del sobrepeso u obesidad a través del paradigma del IoT. *Research in Computing Science*, *147*(8), 25–38. https://doi.org/10.13053/rcs-147-8-2

Rincon, L., Viviescas, A., Chio, G., Osorio, E., & Riveros, C. (2019). *Análisis del comportamiento a largo plazo de un puente viga cajón construido por voladizos sucesivos en Colombia a partir de deflexiones medidas en campo. Desarrolo e Innovacion en Ingenieria* (Vol. 4).

Salem, M. A., El-Kader, S. M. A., Youssef, M. I., & Tarrad, I. F. (2019). M2M in 5G Communication Networks, 309–321. https://doi.org/10.4018/978-1-7998-1152-7.ch012

Sapunkov, A., & Afanasieva, T. (2019). Software for automation of user requirements prioritization. *ACM International Conference Proceeding Series*, *Part F1482*, 1–5. https://doi.org/10.1145/3318236.3318251

Shukurillaevich, U. B. (2020). 5G Technology. *5G Technology*, 1–5. https://doi.org/10.1002/9781119236306

Song, G., Ding, F., Zhang, W., & Song, A. (2008). A wireless power outlet system for smart homes. *IEEE Transactions on Consumer Electronics*, *54*(4), 1688–1691. https://doi.org/10.1109/TCE.2008.4711221

Suryanegara, M., Arifin, A. S., & Asvial, M. (2017). The IoT-based transition strategy towards 5G. *ACM International Conference Proceeding Series*, 186–190. https://doi.org/10.1145/3175684.3175728

Torres Rodríguez, J. A., & Patiño López, L. F. (2019). Diseño e Implementación de un Sistema Embebido Basado en IoT para la Gestión del Transporte Público. *Journal of Chemical Information and Modeling*, *0*(0), 126.

Torroglosa-Garcia, E. M., Calero, J. M. A., Bernabe, J. B., & Skarmeta, A. (2020). Enabling Roaming across Heterogeneous IoT Wireless Networks: LoRaWAN MEETS 5G. *IEEE Access*, *8*, 103164–103180. https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.2998416

Tsai, M., Chiu, R., He, E., Chen, J. Y., Chen, R., Tsai, J., & Wang, Y. P. (2018). Innovative packaging solutions of 3D system in package with antenna integration for IoT and 5G application. *2018 IEEE 20th Electronics Packaging Technology Conference, EPTC 2018*, 1–7. https://doi.org/10.1109/EPTC.2018.8654330

Uddin, H., Gibson, M., Safdar, G. A., Ur-rehman, M., & Imran, M. A. (2019). IoT for 5G / B5G Applications in Smart Homes , Smart Cities , Wearables and Connected Cars. *2019 IEEE 24th International Workshop on Computer Aided Modeling and Design of Communication Links and Networks (CAMAD)*, 1–5. https://doi.org/10.1109/CAMAD.2019.8858455

Vook, F. W., Ghosh, A., & Thomas, T. A. (2019). MIMO and beamforming solutions for 5G technology. *IEEE MTT-S International Microwave Symposium Digest*. https://doi.org/10.1109/MWSYM.2014.6848613

Wang, J., Jin, A., Shi, D., Wang, L., Shen, H., Wu, D., ... Kishiyama, Y. (2017). Spectral Efficiency Improvement with 5G Technologies: Results from Field Tests. *IEEE Journal on Selected Areas in Communications*, *35*(8), 1867–1875. https://doi.org/10.1109/JSAC.2017.2713498

Yao, S., Zhao, L., Sun, H., Huang, Q., & Liu, H. (2021). Strength test of grouting material for coastal construction engineering based on 5G network and Internet of Things. *Microprocessors and Microsystems*, *80*(November 2020), 103557. https://doi.org/10.1016/j.micpro.2020.103557

Zakrzewska, A., Ruepp, S., & Berger, M. S. (2014). Towards converged 5G mobile networks-challenges and current trends. *Proceedings of the 2014 ITU Kaleidoscope Academic Conference: Living in a Converged World - Impossible Without Standards?, K 2014*, 39–45. https://doi.org/10.1109/Kaleidoscope.2014.6858478

Zhan, K. (2020). Sports and health big data system based on 5G network and Internet of Things system. *Microprocessors and Microsystems*, 103363. https://doi.org/10.1016/j.micpro.2020.103363

Zhang, H., Jiang, C., Feng, Z., Zhang, Z., & Leung, V. C. M. (2018). Editorial: 5G Technologies for Future Wireless Networks. *Mobile Networks and Applications*, *23*(6), 1459–1461. https://doi.org/10.1007/s11036-018-1094-z

Zhao, J. C., Zhang, J. F., Feng, Y., & Guo, J. X. (2010). The study and application of the IOT technology in agriculture. *Proceedings - 2010 3rd IEEE International Conference on Computer Science and Information Technology, ICCSIT 2010*, *2*, 462–465. https://doi.org/10.1109/ICCSIT.2010.5565120

Zhilibayev, S., Ziyashev, A., Zhelambayeva, A., Yessembayev, A., Yazici, A., & Ever, E. (2020). Low cost smart house implementation with sensory information analysis and face recognition. *KST 2020 - 2020 12th International Conference on Knowledge and Smart Technology*, 91–96. https://doi.org/10.1109/KST48564.2020.9059401

Zhou, Y., & Li, L. (2020). The 5G communication technology-oriented intelligent building system planning and design. *Computer Communications*, *160*, 402–410. https://doi.org/10.1016/j.comcom.2020.06.022

Ziegler, V., Wild, T., Uusitalo, M., Flinck, H., Raisanen, V., & Hatonen, K. (2019). Stratification of 5G evolution and beyond 5G. *IEEE 5G World Forum, 5GWF 2019 - Conference Proceedings*, 329–334. https://doi.org/10.1109/5GWF.2019.8911739

risti
Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação
Iberian Journal of Information Systems and Technologies

Recebido/Submission: 14/05/2021
Aceitação/Acceptance: 19/07/2021

Generación de alertas de lavado de activos basadas en redes complejas: Una revisión sistemática

Maritza Murillo Ortíz[1], Lillyana María Giraldo Marín[2], Herman Horacio Jaramillo Villegas[3], Carlos César Piedrahita Escobar[4], Luisa Fernanda Villa Montoya[5]

mary_m220@hotmail.com; lmgiraldo@udem.edu.co; hjaramillo@udem.edu.co; cpiedrahita@udem.edu.co; lvilla@udem.edu.co

[1] Estudiante Maestría en Modelación y Ciencia Computacional, Universidad de Medellín, Antioquia, Colombia

[2]Profesor titular, Facultad de Ingenierías, Universidad de Medellín, Antioquia, Colombia

[3] Profesor, Facultad de Ciencias Básicas, Universidad de Medellín, Antioquia, Colombia

[4] Profesor, Facultad de Ciencias Básicas, Universidad de Medellín, Antioquia, Colombia

[5] Profesor asociado, Grupo de Investigación Arkadius, Facultad de Ingenierías, Universidad de Medellín, Antioquia, Colombia

Pages: 254-265

Resumen: Los organismos internacionales se enfrentan a una labor altamente compleja: detectar operaciones de lavado de activos, las cuales, por su ilegalidad, tienden a permanecer ocultas de las autoridades. Uno de los activos más valiosos es la información que centralizan estos organismos de control como las alertas generadas por las entidades financieras basadas en operaciones transaccionales, las cuales por su gran volumen se requiere de una estrategia avanzada que permita identificar las operaciones inusuales que a pesar de los esfuerzos sigue siendo un desafío. Por tal motivo, se desarrolló una revisión sistemática de la literatura sobre generación de alertas de lavado de activos basadas en redes complejas. De esta revisión se encontró que el análisis de redes complejas es idóneo dada su capacidad de identificar patrones criminales en un gran volumen de datos transaccionales y también presenta desafíos para cuando la red es incompleta y se desconoce el origen o destino de los recursos.

Palabras-clave: Lavado de activos, redes complejas, teoría de grafos, revisión de literatura.

Generation of money laundering alerts based on complex networks

Abstract: International organizations face a highly complex task: to detect money-laundering operations, which, because of their illegality, tend to remain hidden from the authorities. One of the most valuable assets is the information centralized by these control bodies such as alerts generated by financial institutions

based on transactional transactions, which, because of their large volume, requires an advanced strategy to identify unusual operations that, despite efforts, remain a challenge. For this reason, a systematic review of the literature on generating money-laundering alerts based on complex networks was developed. This review found that the analysis of complex networks is ideal given its ability to identify criminal patterns in a large volume of transactional data and also presents challenges for when the network is incomplete, and the origin or destination of resources is unknown.

Keywords: Money laundering, complex networks, graph theory, literature review.

1. Introducción

La prevención y detección son dos de los ejes fundamentales del sistema Anti-Lavado de Activos encabezado por organismos internacionales liderado por el Grupo de Acción Financiera Internacional (GAFI) el cual fija estándares y promueve la implementación efectiva de medidas legales, regulatorias y operativas para combatir el lavado de activos como una amenaza a la integridad del sistema financiero internacional (UIAF, 2018).

Desde esta perspectiva, por ejemplo, solo en los EE. UU., el costo del cumplimiento contra el lavado de dinero con sus siglas en inglés (AML) se estima en $ 23.5 mil millones por año. Los bancos europeos se acercan a los 20.000 millones de dólares gastados anualmente. Aún más impactante es que a pesar de este alto nivel de gasto, no parece estar funcionando (Melo, 2019).

Durante la última década, el 90% de los bancos europeos han sido multados por delitos relacionados con el lavado de activos; a nivel mundial, los bancos han sido multados con aproximadamente $ 26 mil millones en los últimos 10 años. Ahora depende de las instituciones financieras dar el salto y utilizar la inteligencia artificial y el aprendizaje automático para detectar traficantes de personas, venta de narcóticos y armas, pagos terroristas y el lavado de dinero que alimenta estas actividades (Zimiles, 2019). En Colombia, según un informe de la Fiscalía, en el año 2019 se detectaron movimientos relacionados con lavado de activos por más de 6, 3 billones de pesos y 272 personas fueron judicializadas por este tipo de delitos (Melo, 2019).

En reconocimiento de estos crecientes desafíos en AML, los reguladores han señalado que están abiertos a que los bancos desarrollen métodos innovadores para mantenerse a la vanguardia de los delincuentes expertos en la tecnología de hoy. Muchas instituciones líderes están explorando el uso del procesamiento del lenguaje natural, análisis de redes y otras técnicas de aprendizaje automático y basadas en inteligencia artificial para identificar indicadores sutiles de actividad ilícita.

El análisis de red compleja examina las conexiones entre entidades relacionadas para iluminar mejor las relaciones. En lugar de analizar a un individuo, los subcomponentes de la red se revisan en busca de similitudes con métodos conocidos de lavado de dinero y comportamiento atípico del cliente. El análisis de redes tiene el potencial de mejorar significativamente la efectividad de los programas antilavado. El AML tradicional realizado por un banco utiliza el perfil de un cliente y el historial de transacciones para generar calificaciones de riesgo y marcar varios comportamientos sospechosos. Este enfoque basado en reglas es fundamental, pero no tiene en cuenta los fondos lavados a

través de redes de personas en montos de dinero más pequeños y no redondeados para evitar la detección (Company, s.f.).

Por lo anterior, en este trabajo se realizó una revisión sistemática de la literatura científica alrededor del tema, buscando responder las siguientes preguntas:

- PI01: ¿Qué ventajas y desventajas presenta abordar el lavado de activos con redes complejas?
- PI02: ¿Qué tipo de información o variables son las más utilizadas para analizar el lavado de activos con redes complejas?
- PI03: ¿Qué herramientas o softwares son los más utilizados para análisis de redes complejas?
- PI04: ¿Qué medidas de red son las más usadas para analizar redes de lavado de activos?

Se espera que este trabajo ayude a guiar futuras investigaciones en el tema y sea un insumo importante frente a la lucha contra el lavado de activos.

2. Metodología

Se hizo una búsqueda en la base de datos Scopus usando la siguiente combinación de términos:

("criminal networks" OR "criminal phenomena" OR "money laundering" AND ("graph theory" OR "complex networks" OR "network analysis")) AND NOT (blockchain)

La búsqueda se hizo en octubre de 2020 y arrojó un total de 1470 resultados.

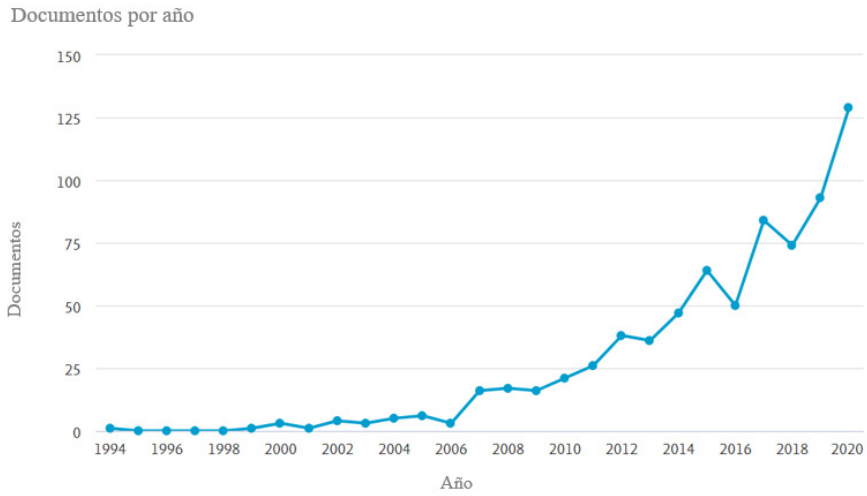


Figura 1 – Número de publicaciones por año. Fuente: Scopus

Luego se limitaron los resultados a las publicaciones escritas en inglés, también a que sólo fueran artículos, que fueran publicaciones de los últimos cinco años (2016 - 2020) y que tuvieran libre acceso, obteniendo finalmente un total de 125 artículos. Luego de realizar la búsqueda se hizo un análisis de los títulos y resúmenes de algunos de los artículos, para verificar que estuvieran relacionados con el tema de estudio. A partir de estos resultados se hizo un análisis sobre la vigencia del tema según el número de publicaciones por año.

2.1. Vigencia del tema

La figura 1 muestra que el tema de estudio es vigente, notándose un aumento progresivo a partir del año 2007, con una pendiente muy pronunciada hasta el año actual. La publicación más antigua entre los resultados es del año 1994.

2.2. Publicaciones más posicionadas a través de la historia

La Tabla 1 muestra las 10 publicaciones más citadas a través de la historia (1994 – 2020).

Artículo	Año	Citaciones
H., C., Chung W., & Xu J.J. (2004). Crime data mining: A general framework and some examples. 50-56	2004	309
Stasko J, Görg C, Liu Z. Jigsaw: Supporting investigative analysis through interactive visualization. *Inf Vis*. 2008;7(2):118-132.	2008	283
Helbing D, Brockmann D, Chadefaux T, et al. Saving Human Lives: What Complexity Science and Information Systems can Contribute. *J Stat Phys*. 2014;158(3):735-781.	2014	268
Chau M, Xu J. Business intelligence in Blogs: Understanding consumer interactions and communities. *MIS Q Manag Inf Syst*. 2012;36(4):1189-1216.	2012	199
Chau M, Xu J. Mining communities and their relationships in blogs: A study of online hate groups. *Int J Hum Comput Stud*. 2007;65(1):57-70.	2007	178
Morselli C, Giguère C, Petit K. The efficiency/security trade-off in criminal networks. *Soc Networks*. 2007;29(1):143-153.	2007	161
Xu JJ, Chen H. CrimeNet explorer: A framework for criminal network knowledge discovery. *ACM Trans Inf Syst*. 2005;23(2):201-226.	2005	159
Pyrooz DC, Sweeten G, Piquero AR. Continuity and Change in Gang Membership and Gang Embeddedness. *J Res Crime Delinq*. 2013;50(2):239-271.	2013	137
Decker SH, Melde C, Pyrooz DC. What Do We Know About Gangs and Gang Members and Where Do We Go from Here? *Justice Q*. 2013;30(3):369-402.	2013	136
Ronhovde P, Nussinov Z. Local resolution-limit-free Potts model for community detection. *Phys Rev E - Stat Nonlinear, Soft Matter Phys*. 2010;81(4).	2010	124

Tabla 1 – Diez publicaciones más posicionadas en la literatura sobre el tema de estudio.
Fuente: Elaboración propia.

2.3. Publicaciones más posicionadas en los últimos 5 años

La Tabla 2 muestra las 10 publicaciones más posicionadas en los últimos 5 años:

Artículo	Año	Citaciones
Pyrooz DC, Turanovic JJ, Decker SH, Wu J. Taking Stock of the Relationship Between Gang Membership and Offending: A Meta-Analysis. Crim Justice Behav. 2016;43(3):365-397.	2016	74
Pech R, Hao D, Pan L, Cheng H, Zhou T. Link prediction via matrix completion. EPL. 2017;117(3).	2017	52
Fronzetti Colladon A, Remondi E. Using social network analysis to prevent money laundering. Expert Syst Appl. 2017;67:49-58.	2017	52
Décary-Hétu D, Giommoni L. Do police crackdowns disrupt drug cryptomarkets? A longitudinal analysis of the effects of Operation Onymous. Crime, Law Soc Chang. 2017;67(1):55-75.	2017	48
Seabrooke L, Wigan D. The governance of global wealth chains. Rev Int Polit Econ. 2017;24(1):1-29.	2017	48
Tzanetakis M, Kamphausen G, Werse B, von Laufenberg R. The transparency paradox. Building trust, resolving disputes and optimising logistics on conventional and online drugs markets. Int J Drug Policy. 2016;35:58-68.	2016	48
Tvaronavičiene M. Towards efficient policy making: Forecasts of vulnerability to external global threats. J Secur Sustain Issues. 2018;7(3):591-600.	2018	47
Berlusconi G, Calderoni F, Parolini N, Verani M, Piccardi C. Link prediction in criminal networks: A tool for criminal intelligence analysis. PLoS One. 2016;11(4).	2016	46
Wagemann C, Buche J, Siewert MB. QCA and business research: ¿Work in progress or a consolidated agenda? J Bus Res. 2016;69(7):2531-2540.	2016	44
Luo X, Jiang C, Wang W, Xu Y, Wang J-H, Zhao W. User behavior prediction in social networks using weighted extreme learning machine with distribution optimization. Futur Gener Comput Syst. 2019;93:1023-1035.	2019	33

Tabla 2 – Diez publicaciones más posicionadas en la literatura sobre el tema de estudio en los últimos cinco años. Fuente: Elaboración propia.

2.4. Espacio literario relevante

A partir de los resultados obtenidos en la búsqueda se construyó un diagrama de Pareto mostrado en la figura 2, el cual permitió determinar el porcentaje de artículos encontrados que suman el 80% del total de citaciones. La totalidad de artículos encontrados en la búsqueda fue de 125, pero para la construcción del Pareto se eliminaron aquellos artículos que no tuvieran ninguna citación, quedando en total 79 artículos. Del diagrama, se concluye que el 35.4% (27 artículos) de éstos constituyen lo "poco vital" al sumar entre ellos el 80.7% del total de citaciones.

2.5. Selección de artículos a revisar

Para seleccionar los artículos a revisar, se siguió la siguiente metodología: se construyeron dos tablas con los resultados obtenidos en los últimos cinco años. En la tabla 1 se organizaron los artículos por número de citaciones de mayor a menor y en la tabla 2 se organizaron por vigencia (año de publicación). Teniendo los artículos organizados de esta manera, se pasó a leer el resumen de los diez primeros artículos encontrados en cada tabla (20 artículos en total). Se consideró como factor importante para la decisión

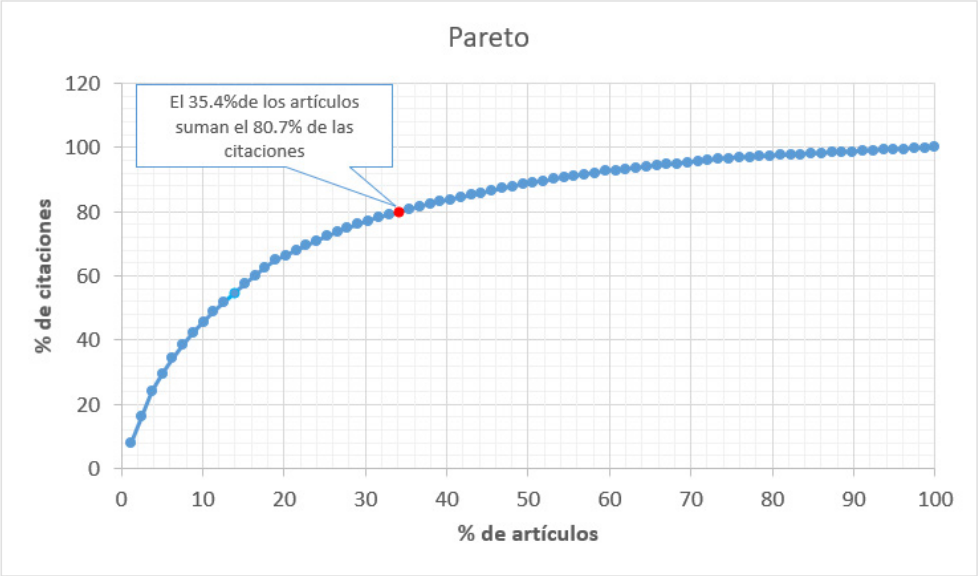


Figura 2 – Diagrama de Pareto para los artículos encontrados. Fuente: Elaboración propia.

que el resumen del artículo estuviera relacionado de manera más directa con el tema de estudio y a los que se logró tener acceso, seleccionando finalmente 15 artículos para la revisión los cuales se listan en la tabla 3:

ID	Título	Autor	Año	Citas
1	CoDetect: Financial Fraud Detection with Anomaly Feature Detection	Huang, D., Mu, D., Yang, L., & Cai, X. (2018).	2018	23
2	Corruption and complexity: a scientific framework for the analysis of corruption networks	Luna-Pla I., Nicolás-Carlock J.R.	2020	7
3	Link prediction in criminal networks: A tool for criminal intelligence analysis	Berlusconi G., Calderoni F., Parolini N., Verani M., Piccardi C.	2016	46
4	Using social network analysis to prevent money laundering	Fronzetti Colladon A., Remondi E.	2017	53
5	Generalized network dismantling	Ren X.-L., Gleinig N., Helbing D., Antulov-Fantulin N.	2019	20
6	Complex network tools to enable identification of a criminal community	Pritheega M.	2016	1
7	VIGOR: Interactive Visual Exploration of Graph Query Results	Pienta R., Hohman F., Endert A., Tamersoy A., Roundy K., Gates C., Navathe S., Chau D.H.	2018	21
8	Offline constraints in online drug marketplaces: An exploratory analysis of a cryptomarket trade network	Norbutas L.	2018	15

ID	Título	Autor	Año	Citas
9	Multi feature behavior approximation model based efficient botnet detection to mitigate financial frauds	Amala Dhaya M.D.	2020	2
10	Design of a monitor for detecting money laundering and terrorist financing	Helmy T.H., Zaki M., Salah T., Badran K.	2016	4
11	A comparative analysis of approaches to network-dismantling	Wandelt S., Sun X., Feng D., Zanin M., Havlin S.	2018	19
12	Modeling the structure and dynamics of transnational illicit networks: an application to cigarette trafficking	Meneghini C., Aziani A., Dugato M.	2020	1
13	Assessing the missing data problem in criminal network analysis using forensic DNA data	De Moor S., Vandeviver C., Vander Beken T.	2020	2
14	Does the Configuration of the Street Network Influence Where Outdoor Serious Violence Takes Place? Using Space Syntax to Test Crime Pattern Theory	Summers L., Johnson S.D.	2017	33
15	Poisonous connections: a case study on a Czech counterfeit alcohol distribution network	Diviák T., Dijkstra J.K., Snijders T.A.B.	2020	4

Tabla 3 – Artículos seleccionados. Fuente: Elaboración propia.

3. Resultados de la revisión sistemática de la literatura

Se realizó una lectura completa de cada uno de los artículos seleccionados en la tabla 3 y tras su lectura se hizo una ficha técnica por cada artículo revisado, después se realizó una tabla de características de cada artículo; donde el objetivo era verificar las respuestas que cada artículo analizado daba a las preguntas realizadas, por último se realizó un análisis de la tabla de características en conjunto; es decir, un análisis desde cómo los diferentes artículos seleccionados daban respuesta a las preguntas.

3.1. Hallazgos

PI01: ¿Qué ventajas y desventajas presenta abordar el lavado de activos con redes complejas?

La principal ventaja identificada en la revisión de la literatura como se puede observar en la figura 3, con un 46.6% de artículos [1,2,4,5,9,10,15] es la identificación de patrones criminales, seguido de dos artículos [1,2] en donde se encontró que la aplicación de técnicas de análisis de redes permitía predecir perfiles de riesgo. También se identificaron otras ventajas de abordar el lavado de activos con análisis de red, una de ellas es el potencial que tiene para mejorar el rendimiento en la detección de anomalías [3], otra ventaja identificada fue el análisis automático [4], también la visualización de las redes en gráficos [5], hasta la fragmentación y desmantelación de redes criminales [6].

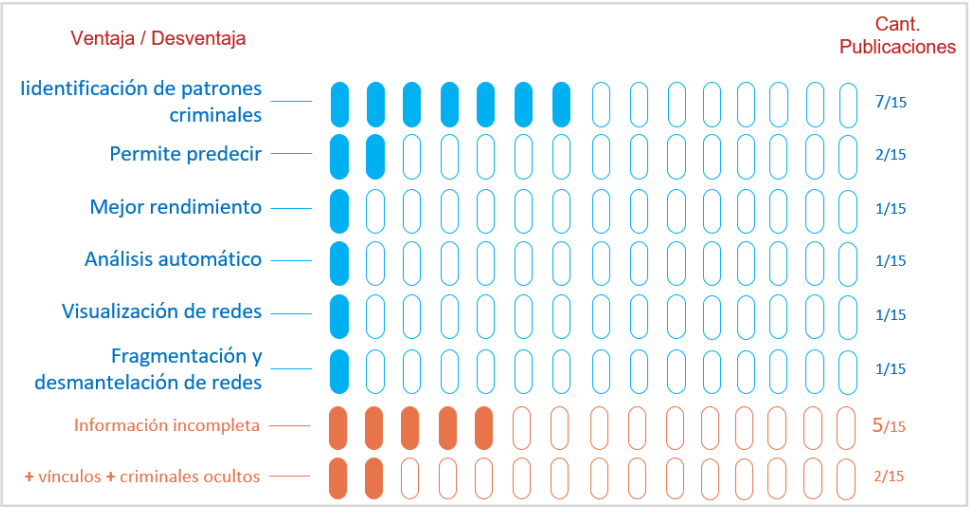


Figura 3 – Ventajas y desventajas. Fuente: elaboración propia.

También en la figura 3 se puede observar 2 desventajas como lo son la posible información incompleta, o falta de información disponible con un 33.3% [8,13] de los artículos revisados, y finalmente, también en 2 de los artículos [7,15] se menciona que la gran cantidad de vínculos que conforman la red hace que los delincuentes logren permanecer ocultos y sea más difícil de detectarlos.

PI02: ¿Qué tipo de información es la más utilizada para analizar el lavado de activos con redes complejas?

En la revisión sistemática de literatura se pudieron identificar diversas fuentes de información que los diferentes estudios utilizaron para construir las redes criminales. En la figura 4 se puede observar que las transacciones financieras es lo que más prevalece como insumo, con un 33% de los artículos revisados (5 artículos) [1,2,4,9,10]. También los correos electrónicos con los que se estudian las asociaciones a partir de las comunicaciones de los delincuentes ocupan el segundo lugar en esta lista con un 27%, es decir 4 publicaciones [1,6,13,15]; de igual manera el 20% de los artículos [1,4,8] coinciden con que la información geográfica ha sido insumo importante que les ha permitido encontrar patrones a partir de la ubicación de las transacciones. Finalmente, un 13% (2 estudios) [3,6] mencionaban las escuchas telefónicas o las diferentes líneas telefónicas como insumo para construir la red.

PI03: ¿Qué herramientas o software son los más utilizados para análisis de redes complejas?

En algunos artículos se mencionan herramientas como R, 2 de los estudios utilizaron paquetes de R como netstat [8] y igraph [9]. También se encontró que Matlab [3], Python [5] y Cytoscape [2] son otras herramientas con las que se pueden construir las

redes complejas. No siendo muchos artículos los que especificaban el tipo de software utilizado, R sobresale con más aplicabilidad para este tipo de análisis.

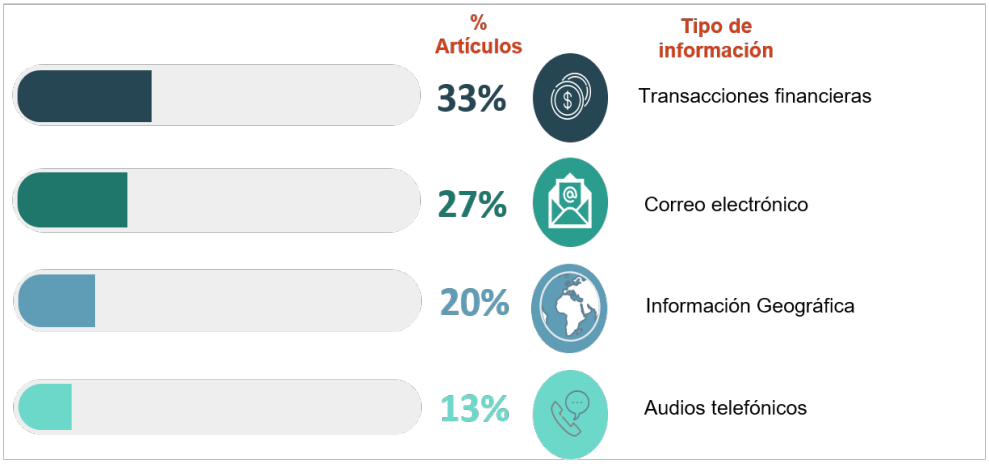


Figura 4 – Información más utilizada con análisis de red para AML.
Fuente: Elaboración propia.

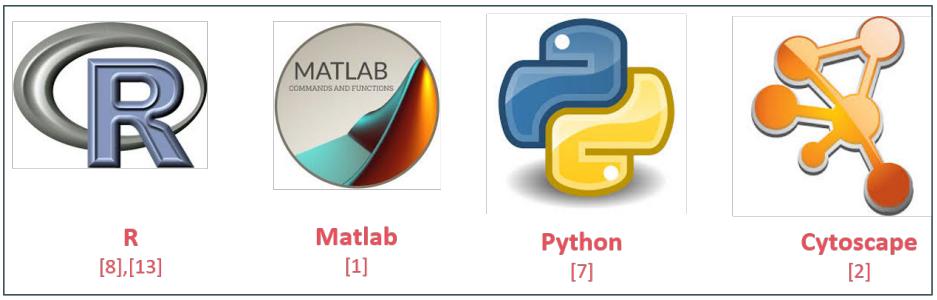


Figura 5 – Herramientas más utilizadas para análisis de red. Fuente: Elaboración propia.

PI04: ¿Qué medidas de red son las más usadas para analizar redes de lavado de activos?

De acuerdo con la revisión sistemática de la literatura realizada, existen varias medidas numéricas de red que son apropiadas para el análisis de lavado de activos, la más usada como se puede observar en la Figura 6 es la centralidad de grado, la cual está compuesta por el número de enlaces que conectan con otros dentro de la red, entre más grande sea este indicador significa que el actor es más central o de mayor impacto. Esta medida es utilizada en 10 artículos [1-5,7-9,11-12], seguida de la intermediación con 6 artículos [3,4,6,9,11,12]. La intermediación es un indicador que entre más alto sea para un actor, es vital en la conexión entre distintas regiones de la red. En tercer y cuarto lugar cada uno con 4 artículos, se encuentran el coeficiente de agrupamiento [2,7,9,15]

el cual cuantifica qué tanto un nodo o actor está conectado con sus vecinos, y densidad [2,3,7,15] la cual es considerada como una medida de cohesión entre los actores. Con 2 artículos y en quinto lugar se ubica el diámetro [2,15] el cual es un parámetro que indica el tamaño de la red, y finalmente hay otras medidas mencionadas en solo uno de los 15 artículos como lo son la cercanía [4], k-ball [11], robustez [11], PageRank [6] el cual es un indicador creado por Google, centralidad de Markov [6], longitud de ruta promedio [2] y modularidad [11].

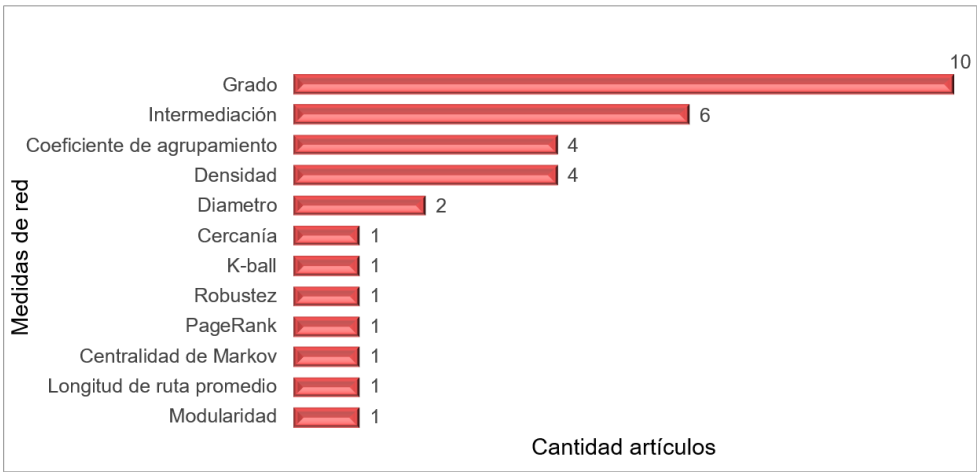


Figura 6 – Medidas de red.
Fuente: Elaboración propia.

4. Conclusiones

Una de las principales ventajas de analizar el lavado de activos mediante redes complejas es que permite extraer patrones sobre los comportamientos típicos de los individuos, los cuales permiten caracterizar operaciones extrañas que merecen una investigación de Inteligencia Financiera más detallada.

El sistema de lavado de activos puede beneficiarse en gran medida de la implementación de análisis de redes ya que permite enfocar sus recursos en la identificación de los individuos más riesgosos tomando en cuenta información como su comportamiento financiero, correos electrónicos, información geográfica y audios telefónicos como principales fuentes de información.

Aun siendo múltiples las ventajas de abordar el lavado de activos con análisis de red también se encontró que los datos faltantes es una situación inevitable para las redes delictivas debido a la naturaleza oculta del delito, ya que muchos delitos registrados no se resuelven y los delincuentes siguen sin conocerse, y en otro escenario, para ciertas operaciones transaccionales no queda registro de los nodos origen o destino de los recursos, sumado también que la gran cantidad de vínculos dificulta la identificación de estos delincuentes.

En el contexto de lavado de activos, los actores y la misma red son caracterizados principalmente por las propiedades o medidas como grado, intermediación, coeficiente de agrupamiento y densidad.

Además del recurso humano calificado en temas de lavado de activos, es fundamental la integración de tecnología avanzada como por ejemplo R, Python, Matlab o Cytoscape.

Referencias

Amala Dhaya, M. D., & Ravi, R. (2020). Multi feature behavior approximation model based efficient botnet detection to mitigate financial frauds. Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing. https://doi.org/10.1007/s12652-020-01677-w

Berlusconi, G., Calderoni, F., Parolini, N., Verani, M., & Piccardi, C. (2016). Link prediction in criminal networks: A tool for criminal intelligence analysis. PLoS ONE, 11(4). https://doi.org/10.1371/journal.pone.0154244

Company, M. &. (s.f.). McKinsey & Company. Obtenido de https://www.mckinsey.com/industries/financial-services/our-insights/banking-matters/network-analytics-and-the-fight-against-money-laundering#

De Moor, S., Vandeviver, C., & Vander Beken, T. (2020). Assessing the missing data problem in criminal network analysis using forensic DNA data. Social Networks, 61, 99–106. https://doi.org/10.1016/j.socnet.2019.09.003

Diviák, T., Dijkstra, J. K., & Snijders, T. A. B. (2020). Poisonous connections: a case study on a Czech counterfeit alcohol distribution network. Global Crime, 21(1), 51–73. https://doi.org/10.1080/17440572.2019.1645653

Fronzetti Colladon, A., & Remondi, E. (2017). Using social network analysis to prevent money laundering. Expert Systems with Applications, 67, 49–58. https://doi.org/10.1016/j.eswa.2016.09.029

Helmy, T. H., Zaki, M., Salah, T., & Badran, K. (2016). Design of a monitor for detecting money laundering and terrorist financing. Journal of Theoretical and Applied Information Technology, 85(3), 425–436. https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84962459616&partnerID=40&md5=7d026632557c7b124059fcd02dc9557e

Huang, D., Mu, D., Yang, L., & Cai, X. (2018). CoDetect: Financial Fraud Detection with Anomaly Feature Detection. IEEE Access, 6, 19161–19174. https://doi.org/10.1109/ACCESS.2018.2816564Luna-Pla, I., & Nicolás-Carlock, J. R. (2020).

Corruption and complexity: a scientific framework for the analysis of corruption networks. Applied Network Science, 5(1). https://doi.org/10.1007/s41109-020-00258-2

Melo, C. (3 de 12 de 2019). Canal 1. Obtenido de https://noticias.canal1.com.co/nacional/lavado-de-activos-en-2019-superaria-los-63-billones-denuncia-la-fiscalia/Meneghini, C., Aziani, A., & Dugato, M. (2020).

Modeling the structure and dynamics of transnational illicit networks: an application to cigarette trafficking. Applied Network Science, 5(1). https://doi.org/10.1007/s41109-020-00265-3

Norbutas, L. (2018). Offline constraints in online drug marketplaces: An exploratory analysis of a cryptomarket trade network. International Journal of Drug Policy, 56, 92–100. https://doi.org/10.1016/j.drugpo.2018.03.016

Pienta, R., Hohman, F., Endert, A., Tamersoy, A., Roundy, K., Gates, C., Navathe, S., & Chau, D. H. (2018). VIGOR: Interactive Visual Exploration of Graph Query Results. IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics, 24(1), 215–225. https://doi.org/10.1109/TVCG.2017.2744898

Pritheega, M. (2016). Complex network tools to enable identification of a criminal community. Bulletin of the Australian Mathematical Society, 94(2), 350–352. https://doi.org/10.1017/S000497271600040X

Ren, X.-L., Gleinig, N., Helbing, D., & Antulov-Fantulin, N. (2019). Generalized network dismantling. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 116(14), 6554–6559. https://doi.org/10.1073/pnas.1806108116

Summers, L., & Johnson, S. D. (2017). Does the Configuration of the Street Network Influence Where Outdoor Serious Violence Takes Place? Using Space Syntax to Test Crime Pattern Theory. Journal of Quantitative Criminology, 33(2), 397–420. https://doi.org/10.1007/s10940-016-9306-9

UIAF. (23 de 10 de 2018). UIAF. Obtenido de https://www.uiaf.gov.co/sistema_nacional_ala_cft/lavado_activos_financiacion_29271/prevenccion_deteccion_la_ft

Wandelt, S., Sun, X., Feng, D., Zanin, M., & Havlin, S. (2018). A comparative analysis of approaches to network-dismantling. Scientific Reports, 8(1). https://doi.org/10.1038/s41598-018-31902-8

Zimiles, E. (2019, Enero 17). World Economic Forum. Retrieved from World Economic Forum: https://www.weforum.org/agenda/2019/01/how-ai-can-knock-the-starch-out-of-money-laundering/

risti
Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação
Iberian Journal of Information Systems and Technologies

Recebido/Submission: 21/05/2021
Aceitação/Acceptance: 29/07/2021

Estadística aplicada a la predicción de enfermedades mentales: Una revisión sistemática

Sebastian Osorio Castrillon[1], Lillyana María Giraldo Marín[2],
Herman Horacio Jaramillo Villegas[3], Carlos César Piedrahita Escobar[4]

osoriocastrillon1@gmail.com; lmgiraldo@udem.edu.co; hjaramillo@udem.edu.co; cpiedrahita@udem.edu.co

[1] Estudiante Maestría en Modelación y Ciencia Computacional, Universidad de Medellín, Antioquia, Colombia

[2]Profesor titular, Facultad de Ingenierías, Universidad de Medellín, Antioquia, Colombia

[3] Profesor, Facultad de Ciencias Básicas, Universidad de Medellín, Antioquia, Colombia

[4] Profesor, Facultad de Ciencias Básicas, Universidad de Medellín, Antioquia, Colombia

Pages: 266-275

Resumen: El principal reto de las aseguradoras de la salud es pasar de una gestión reactiva a una gestión proactiva de sus afiliados, es decir, priorizar la prevención e implementación de acciones que favorezcan la salud en sus dimensiones tanto físicas como mentales y sociales, y no solo que mitiguen la enfermedad. Este artículo presenta una revisión sistemática de la literatura sobre las principales metodologías de aprendizaje automático que permiten a través de la predicción de enfermedades mentales, realizar una intervención temprana. Se encontró que las principales metodologías para dicho fin son los modelos estadísticos como la regresión logística y las redes neuronales; y que los diferentes indicadores de las neuroimágenes y el comportamiento en redes sociales se convierten en variables predictoras fundamentales a la hora de predecir las enfermedades mentales.

Palabras-clave: Aprendizaje automático, minería de datos, predicción enfermedades mentales.

Statistics applied to the prediction of mental illness: A systematic review

Abstract: The main challenge for health insurers is to move from reactive to proactive management of their clients, that is, prioritize prevention and implementation of actions that favor health in its physical, mental, and social dimensions, and not only that mitigate the disease. This article presents a systematic review of the literature on the main machine learning methodologies that allow, through the prediction of mental illnesses, to carry out an early intervention. It was found that the main methodologies for this purpose are statistical models such as logistic regression and neural networks; and that the different indicators of neuroimaging and behavior in social networks become fundamental predictor variables when it comes to predicting mental illnesses.

Keywords: Machine learning – data mining - Mentall Illness - prediction

1. Introducción

Los sistemas de salud todavía no han dado una respuesta adecuada a la carga de trastornos mentales; en consecuencia, la divergencia entre la necesidad de tratamiento y su prestación es grande en todo el mundo. En los países de ingresos bajos y medios, entre un 76% y un 85% de las personas con trastornos mentales graves no reciben tratamiento; la cifra es alta también en los países de ingresos elevados: entre un 35% y un 50%. El problema se complica aún más por la escasa calidad de la atención que reciben los casos tratados (OMS, 2012). Según la OMS son 400 millones de personas afectadas esta podría convertirse en la segunda causa de discapacidad en el mundo después de las enfermedades coronarias y cerebrovasculares (Castro, 2005).

Hoy en día los sistemas de salud en Colombia han venido transformando los enfoques de gestión de sus afiliados; pasando de una gestión reactiva a una gestión proactiva de los mismos, es decir, priorizando la prevención e implementación de acciones que favorezcan y prioricen la salud en sus dimensiones tanto físicas como mentales y sociales, y no solo que mitiguen la enfermedad (OMS, 2016). Uno de los grandes desafíos a los que se ven enfrentadas las aseguradoras, es a la prevención de enfermedades mentales debido a su aumento significativo en los últimos años, (Ministerio de salud, 2020) pues los desórdenes mentales y los trastornos psíquicos, incluidas las manifestaciones depresivas, la esquizofrenia, el alzheimer, la epilepsia y el retraso mental, representan el 11% del total de las enfermedades en el mundo (Castro, 2005).

Los trastornos mentales influyen a menudo en otras enfermedades tales como el cáncer, las enfermedades cardiovasculares o la infección por el VIH/sida, y se ven influidos por ellas, por lo que requieren servicios y medidas de movilización de recursos comunes. Por ejemplo, hay pruebas de que la depresión predispone al infarto de miocardio y a la diabetes, que a su vez aumentan la probabilidad de sufrir depresión (OMS, 2012).

En consecuencia, el *machine learning* es una rama de la ciencia computacional cuyo uso ha tomado fuerza a la hora de predecir enfermedades mentales bajo el uso de diferentes metodologías, como lo son los cálculos del índice de estado de enfermedad (DSI) cuya técnica funciona bien a la hora de identificar perfiles integrales para predecir el desarrollo de la demencia, con el fin de generar intervenciones tempranas (Pekkala et al., 2016)**.** Así mismo como la regresión lineal y las redes neuronales que son útiles no solo para la predicción de enfermedades mentales sino también de enfermedades cardiovasculares.

Este artículo presenta una revisión sistemática de la literatura que permita dar cuenta de las metodologías más utilizadas para predicción de enfermedades, haciendo énfasis en aquellas que permitan predecir un estado de salud mental desfavorable de las personas, así mismo, identificar cuáles son los principales factores de riesgo asociados a estas.

2. Metodología

El desarrollo de la revisión sistemática de la literatura se realizó bajo los siguientes parámetros:

- Definición de preguntas de investigación
- Definición de base de datos, ecuación de búsqueda y selección de artículos

2.1. Definición de preguntas de investigación

Se plantearon 4 preguntas de investigación como guía de la revisión sistemática:

- ***P1.*** ¿Cuáles son las principales metodologías estadísticas utilizadas para la predicción de las enfermedades mentales?
- ***P2.*** ¿Cuáles son las principales variables utilizadas para predecir enfermedades mentales?
- ***P3.*** ¿Cuáles son los factores de riesgo relacionados con enfermedades mentales?
- ***P4.*** ¿Cuál es el estado actual y los desafíos investigativos de los modelos estadísticos aplicados a la predicción de enfermedades mentales?

2.2. Selección de artículos

La búsqueda se realizó en la base de datos SCOPUS, principalmente por la facilidad que brinda a la hora de analizar y visualizar diferentes indicadores bibliométricos, así mismo, como la completitud rapidez y facilidad de encontrar información científica; dicha búsqueda se realizó en enero de 2021.

Una vez ejecutada la ecuación de búsqueda (figura 1), en la que se garantizó que estuvieran los principales términos relacionados con el tema de interés, tales como: *machine learning, data mining* y predicción de enfermedades mentales e incluyendo filtros como: solo artículos, idioma ingles y publicados solo hasta el año 2020, se obtuvo un resultado de **92** artículos.

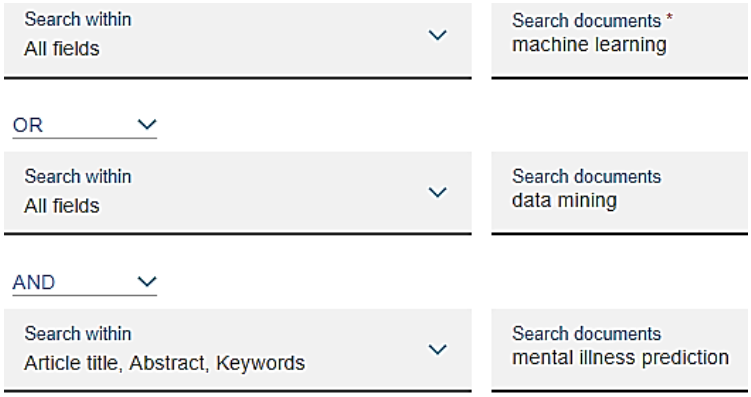


Figura 1 – Ecuación de búsqueda. Fuente: Elaboración propia.

2.3. Vigencia del tema

En la figura 2 se indican el número de publicaciones por año acerca del uso del tema *machine learning* para la predicción de enfermedades mentales; se observa que fue en

el año 2012 cuando se presentó el primer artículo relacionado (de acuerdo a los filtros aplicados), a partir de este momento hay un incremento significativo de artículos sobre todo a partir del año 2016.

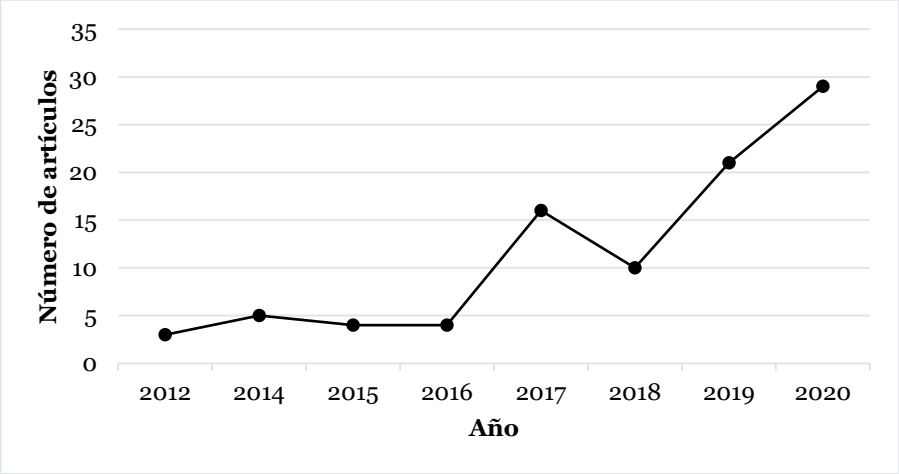


Figura 2 – Número de publicaciones por año. Fuente: (Scopus, 2021).

Dada la vigencia del tema se tuvieron en cuenta solo aquellos artículos publicados en los últimos 6 años, llegando así a un total de **80** artículos.

El espacio literario relevante (figura 3) de estos **80** artículos, permite concluir que el 22% **(18)** representan el 80% de las citaciones.

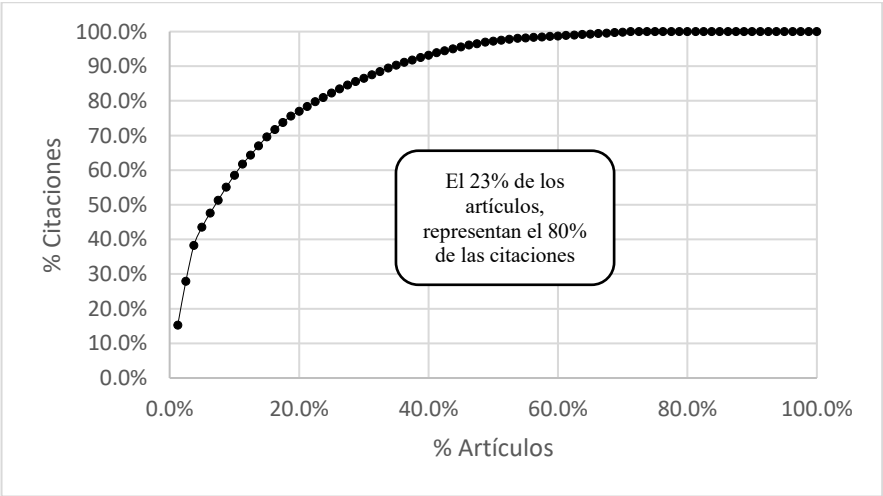


Figura 3 – Espacio literario relevante. Fuente: Elaboración propia.

Finalmente se hizo una revisión detallada de los resúmenes de estos 18 artículos para garantizar su relación con el tema y se excluyeron 2, quedando así con un total de **16** artículos para revisar. Ver tabla 1,

#	ID	*Título*	Citas	Año
1	10.1016/j.jbi.2017.04.001	*Predicting healthcare trajectories from medical records: A deep learning approach*	110	2017
2	10.1038/mp.2015.198	*Testing a machine-learning algorithm to predict the persistence and severity of major depressive disorder from baseline self-reports*	91	2016
3	10.1073/ pnas.1802331115	*Facebook language predicts depression in medical records*	75	2018
4	10.1007/s11277-016-3923-3	*Depression Index Service Using Knowledge Based Crowdsourcing in Smart Health*	29	2017
5	10.1016/j.jbi.2017.06.010	*Predicting mental conditions based on "history of present illness" in psychiatric notes with deep neural networks*	27	2017
6	10.1007/s00406-018-0943-x	*Neurobiology of the major psychoses: a translational perspective on brain structure and function—the FOR2107 consortium*	27	2019
7	10.2196/jmir.9268	*Prediction of incident hypertension within the next year: Prospective study using statewide electronic health records and machine learning*	25	2018
8	10.1186/s12888-018-1801-0	*Youth at-risk for serious mental illness: Methods of the PROCAN study*	19	2018
9	10.1016/j.jbi.2017.04.017	*Symptom severity prediction from neuropsychiatric clinical records: Overview of 2016 CEGS N-GRID shared tasks Track 2*	19	2017
10	10.1016/j. neuroimage.2017.08.006	*Task modulations and clinical manifestations in the brain functional connectome in 1615 fMRI datasets*	19	2017
11	10.1016/j. neuroimage.2015.12.050	*Decoding negative affect personality trait from patterns of brain activation to threat stimuli*	15	2017
12	10.3233/JAD-160560	*Development of a late-life dementia prediction index with supervised machine learning in the population-based CAIDE study*	15	2017
13	10.7717/peerj-cs.177	*SNARE-CNN: A 2D convolutional neural network architecture to identify SNARE proteins from high-throughput sequencing data*	13	2019
14	10.1016/j.jbi.2017.05.015	*Symptom severity classification with gradient tree boosting*	10	2017
15	10.1016/j. eurpsy.2016.06.004	*Cognitive behavioral therapy for compulsive buying behavior: Predictors of treatment outcome*	10	2017
16	10.1016/j. jns.2016.04.030	*Prediction of individual clinical scores in patients with Parkinson's disease using resting-state functional magnetic resonance imaging*	10	2016

Tabla 1 – Artículos seleccionados. Fuente: Elaboración propia.

3. Resultados de la revisión sistemática de la literatura

Para dar respuesta a las preguntas de investigación planteadas, se realizó la lectura completa de los 16 artículos seleccionados con la metodología descrita anteriormente, a cada uno de éstos se les construyó una ficha técnica en la que se incluyeron los componentes más relevantes, tales como el propósito general del artículo, cómo daba respuesta a la(s) pregunta(s) de investigación, qué preguntas quedaban sin responder y el resumen. Con base en esto se dio respuesta a las preguntas como se describe a continuación:

P1. ¿Cuáles son las principales metodologías estadísticas utilizadas para la predicción de las enfermedades mentales?

En 6 de los artículos (2,3,7,10,11,15 descritos en la tabla 1), los cuales representan el 37.5% del total revisados, se implementaron regresiones logísticas para predecir enfermedades mentales, las cuales contribuyen a un mejor ajuste de las predicciones aun teniendo un número considerable de variables predictoras(Granero et al., 2017).

En 3 de los artículos (18.8%) utilizaron redes neuronales (1,5,13 descritos en la tabla 1), es importante aclarar que, si bien en el artículo número 1 la implementación de la red neuronal es para predecir las trayectorias de atención médica a partir de registros médicos, y no las enfermedades mentales, dicha metodología es extrapolable dado que los parámetros utilizados son homologables aun teniendo una función objetivo diferente. Estas 2 metodologías son las más representativas (56.3% del total de los artículos). En los demás, utilizaron metodologías como árboles de decisión (artículo número 9), regresión de cox (artículo número 8) y de más metodologías mostradas en la figura 4.

Entre estas metodologías se encuentra el índice de estado de enfermedad con sus siglas en inglés (DSI) el cual es un método de aprendizaje automático supervisado diseñado para su implementación práctica como un sistema de apoyo a la toma de decisiones clínicas. El DSI se ha probado ampliamente y se ha demostrado que funciona bien en el contexto de la mejora del diagnóstico precoz de la enfermedad de Alzheimer y el diagnóstico diferencial de enfermedades neurodegenerativas (Pekkala et al., 2016).

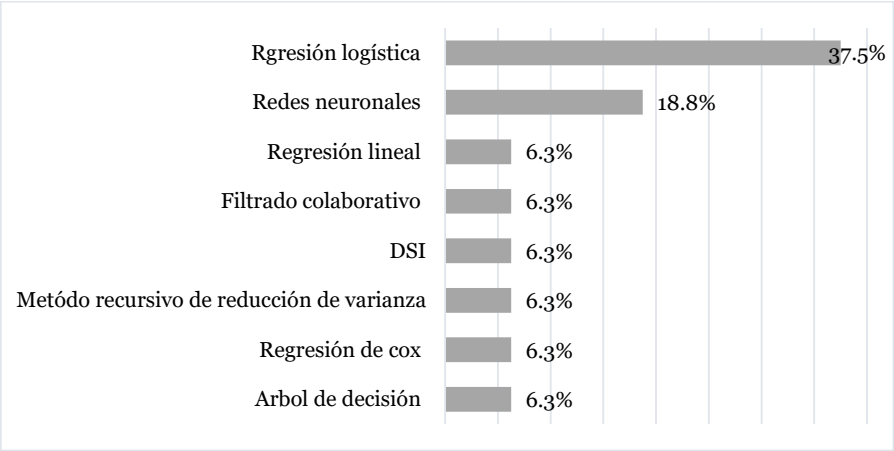


Figura 4 – Metodologías Estadísticas. Fuente: Elaboración propia.

P2. ¿Cuáles son las principales variables utilizadas para predecir enfermedades mentales?

En términos generales, los artículos plantean que los datos sociodemográficos tales como el sexo, la edad y el nivel educativo son importantes a la hora de predecir las enfermedades mentales, sin embargo, las neuroimágenes se convierten en variables indispensables a la hora de realizar las predicciones. Como se muestra en la figura 5, el 37% de los artículos que describen de manera detallada las variables utilizadas para la predicción, relacionan las neuroimágenes y adicional lo plantean como una posibilidad de mejorar la precisión de dichos modelos (Addington et al., 2018), así mismo como el comportamiento de publicaciones en Facebook. (Eichstaedt et al., 2018).

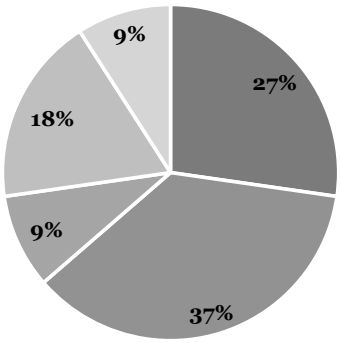


Figura 5 – Variables predictoras Fuente: Elaboración propia.

P3. ¿Cuáles son los factores de riesgo relacionados con enfermedades mentales?

Los principales factores de riesgo asociados con las enfermedades mentales según la revisión sistemática son los comportamientos depresivos, el sexo (hombre) y el consumo de sustancias psicoactivas. Como se muestra en la tabla 2:

Factor de Riesgo	Artículos que lo relacionan
Comportamientos depresivos	2, 14, 12, 15, 9
Ortografía	3
Enfermedad mental como factor de riesgo de la hipertensión	1
Sexo - hombre	15
Consumo sustancias psicoactivas	9

Tabla 2 – Factores de riesgo asociados a enfermedades mentales.
Fuente: Elaboración propia.

Es importante aclarar que, si bien se describen factores de riesgo relacionados de manera directa con las enfermedades mentales, existen evidencias de que la enfermedad mental como tal puede convertirse en un factor de riesgo para el desarrollo de otras enfermedades como la hipertensión, es por esto que toma relevancia la identificación de dichos factores de riesgo ya que si logran combatirse y llegar a una gestión proactiva de afiliados a las diferentes aseguradoras de la salud se mitigan a su vez enfermedades de diferentes tipos.

P4. ¿Cuál es el estado actual y los desafíos investigativos de los modelos estadísticos aplicados a la predicción de enfermedades mentales?

En términos generales, se muestra un uso significativo de las metodologías para la predicción de enfermedades mentales, sin embargo, no se han realizado intentos para investigar el rol de los neurobiológicos y marcadores genéticos en modelos de predicción para los servicios médicos integrales (Addington et al., 2018), adicionalmente es importante profundizar en investigaciones que incorporen una gama más amplia de tareas cognitivas que involucren diferentes modalidades sensoriales (auditivas, somatosensoriales, motoras) y métodos de aprendizaje que puedan mejorar la precisión en los diferentes modelos. (Gonzalez-Castillo & Bandettini, 2018).

En cuanto al uso de las notas psiquiátricas es un desafío para los programadores neurolingüísticos el uso e interpretación de notas en formato incorrecto (Filannino et al., 2017) que a su vez abren posibilidades no solo de predecir las enfermedades sino los medicamentos que aplican para cada una de ella (Pham et al., 2017).

4. Conclusiones

Los resultados más importantes de la revisión sistemática de la literatura sugieren que entre las principales metodologías de *machine learning* utilizadas para la predicción de enfermedades mentales, se encuentran las redes neuronales y las regresiones logísticas, las cuales agregan valor en la medida que permiten clasificar a las personas de acuerdo con las probabilidades de presentar una enfermedad mental lo que permitiría una gestión anticipada por parte de las aseguradoras en salud.

Las principales variables que deben tenerse en cuenta a la hora de desarrollar dichos modelos, según lo señala la revisión, son las sociodemográficas específicamente el sexo y la edad, así mismo las notas psiquiátricas que dan cuenta del estado mental previo de las personas que se incluirían en los estudios, y no menos importante y en concordancia con la dinámica social actual el comportamiento de publicaciones en redes sociales, haciendo énfasis en el contenido de las publicaciones, la ortografía y el número de interacciones.

Partiendo de la dinámica mundial enfocada en promoción de la salud y prevención de la enfermedad, es importante la identificación de los factores de riesgo asociados a las enfermedades mentales, ya que su anticipación apunta a la calidad de vida de las personas y a la disminución de costos en el sector salud, y a su vez la prevención de las enfermedades disminuye la probabilidad de presentar comorbilidades adicionales como la hipertensión y la diabetes. Dichos factores de riesgo están principalmente relacionados con las variables sociodemográficas específicamente el sexo y la edad, y los antecedentes de depresión y de más síntomas mentales relacionados.

Referencias

Addington, J., Goldstein, B. I., Wang, J. L., Kennedy, S. H., Bray, S., Lebel, C., Hassel, S., Marshall, C., & MacQueen, G. (2018). Youth at-risk for serious mental illness: Methods of the PROCAN study. *BMC Psychiatry*, *18*(1). https://doi.org/10.1186/s12888-018-1801-0

Castro, H. M. L. (2005). *REVISTA DE PSIQUIATRIA Y SALUD MENTAL HERMILIO VALDIZAN ESTIGMA Y ENFERMEDAD MENTAL: UN PUNTO DE VISTA HISTORICO-SOCIAL*.

Eichstaedt, J. C., Smith, R. J., Merchant, R. M., Ungar, L. H., Crutchley, P., Preoţiuc-Pietro, D., Asch, D. A., & Schwartz, H. A. (2018). Facebook language predicts depression in medical records. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, *115*(44), 11203–11208. https://doi.org/10.1073/pnas.1802331115

Filannino, M., Stubbs, A., & Uzuner, Ö. (2017). Symptom severity prediction from neuropsychiatric clinical records: Overview of 2016 CEGS N-GRID shared tasks Track 2. *Journal of Biomedical Informatics*, *75*, S62–S70. https://doi.org/10.1016/j.jbi.2017.04.017

Gonzalez-Castillo, J., & Bandettini, P. A. (2018). Task-based dynamic functional connectivity: Recent findings and open questions. *NeuroImage*, *180*. https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2017.08.006

Granero, R., Fernández-Aranda, F., Mestre-Bach, G., Steward, T., Baño, M., Agüera, Z., Mallorquí-Bagué, N., Aymamí, N., Gómez-Peña, M., Sancho, M., Sánchez, I., Menchón, J. M., Martín-Romera, V., & Jiménez-Murcia, S. (2017). Cognitive behavioral therapy for compulsive buying behavior: Predictors of treatment outcome. *European Psychiatry*, *39*. https://doi.org/10.1016/j.eurpsy.2016.06.004

Kessler, R. C., van Loo, H. M., Wardenaar, K. J., Bossarte, R. M., Brenner, L. A., Cai, T., Ebert, D. D., Hwang, I., Li, J., de Jonge, P., Nierenberg, A. A., Petukhova, M. v., Rosellini, A. J., Sampson, N. A., Schoevers, R. A., Wilcox, M. A., & Zaslavsky, A. M. (2016). Testing a machine-learning algorithm to predict the persistence and severity of major depressive disorder from baseline self-reports. *Molecular Psychiatry*, *21*(10), 1366–1371. https://doi.org/10.1038/mp.2015.198

Le, N. Q. K., & Nguyen, V. N. (2019). SNARE-CNN: A 2D convolutional neural network architecture to identify SNARE proteins from high-throughput sequencing data. *PeerJ Computer Science*, *2019*(5). *https://doi.org/10.7717/peerj-cs.177*

Minsalud. (2020). Minsalud ratifica su compromiso con la salud mental de los colombianos. Ministerio de salud. https://www.minsalud.gov.co/Paginas/Minsalud-ratifica-su-compromiso-con-la-salud-mental-de-los-colombianos.aspx

OMS. (2012). Plan de acción sobre salud mental 2013-2020. Organización Mundial de la Salud. https://www.who.int/mental_health/publications/action_plan/es

OMS. (2016). ¿Qué es la promoción de la salud? Organización Mundial de la Salud. https://www.who.int/features/qa/health-promotion/es/

Pekkala, T., Hall, A., Lötjönen, J., Mattila, J., Soininen, H., Ngandu, T., Laatikainen, T., Kivipelto, M., & Solomon, A. (2016). Development of a Late-Life Dementia Prediction Index with Supervised Machine Learning in the Population-Based CAIDE Study. *Journal of Alzheimer's Disease*, *55*(3). https://doi.org/10.3233/JAD-160560

Pham, T., Tran, T., Phung, D., & Venkatesh, S. (2017). Predicting healthcare trajectories from medical records: A deep learning approach. *Journal of*

Biomedical Informatics, *69*, 218–229. https://doi.org/10.1016/j.jbi.2017.04.001

risti
Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação
Iberian Journal of Information Systems and Technologies

Recebido/Submission: 02/05/2021
Aceitação/Acceptance: 25/07/2021

Detección de fraudes por reclamos engañosos de clientes en entidades bancarias a través de técnicas de minería de datos: una revisión sistemática.

Melissa Viana Henao[1], Lillyana María Giraldo Marín[2], Herman Horacio Jaramillo Villegas[3], Carlos César Piedrahita Escobar[4], Lina Maria Sepulveda Cano[5]

mvianah1@gmail.com; lmgiraldo@udem.edu.co; hjaramillo@udem.edu.co; cpiedrahita@udem.edu.co; lmsepulveda@udem.edu.co

[1] Estudiante Maestría en Modelación y Ciencia Computacional, Universidad de Medellín, Antioquia, Colombia

[2]Profesor titular, Facultad de Ingenierías, Universidad de Medellín, Antioquia, Colombia

[3] Profesor, Facultad de Ciencias Básicas, Universidad de Medellín, Antioquia, Colombia

[4] Profesor, Facultad de Ciencias Básicas, Universidad de Medellín, Antioquia, Colombia

[5] Profesor asociado, Grupo de Investigación Arkadius, Facultad de Ingenierías, Universidad de Medellín, Antioquia, Colombia

Pages: 276-286

Resumen: En el sector bancario se dan reclamaciones por parte de los clientes, y al igual que en el sector de los seguros, algunos corresponden a casos de fraude. Este trabajo busca dar una revisión de literatura que permita dar cuenta de los trabajos en minería de datos que se han hecho referente al tema. La metodología de análisis está enmarcada en el levantamiento de información científica que se ha investigado en el periodo 2015-2019. Se plantean dos ecuaciones de búsqueda en bases de datos y en un proceso de varias fases se seleccionaron los documentos que son objeto de estudio. En los resultados se encontraron 13 documentos relevantes, que aplican técnicas de minería de datos que acá se han agrupado en cinco categorías, y 30 técnicas, las que mejor rendimiento han mostrado han sido las redes neuronales, árboles de decisión y máquinas de soporte vectorial.

Palabras-clave: detección de fraude; reclamación fraudulenta; minería de datos; revisión sistemática.

Detection of fraud due to misleading customer claims in banking entities through data mining techniques: a systematic review.

Abstract: In the banking sector there are claims from customers, and as in the insurance sector, some correspond to cases of fraud. This work seeks to provide a literature review that allows an account of the data mining work that has been done on the subject. The analysis methodology is in place in the gathering of

scientific information that has been investigated in the period 2015-2019. Two search equations are proposed and in a process of several phases the documents that are the object of study were selected. In the results, 13 relevant documents were found, which apply data mining techniques that have been grouped here into 5 categories, and 30 techniques, which have shown the best performance have been neural networks, decision trees and vector support machines.

Keywords: fraud detection, fraudulent claim, data mining, systematic review

1. Introducción

A nivel mundial se considera el sector bancario como uno de los sectores económicos de cada país. Estos, se encuentran regulados y vigilados por las normativas de control a nivel local. En el caso de Colombia es la Superintendencia Financiera de Colombia (SFC) quien inspecciona, vigila y controla este sector (República de Colombia, 1993). A nivel internacional también se presentan una serie de recomendaciones por parte del Comité de Basilea para el funcionamiento de las entidades bancarias (Banco de pagos internacionales, 2004). En ambos contextos las entidades bancarias son recomendadas a controlar los riesgos inherentes en sus operaciones, entre ellos el fraude de las reclamaciones de los clientes de la entidad por las operaciones adheridas a los productos financieros que se ofrecen.

El presente trabajo pretende revisar e indagar el estado documental de investigaciones realizadas con referencia a la detección de fraudes por reclamaciones de clientes en entidades bancarias a través de técnicas de minería de datos. Los actores son los consumidores financieros y pueden realizar quejas o reclamos según lo estipulado en la ley 1328 de 2009 (Congreso de la República, 2009), la cual consiste en la manifestación de la inconformidad expresada por un consumidor financiero respecto de un producto o servicio adquirido, ofrecido o prestado por una entidad vigilada.

En Colombia, durante el 2019 se recibieron 1.341.527 quejas o reclamos de consumidores financieros, de las cuales el 68% pertenecen al sector bancario. Entre los motivos más frecuentes están: revisión y/o liquidación, fallas en cajero automático, descuentos injustificados, cobro servicios y/o comisiones, suplantación presunta de persona, entre otras (Superintendencia Financiera de Colombia, 2020). Para cada una de estas quejas o reclamos, los bancos se ven en la tarea de investigar y recopilar pruebas con el fin de determinar cuáles corresponden a reclamaciones legítimas para realizar las devoluciones monetarias a sus clientes o cuáles corresponden a reclamaciones engañosas para impedir su materialización. Adicionalmente, durante el proceso de averiguación se enfrentan al reto de atenderlas eficientemente de acuerdo con los plazos y condiciones establecidos por la ley.

Los reclamos fraudulentos a los que están expuestas las entidades bancarias, pueden no ser identificados oportunamente, generando que las pérdidas por fraude se contabilicen y por ende haya una reducción de las ganancias. Es un desafío para el sector bancario el análisis de estas solicitudes y una alternativa para intervenir esta problemática se da a través del apoyo de herramientas que gestionen el riesgo y puedan ayudar a mitigarlo de forma eficiente.

Este documento busca dar cuenta de los trabajos que se han realizado con referencia al tratamiento de las reclamaciones fraudulentas de clientes, para recoger la información de los trabajos analíticos que se han aportado y las soluciones que se han planteado. El documento presenta la revisión de literatura e incluye el apartado de la metodología, en el cual se detalla la búsqueda de información y se caracterizan los documentos encontrados. Adicionalmente se presentan las conclusiones y referencias utilizadas.

2. Metodología

Para llevar a cabo la exploración bibliográfica, se empleó el método de revisión sistemática de la literatura (RSL), que consiste en una manera de evaluar e interpretar toda la investigación disponible relevante (Kitchenham, 2004). Las fases propuestas de la metodología se llevaron a cabo a través de los siguientes puntos: definición de la búsqueda, ejecución de la búsqueda y resultados de la revisión sistemática de literatura.

2.1. Definición de la búsqueda

Esta exploración tiene como objetivo revisar y resumir la investigación realizada sobre la detección de fraudes por reclamaciones engañosas de clientes en entidades bancarias y particularmente se pretende hacer énfasis en la aplicación de las técnicas de minería de datos para detectarlos y/o anticiparlos oportunamente. Para llevar a cabo la búsqueda se plantearon las siguientes preguntas de investigación:

P1. ¿En los artículos publicados, cuáles técnicas de minería de datos se han utilizado para la detección de fraudes por reclamaciones de clientes?

P2. ¿Qué técnicas de validación se han utilizado para los modelos de detección de fraudes por reclamaciones de clientes?

P3. ¿Se ha empleado la información textual de las reclamaciones de los clientes en los modelos para detección de fraudes por reclamaciones?

P4. ¿En qué áreas de aplicación se han utilizado los modelos de detección de fraudes por reclamaciones de clientes?

P5. ¿Cuál es el estado actual y los desafíos investigativos de los modelos de minería de datos aplicados en reclamaciones de clientes?

2.2. Ejecución de búsqueda

En la búsqueda del tema a desarrollar, se utilizaron las bases de datos Scopus, Science Direct e IEEE, ya que son reconocidas en la comunidad científica por albergar artículos relacionados con la analítica. Se utilizaron dos ecuaciones de búsqueda que incluían principalmente los siguientes términos: reclamación, fraude, detección y bancario, junto a operadores de búsqueda. Sin embargo, dicha exploración inicial no mostró resultados satisfactorios cuando se delimitaron los artículos a lo bancario, por lo tanto, se optó finalmente por unas ecuaciones más genéricas donde se encontraron documentos con relación al tema de interés, pero aplicados a otros contextos como el de los seguros.

1. *claim AND fraud*
2. (*detecting fraudulent claims*) *OR* ((*text mining OR natural language*). *AND* (*fraudulent claims OR fraud detection*))

Los criterios de inclusión de la información se muestran en la tabla 1.

	Criterios de inclusión		
Base de Datos	**Campo de Búsqueda**	**Lenguaje**	**Tipo de documento**
Scopus	Título	Inglés	Artículos
ScienceDirect	Título, palabras clave y resumen	Sin filtros	Artículos
IEEE	Título, palabras clave y resumen	Sin filtros	Conferencias y revistas

Fuente: elaboración propia

Tabla 1– Filtros aplicados a las bases de datos por ecuaciones de búsqueda

El total de artículos encontrados para cada una de las bases de datos se muestran en la tabla 2:

Base de datos	Cadena de búsqueda 1	Cadena de búsqueda 2
Scopus	88	3
ScienceDirect	99	32
IEEE	89	73
Total	276	108

Fuente: elaboración propia

Tabla 2 – Cantidad de artículos por base de datos y ecuación de búsqueda.

En los 384 artículos encontrados con las dos combinaciones de términos en las bases de datos, se realizaron criterios de exclusión adicionales primero para retirar artículos repetidos, segundo para incluir aquellos que estuvieran relacionados con el tema de estudio, y tercero para excluir los documentos a los que no se tenía acceso, quedando así con un 21.6% de los documentos iniciales.

2.2.1. Vigencia del Tema

En el gráfico de líneas de la figura 1, se indica el número de publicaciones por año sobre reclamaciones fraudulentas que se han realizado a lo largo del tiempo. Allí se puede observar un aumento gradual en el número de publicaciones hasta el año 2015, a partir de ahí se evidencia un crecimiento muy notorio del número de publicaciones respecto al tema.

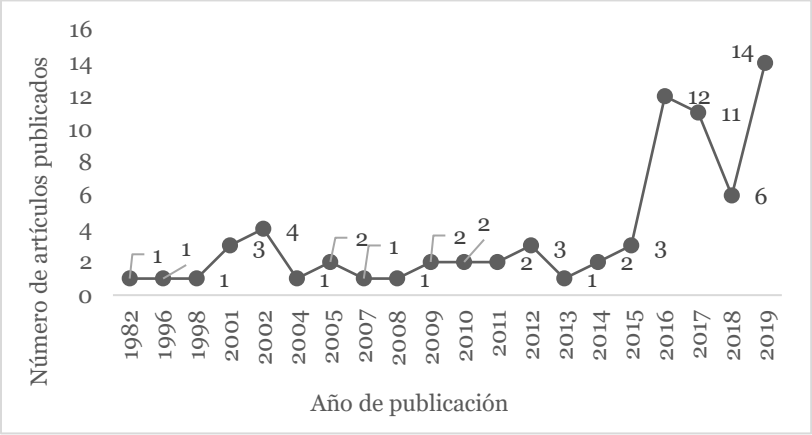


Figura 1 – Número de publicaciones por año sobre reclamaciones fraudulentas
Fuente: elaboración propia

2.2.2. Artículos a revisar

Del 21.6% de los artículos incluidos se seleccionaron finalmente los publicados en el periodo 2015-2020, con un mínimo de una citación. Así, el número total de artículos se redujo a 36, de estos el 36% representan el 81% de las citaciones sobre el tema.

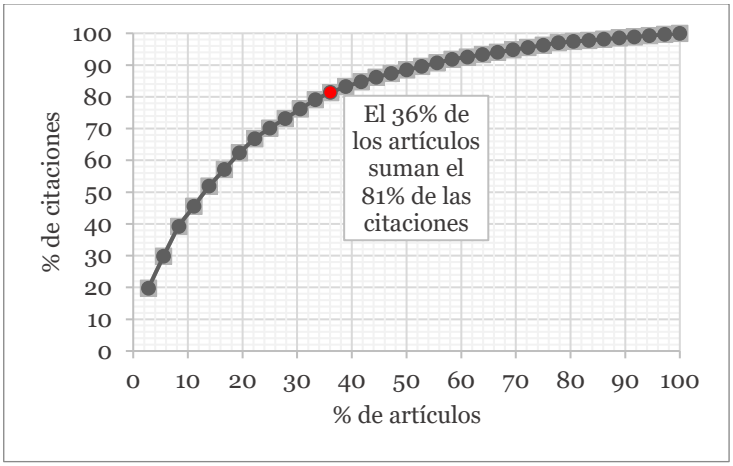


Figura 2 – Diagrama de Pareto para los artículos encontrados
Fuente: elaboración propia

Cabe resaltar que, a los 13 artículos más relevantes, es decir aquellos con mayor número de citaciones que se priorizaron a partir del diagrama de Pareto, se le consideró como

factor de selección que el título y el resumen del artículo tuvieran relación con el tema de estudio.

ID	Título	Autores/ año	Número de citas
1	Leveraging deep learning with LDA-based text analytics to detect automobile insurance fraud	Wang, Y. y Xu, W. (2018)	53
2	An interactive machine-learning-based electronic fraud and abuse detection system in healthcare insurance	Kose I., Gokturk M, y Kilic, K. (2015)	27
3	A principle component analysis-based random forest with the potential nearest neighbor method for automobile insurance fraud identification	Li, Y., Yan, C., Liu, W, y Li, M. (2018)	25
4	A Novel Method for Fraudulent Medicare Claims Detection from Expected Payment Deviations (Application Paper)	Bauder, R.A. y Khoshgoftaar, T.M. (2013)	17
5	Predicting Medical Provider Specialties to Detect Anomalous Insurance Claims	Bauder, R.A. y Khoshgoftaar, T.M., Richter y A. Herland, M. (2016)	17
6	Improving fraud and abuse detection in general physician claims: A data mining study	Joudaki, H., Raashidian, A., Minaei-Bigdoli, B., Mahmoodi, M., Geraili, B., Nasiri, M, y Arab M. (2016)	14
7	Fraud detection in health insurance using data mining techniques	Rawte, V, y Anuradha G. (2015)	14
8	A Probabilistic Programming Approach for Outlier Detection in Healthcare Claims	Bauder, R. A y Khoshgoftaar, T. M. (2016)	12
9	Auto insurance fraud detection using unsupervised spectral ranking for anomaly	Nian, K., Zhang, H., Tayal, A., Coleman, T, y Li, Y. (2016)	9
10	Use of optimized Fuzzy C-Means clustering and supervised classifiers for automobile insurance fraud detection	Subudhi, S., y Panigrahi, S. (2020)	8
11	Multi-stage methodology to detect health insurance claim fraud	Johnson, M.E. y Nagarur, N. (2016)	8
12	Bayesian multinomial latent variable modeling for fraud and abuse detection in health insurance	Bayerstadler, A., van Dijk, L. y Winter, F. (2016)	8
13	Machine learning algorithms for document clustering and fraud detection	Yaram, S. (2016).	6

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3 – Artículos seleccionados.

2.3. Resultados de la revisión sistemática de literatura

Las respuestas a las preguntas de investigación se extraen de los 13 artículos finales a través de una revisión con varios criterios que permitieran caracterizarlos, entre estos el año de publicación, el tema, el objetivo, la técnica de minería de datos empleada, las variables utilizadas, la métrica de evaluación y el resultado; y otra información relevante que permitiera conocer a grandes rasgos sobre las investigaciones que se han llevado a cabo sobre la detección de reclamaciones fraudulentas de clientes. A continuación, se muestran los hallazgos de cada una de las preguntas formuladas:

P1. ¿En los artículos publicados, cuáles técnicas de minería de datos se han utilizado para la detección de fraudes por reclamaciones de clientes?

En los diferentes documentos, se identificaron varias técnicas analíticas como propuesta para la detección oportuna de fraudes. El 52% de los artículos utilizaron algoritmos híbridos (1,2,3,6,7,10,11,12), es decir, una combinación de diferentes metodologías, el restante utilizó un solo modelo. Cabe resaltar que las metodologías más comunes fueron bosques aleatorios y máquinas de soportes vectorial. A Continuación, se presentan las técnicas utilizadas en los diferentes artículos a partir de cinco grupos, clasificación, agrupación, regresión y estadística.

Técnicas de Minería de Datos			
Clasificación	**Agrupación**	**Regresión**	**Estadística**
Red neuronal profunda (DNN) (1)	Asignación de Dirichlet Latente (LDA) (1)	Modelo lineal generalizado(GML) (4)	Análisis de componentes principales (PCA) (3)
Bosque aleatorio (RF) (1,3,9,11,12,13)	Procesamiento analítico jerárquico (AHP) (2,6)	Variación del GLM estándar (GLMNET) (4)	Modelo de probabilidad bayesiano (8,12)
Máquinas de soporte vectorial (SVM) (4,7,9,10)	Maximización de expectativas (EM) (2)	GLM con inferencia bayesiana (BayesGLM) (4)	Factor de valor atípico local (LOF) (9)
Naive Bayes (5,13)	Vecino más cercano (KNN) (3,11)	Splines de regresión adaptativa multivariante (MARS) (4,12)	Análisis factorial (12)
Árboles de decisión (DT) (10,13)	Método de clusterización evolucionado (ECM) (7)	Regresión logística multinomial (12)	Análisis discriminante (6)
Método grupal de manejo de datos (GMDH) (10)	Fuzzy C-Means (FCM) (10)		
Perceptrón multicapa (10)	K-Means (13)		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4 – Técnicas de minería de datos utilizadas en los artículos revisados.

P2. ¿Qué técnicas de validación se han utilizado para los modelos de detección de fraudes por reclamaciones de clientes?

De los modelos que presentan validación, 5 estudios (38%) (1,3,4,5,10) especificaron haber utilizado una validación cruzada, sin embargo, cada uno con su propia definición del número de iteraciones; 2 de los artículos (15%) (2,12), mencionaron haber hecho uso de la curva ROC, otros 2 de los documentos (15%) (2,13) indicaron haber trabajado con una matriz de confusión, y solo 1 (8%) (6), optó por realizar un análisis discriminante. Los otros 4 artículos restantes no detallaron el tipo de validación para los modelos propuestos.

P3. ¿Se ha empleado la información textual de las reclamaciones de los clientes en los modelos para detección de fraudes por reclamaciones?

A partir de la revisión sistemática de literatura, se encontró que tan solo uno de los documentos ha profundizado en una propuesta para emplear la información textual de las reclamaciones de los clientes. En ese caso se utilizó como parte de un modelo híbrido, donde en una de las fases trata de extraer el tema oculto en la descripción del texto, sin embargo, rara vez se han estudiado estas soluciones para analizar este tipo de fraudes (Wang y Xu, 2018), solo un artículo hizo referencia a la importancia de hacer análisis textual.

P4. ¿En qué áreas de aplicación se han utilizado los modelos de detección de fraudes por reclamaciones de clientes?

Tal como se mencionó anteriormente, durante el proceso de búsqueda se llevó a cabo una exploración en la cual se pudo evidenciar que no era común encontrar investigaciones que utilizaran técnicas de minería de datos para detectar fraudes por reclamaciones de clientes en entidades bancarias, sino que por el contrario la mayoría de las aplicaciones pertenecían al sector de los seguros. Tal como se puede evidenciar en la figura 3, la mayoría corresponde al área de seguros médicos y específicamente se hace mención al programa federal de Estados Unidos llamado Medicare, el cual ha sido reconocido por atender un gran número de reclamaciones engañosas. De la misma manera también se encuentran aplicaciones en el sector de los seguros de automóviles y tan solo en uno de los casos de la revisión sistemática de literatura no se detalló el tipo de seguro.

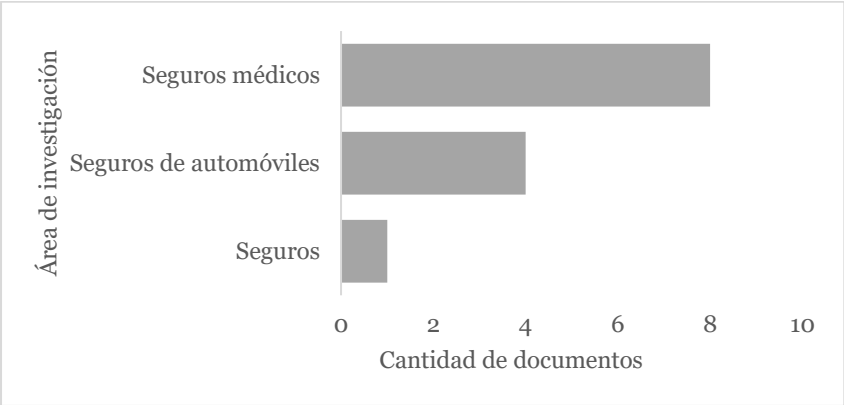


Figura 3 – Áreas de aplicación de los modelos de detección de reclamaciones fraudulentas y cantidad de artículos.

Elaboración propia

P5. ¿Cuál es el estado actual y los desafíos investigativos de los modelos de minería de datos aplicados en reclamaciones de clientes?

Los trabajos de investigación recopilados en la tabla 3, dan cuenta de que los algoritmos de minería de datos utilizados incluyen metodologías estadísticas, técnicas de clasificación, agrupación, regresión, reducción de dimensionalidad y detección de datos atípicos. Los objetivos son claros frente a lo que se desea analizar. Sin embargo, varios de los trabajos resaltan las redes neuronales y las máquinas de soporte vectorial como técnicas con alto poder predictivo.

Los diferentes autores también hacen hincapié en que hay varios aspectos por analizar antes de seleccionar una técnica para detectar reclamaciones fraudulentas de clientes. Para realizar un análisis supervisado, se debe partir de una buena definición del fraude para identificar aquella variable que se va a predecir. Sin embargo, también es posible implementar técnicas no supervisadas para explorar los datos.

Uno de los principales desafíos investigativos en la utilización de técnicas de minería de datos para la detección de reclamaciones fraudulentas de clientes es poder extrapolar las técnicas utilizadas a otros contextos con datos diferentes a los de reclamaciones de seguros. Adicionalmente, poder reducir la subjetividad en la selección de las variables y el juicio de los expertos al momento de solucionar las reclamaciones presentadas por los clientes.

Adicionalmente, como trabajo futuro se propone encontrar formas de mejorar los resultados de los distintos modelos propuestos para la detección de reclamaciones fraudulentas de clientes en las diferentes áreas de aplicación.

3. Conclusiones

Los expertos en las áreas de servicio, ya sea del sector real, bancario o de salud, deben ser capaces gestionar oportunamente la exposición al riesgo de fraude por reclamaciones de clientes, ya sea a través de la atención manual de cada una de las solicitudes o a través de técnicas de minería de datos, que permitan detectar y anticipar la materialización del fraude. Se debe continuar haciendo un análisis exhaustivo de las variables que puedan tener poder predictivo para detectar el fraude. Frente a los actores del hecho de fraude no necesariamente son siempre los clientes, en los modelos de análisis se deben incluir otros actores como el personal interno de la entidad o los proveedores.

El análisis de la información textual de las reclamaciones de los clientes es un área de estudio en el tema de los fraudes, debido a que la descripción dada por el cliente o demás actores podría mejorar el rendimiento de los modelos para la detección de reclamaciones fraudulentas. Adicionalmente, con base en la revisión de los artículos seleccionados, se observa una oportunidad de continuar explorando la aplicación del uso de la información textual de las reclamaciones en los modelos, ya que rara vez se ha utilizado.

Frente a las aplicaciones en el sector bancario, a pesar de que no se encontraron trabajos relacionados directamente con reclamaciones de clientes en entidades bancarias, se encontró la misma temática para el sector salud y de automóviles. Los documentos

recopilados permiten tener un diagnóstico de posibles aplicaciones que se puedan extrapolar con el uso de datos del sector bancario.

De la búsqueda se concluye que la implementación de modelos híbridos muestra buenos resultados para analizar casos de fraude.

Referencias

Banco de pagos internacionales. (2004). Aplicación de Basilea II: aspectos prácticos. Press & Communications. https://www.bis.org/publ/bcbs109esp.pdf

Bauder, R.A. y Khoshgoftaar, T.M. (2013). A novel method for fraudulent medicare claims detection from expected payment deviations. 17º Conferencia Internacional sobre Reutilización e Integración de la Información, 11–9. 10.1109/IRI.2016.11

Bauder, R.A. y Khoshgoftaar, T.M., Richter y A. Herland, M. (2016). Predicting medical provider specialties to detect anomalous insurance claims. 28º Congreso Internacional de Herramientas con Inteligencia Artificial, 784–790. 10.1109/ICTAI.2016.120

Bauder, R. A y Khoshgoftaar, T. M. (2016). A probabilistic programming approach for outlier detection in healthcare claims. Conferencia internacional sobre aplicaciones y aprendizaje automático, 347–354. 10.1109/ICMLA.2016.28

Bayerstadler, A., van Dijk, L. y Winter, F. (2016). Bayesian multinomial latent variable modeling for fraud and abuse detection in health insurance. Insurance Mathematics and Economic, 71, 244–252. http://dx.doi.org/10.1016/j.insmatheco.2016.09.013

Congreso de la República. (2009). Ley 1328 de 2009. http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/ley_1328_2009.html

Johnson, M.E. y Nagarur, N. (2016). Multi-stage methodology to detect health insurance claim fraud. Health Care Management Science, 19(3), 249–260. 10.1007/s10729-015-9317-3

Joudaki, H., Raashidian, A., Minaei-Bigdoli, B., Mahmoodi, M., Geraili, B., Nasiri, M, y Arab M. (2016). Improving fraud and abuse detection in general physician claims: A data mining study. Journal of health policy and Management, 5(3), 165-172. 10.15171/ijhpm.2015.196

Kose I., Gokturk M, y Kilic, K. (2015). An interactive machine-learning-based electronic fraud and abuse detection system in healthcare insurance. Applied Soft Computing, 36, 283–99. http://dx.doi.org/10.1016/j.asoc.2015.07.018

Li, Y., Yan, C., Liu, W, y Li, M. (2018). A principle component analysis-based random forest with the potential nearest neighbor method for automobile insurance fraud identification. Applied Soft Computing, 70: 1000–1009. https://doi.org/10.1016/j.asoc.2017.07.027

Nian, K., Zhang, H., Tayal, A., Coleman, T, y Li, Y. (2016). Auto insurance fraud detection using unsupervised spectral ranking for anomaly. The Journal of Financ Data Science, 2(1), 58–75. http://dx.doi.org/10.1016/j.jfds.2016.03.001

Rawte, V, y Anuradha G. (2015). Fraud detection in health insurance using data mining techniques Conferencia internacional sobre tecnología de la comunicación, la información y la informática, 1-5. 10.1109/ICCICT.2015.7045689

República de Colombia. (1993). Estatuto Orgánico del Sistema Financiero. https://www.superfinanciera.gov.co/jsp/11301

Subudhi, S., y Panigrahi, S. (2020). Use of optimized Fuzzy C-Means clustering and supervised classifiers for automobile insurance fraud detection. Journal of Computing and Information Sciencie. 2020; 32(5):568–75. https://doi.org/10.1016/j.jksuci.2017.09.010

Superintendencia Financiera de Colombia. (2020). https://www.superfinanciera.gov.co/inicio/consumidor-financiero/informacion-general/quejas-contra-entidades-vigiladas/datos-estadisticos-cifras/informacion-estadistica-anual-11129

Wang, Y. y Xu, W. (2018). Leveraging deep learning with LDA-based text analytics to detect automobile insurance fraud. Decision Support System, 105, 87–95. https://doi.org/10.1016/j.dss.2017.11.001

Yaram, S. (2016). Machine learning algorithms for document clustering and fraud detection. International Conference on Data Science and Engineering (ICDSE), 1-6. 10.1109/ICDSE.2016.7823950

risti
Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação
Iberian Journal of Information Systems and Technologies

Recebido/Submission: 12/04/2021
Aceitação/Acceptance: 08/06/2021

Propuesta metodológica para la implementación de un gobierno de datos enfocado en calidad de datos

Mauricio Garcés Ordóñez[1], Mayda Patricia González Zabala[2]

mauriciogarceso@unimagdalena.edu.co; mpgonzalez@unimagdalena.edu.co

[1] Universidad del Magdalena, Calle 32 No 22-08, 470004, Santa Marta - Magdalena, Colombia.

[2] Universidad del Magdalena, Calle 32 No 22-08, 470004, Santa Marta - Magdalena, Colombia.

Pages: 287-298

Resumen: Este artículo presenta una investigación que entrega una propuesta metodológica para guiar la implementación de un gobierno de datos (GD) enfocado en calidad de datos. El proceso se desarrolló en tres etapas, la primera fue el diseño inicial de la metodología basada en la guía técnica "MGGTI.G.INF.05 Guía Técnica de Información - Gobierno del dato" entregada por MinTIC y en los estándares de buenas prácticas en arquitectura, gestión y GD. La segunda etapa consistió en la evaluación de una prueba piloto para identificar ajustes y mejora. Por último, se realizó el diseño final de la metodología. Como resultado, se obtuvo una metodología compuesta por fases, actividades con objetivos y entregables que orientan a los profesionales de las Tecnologías de la Información (TI) a planificar e implementar un GD enfocado en calidad de datos con el propósito de fortalecer la ciberseguridad dentro de los procesos de negocios de la organización.

Palabras-clave: Gobierno de datos; Calidad de datos; Ciberseguridad; Metodología; Buenas prácticas.

Methodological proposal for the implementation of a data governance focused on data quality

Abstract: This article presents an investigation that provides a methodological proposal to guide the implementation of a data governance (DG) focused on data quality. The process was developed in three stages, the first was the initial design of the methodology based on the technical guide "MGGTI.G.INF.05 Technical Information Guide - Data Governance" delivered by MinTIC and on the standards of good practices in architecture, management and DG. The second stage consisted of evaluating a pilot test to identify adjustments and improvement. Finally, the final design of the methodology was carried out. As a result, a methodology composed of phases, activities with objectives and deliverables was obtained that guide Information Technology (IT) professionals to plan and implement a DG focused on data quality with the purpose of strengthening cybersecurity within of the organization's business processes.

Keywords: Data governance; Data quality; Cybersecurity; Methodology; Good practices.

1. Introducción

Teniendo en cuenta las oportunidades que han generado las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC), las organizaciones enfrentan nuevos retos de sostenibilidad en la que los datos son parte esencial para la toma de decisiones (M.A. Osorio Sanabria et al., 2017). Sin embargo, la utilización de las TIC crea la necesidad de implementar controles de seguridad informática que permitan a sus usuarios interactuar en un ambiente seguro, dado que toda esta evolución tecnológica también genera la posibilidad de hacer daño mediante ataques informáticos para extraer información, cometer delitos y terrorismo cibernético en los que pueden entorpecer las operaciones financieras, causar pánico y debilitar los Sistemas de Información (SI) (Brenner, 2009). La falta de políticas de seguridad informática son una amenaza que tiene asociado algunos riesgos como accesos no autorizado a equipos e información, contraseñas débiles, impresiones no autorizadas, divulgación de información confidencial, inyección y propagación de malware y demás software maliciosos, manipulación de la información sin supervisión que causan fugan de datos violando la seguridad, integridad y privacidad de la información (De Freitas, 2009), (Parada et al., 2018).

La seguridad cibernética es un tema de mucha demanda a nivel mundial, debido a la dependencia del ciberespacio para mantener activa la economía a través del uso de sistemas informáticos (Mateos, 2014), (Cabrera, 2018). El aumento de múltiples ataques cibernéticos ha obligado que la ciberseguridad no sea una opción, sino una obligación por parte de las organizaciones, estas deben alinear sus estrategias con un gobierno de ciberseguridad que les permita proteger sus inversiones, mejorar la integridad de sus operaciones, crear confianza con sus clientes, dar cumplimiento normativo, aumentar sus capacidades y cerrar las brechas de seguridad por la mala gestión de los datos y la falta de controles de seguridad para proteger la información (Baratta Martínez, 2018).

Muchas acciones del factor humano conllevan a la vulnerabilidad de los procesos y de los SI, la inadecuada gestión y planificación de los activos de información, la no realización de un adecuado análisis de los impactos de los potenciales riesgos no distinguen las amenazas reales y debilitan el sistema por la no prevención de los riesgos (Baratta Martínez, 2018), (Santiago & Sánchez Allende, 2017) acarreando perdidas millonarias. Los costos en que incurriría una organización por la materialización de los ciberataques son tan elevados que podrían llegar al fracaso de la compañía (Santiago & Sánchez Allende, 2017). En el más reciente reporte emitido por la revista Cybersecurity Ventures en (Cybersecurity Ventures, 2020), se espera que los costos globales por los delitos cibernético crezcan a un 15 por ciento por año durante los siguientes cinco años, alcanzando los $ 10,5 billones de dólares anuales para 2025, frente a los $ 3 billones de dólares en 2015.

La consolidación de bases sólidas en seguridad informática, inicia con la definición de procesos internos enmarcados en un buen gobierno (Al-Ruithe et al., 2017). La creación de políticas, estándares y demás recursos que permitan controlar y mejorar la calidad de datos fortalecerá la seguridad de la información (Schlette et al., 2020) en su ciclo de vida que va desde la generación, recolección, almacenamiento, procesamiento, compartición y entrega hasta el intercambio y eliminación de datos (Gregory & Bentall, 2012). Teniendo en cuenta la importancia que ha tomado la gestión y administración

de los datos para apoyar las estrategias institucionales (Caro et al., 2013), las entidades han adaptado sus procesos para garantizar la confiabilidad en los datos (EcuRed, n.d.), (Harris, 2012), su disponibilidad e integración (Sautter et al., 2020), y el disminuir los riesgos y costos asociados a los impactos de la mala calidad de datos (Borek et al., 2014). Dentro de las actividades de gestión se encuentra el Gobierno de Datos (GD), el cual es una disciplina que se encarga de integrar personas, procesos y tecnologías con el fin de habilitar la información como un recurso de valor (Bhansali, 2013).

A través de la implementación de GD, las empresas aumentan su capacidad de generar y gestionar conocimiento de sus procesos, generando valor a partir de los activos de información e integrando las TIC con los marcos de gobernabilidad de datos, proporcionando técnicas, herramientas y metodologías orientadas a la optimización de la gestión de la calidad, accesibilidad, control y seguridad de los datos (Bhansali, 2013).

Así mismo, existen estándares de las mejores prácticas sobre la gestión de los datos que definen reglas y características que facilitan su manejo e implementación (The Open Group, 2018), entre las cuales se encuentran: 1) Data Management Book of Knowledge – DMBOK que provee herramientas para implementar y mejorar la gobernanza de datos, la calidad, transparencia y existencia de la información y la gestión del cambio (DAMA International, 2017), 2) Data Governance Framework que provee una estructura sencilla para clasificar y definir responsabilidades sobre los procesos relacionados con la información e involucradas con la toma de decisiones (Gwen, 2004), 3) ISO / IEC 38505-1: 2017 orienta al gobierno de las organizaciones sobre el uso efectivo, eficiente y aceptable de los datos dentro de sus organizaciones (*ISO/IEC 38505-1:2017(En), Information Technology — Governance of IT — Governance of Data — Part 1: Application of ISO/IEC 38500 to the Governance of Data*, n.d.), 4) Control Objectives for Information and Related Technology – COBIT que entrega la Gobernabilidad de Datos como una parte de la Gobernabilidad general del área TI (ISACA, 2019), y 5) The Open Group Architecture Framework – TOGAF que define el proceso para la creación de una arquitectura de datos como parte de la arquitectura general de una empresa (The Open Group, 2018).

En Colombia, el Ministerio de Tecnologías de la Información y Comunicaciones (MinTIC) en (MinTIC, 2019) considera que el GD es una disciplina clave que debe coordinarse con las mejores prácticas de gestión de datos para desarrollar capacidades e inteligencia de negocios en la función pública. Por tal razón, entrega el documento "MGGTI.G.INF.05 Guía Técnica de Información - Gobierno del dato" (MinTIC, 2019) que define, entre otros, los aspectos y las actividades para llevar a cabo un GD en las entidades del sector público. Si bien estas herramientas dan lineamientos a seguir faltan herramientas complementarias para orientar a los profesionales de TI en la planificación e implementación de un GD que fortalezca la calidad y seguridad de los datos. En ese sentido, se propone una metodología para guiar la implementación de un GD bajo un enfoque de calidad de datos como herramienta complementaria a la guía técnica "MGGTI.G.INF.05 Guía Técnica de Información - Gobierno del dato" que ha entregado MinTIC, de tal manera la metodología y los entregables propuestos pueden ser ajustados bajo los criterios profesionales de los responsables de la implementación del GD y a las necesidades propias de la empresa. Cabe resaltar que los resultados que se exponen en este artículo hacen parte de una investigación más amplia, dirigida al diseño de una

guía de implementación de GD en entidades públicas de carácter regional en Colombia (Garcés Ordóñez & González Zabala, 2020).

El presente documento ha sido organizado como sigue: un primer apartado en el cual se presenta la introducción a la temática a abordar que incluye unas bases teóricas sobre los marcos de gestión y GD y lo que establece MinTIC. Posteriormente, se presenta la metodología utilizada para el modelo propuesto, y el análisis de resultados. Finalmente, las conclusiones y referencias bibliográficas.

2. Metodología

Esta investigación siguió un proceso compuesto por tres etapas. En la primera etapa, se creó el diseño inicial de la metodología basados en la recolección y análisis de la información de los marcos de referencia en arquitectura, gestión y GD fundamentado por los estándares y mejores prácticas referenciadas por MinTIC en el documento "MGGTI.G.INF.05 Guía Técnica de Información - Gobierno del dato"; esta guía técnica se encuentra en el dominio información del Modelo de Gestión y Gobierno TI (MGGTI) contenida en el ámbito "Planeación y Gobierno de los Componentes de Información". En esta etapa, se identificaron las fases, actividades, técnicas y herramientas que apoyan la implementación del GD.

En la segunda etapa, se procedió con la aplicación de una prueba piloto en una entidad pública en la que se evaluó el modelo y se ajustó de acuerdo a las mejoras detectadas y se realiza el análisis de los resultados del proceso investigativo.

En la tercera etapa, se construyó la metodología final para abordar la implementación del GD identificando los entregables para cada actividad de las fases propuestas.

3. Análisis y resultados

La metodología propuesta está compuesta por etapas secuenciales donde los resultados de una etapa viabilizan la consecución de la siguiente. Además, orientan el uso o la aplicación de herramientas y técnicas que facilitan la implementación de un GD enfocado en calidad de datos.

Para lograr el objetivo de este documento es necesario que el Administrador de TI, o quienes hagan sus veces, lideren todo el trabajo de forma conjunta e involucren a las áreas estratégicas y misionales, teniendo en cuenta que el resultado esperado impactará positivamente la toma de decisiones basadas en datos y mejorará significativamente la seguridad de los datos fomentando a través de buenas prácticas, una cultura organizacional impulsada por datos de calidad que permitirá reorientar los servicios internos mediante el análisis e interpretación de datos.

3.1. Metodología inicial

La metodología inicial fue diseñada en cuatro fases secuenciales como se presenta en la Figura 1. Las fases se componen de actividades, las cuales generan un entregable como evidencia del cumplimiento (ver Tabla 1).

Figura 1 – Fases de la metodología inicial

Fases	Actividad
I Caracterizar	Identificar e involucrar a los interesados del dato
	Entender la estrategia
	Comprender flujo del proceso
	Identificar fuentes y caracterizar atributos
II Perfilar	Ejecutar perfilado de datos
	Analizar resultados
III Construir y presentar	Establecer políticas, estándares y procedimientos
	Construir directorio de normas de codificación
	Definir acciones preventivas y correctivas
	Construir Plan de Calidad del Dato
	Socializar e implementar
IV Controlar y mejorar	Validar y monitorear estados

Tabla 1 – Detalle de actividades en cada una de las fases

3.2. Análisis y ajustes de la metodología inicial

Inicialmente, se habían propuesto cuatro fases y no se había incluido la planificación del proceso. De esto, surge la necesidad de crear la fase cero (0) “Preparar la implementación” en la cual se realiza una programación de las actividades que se van a ejecutar durante la implementación del GD. La fase de preparación es fundamental para dimensionar los alcances de las actividades a ejecutar, permite anticiparnos a los escenarios que ayudaran a cumplir con los objetivos. Esta necesidad también fue percibida por (Mariutsi Alexandra Osorio-Sanabria et al., 2020b), (M. Osorio-Sanabria et al., 2020), (M.A. Osorio-Sanabria et al., 2020), (Mariutsi Alexandra Osorio Sanabria,

2020) y (Mariutsi Alexandra Osorio-Sanabria et al., 2020a) quienes proponen que se considere con el fin evaluar aspectos de la implementación e impacto de las iniciativas de gobernanza para entidades públicas en Colombia. En esta fase, se proponen la planeación de las siguientes etapas alineadas con las fases de la metodología propuesta: 0) comunicar, que consiste en informar al Dirección General sobre el inicio del proceso de implementación y a todos los interesados, 1) caracterizar, que buscar establecer el procedimiento general, los responsables y la estrategia propuesta, 2) perfilar, en el cual se definen tareas propias de la ejecución del perfilado, 3) construir y presentar en el que definen las políticas, procedimientos y demás instrumentos que posteriormente se socializan con los interesados, y 4) controlar y mejorar se planifica la ejecución de la auditoría del proceso.

Al hacer la revisión de las fases propuestas, se identificó la necesidad de contar con un documento maestro que consolide los instrumentos que componen las fases propuestas con el fin de apoyar al usuario de manera efectiva, en la utilización de los formatos. En el desarrollo de esta actividad del formato maestro, se podrán agregar todos los documentos que los Administradores de TI consideren complementarios del proceso y servirá de guía para establecer las versiones en la que se encuentran los documentos.

Para el inicio de la fase uno, cuando se estaba realizando el proceso de identificación de interesados del dato, se hizo necesario definir las funciones de cada uno de los interesados con el fin de dar claridad al hacer por cada miembro registrado. Por lo que es necesario especificar las tareas o funciones puntuales a realizar en el proceso.

Durante la caracterización de los atributos, se deben indicar detalles de la información que contiene el campo en un solo sitio y que el usuario tenga toda la información en un solo formato. De igual forma, para identificar si el campo a caracterizar es una llave primaria de los datos y definir indicadores para establecer la orientación de lo que se quiere medir de dicho campo como completitud, precisión, entre otros. También se debe especificar el "Dueño / Propietario" para tener claridad de la persona responsable de los datos producidos en dichas fuentes de información.

En la tercera fase "Construir y Presentar", al construir las normas de codificación de datos se vio la oportunidad de ampliar la descripción de los tipos de datos y definir el formato ejemplo de referencia para la aplicación de normas de los "Atributo de datos – Almacenamiento" y "Atributo de datos – Formato". Durante este proceso se evidencia la necesidad de incluir el formato del dato en el que permita incluir información sobre la especificación de la forma de los atributos del dato.

3.3. Metodología final

A partir de las mejoras identificadas y los ajustes realizados, se estableció que la metodología final de este instrumento se desarrolla en cinco fases como se ilustra en la Figura 2, las cuales están compuestas por actividades específicas que permitirán la construcción del GD a partir de los entregables generados.

La metodología compuesta por cinco fases. Dentro de las cuales se incluye la fase "Preparar", denominada fase cero, la cual orienta la consecución de actividades a ejecutar para obtener entregables que permitirán la implementación exitosa del GD,

su importancia radica en la oportunidad de viabilizar las otras fases que permiten dar cumplimiento a lo exigido por MinTIC y orienta la aplicación de manera ordenada de la guía, permitiendo hacerles el control de avance de la implementación del GD. En la fase uno "Caracterizar" se establece el horizonte estratégico donde se fijan acciones que harán realidad la visión de la entidad para con los datos. Además, orienta la caracterización del dato a gobernar, los interesados, su interrelación con procesos y sistemas de información existentes.

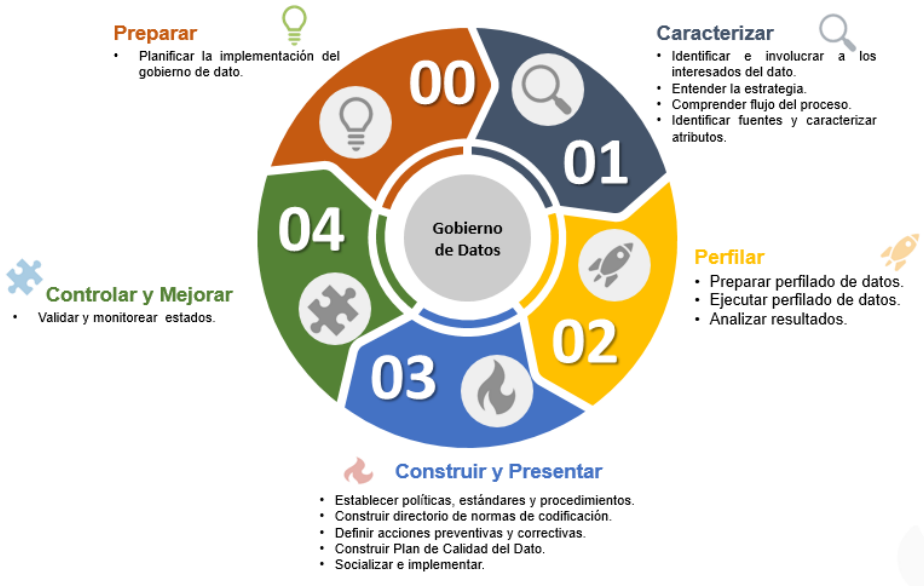


Figura 2 – Fases de la Metodología final

En la fase dos "Perfilar", se orienta la planificación y evaluación del dato a gobernar con el fin de obtener el estado de la calidad del dato, estos resultados servirán para la identificación de iniciativas en gestión de datos para la mejora de los procesos y servirá de guía para orientar la definición de las métricas de evaluación del impacto del GD. Para la tercera fase propuesta "Construir y Presentar", la cual orienta la definición de políticas, estándares, procedimientos. Además, guían la construcción del directorio de normas, la identificación de acciones preventivas y correctivas y el diseño del Plan de Calidad del Dato. En esta fase, se socializan las decisiones establecidas en el GD a todos los interesados para que se inicie la gestión de las acciones definidas en el plan, las cuales permitirán mejorar la calidad de los datos. Para la última fase "Controlar y Mejorar" se orienta la evaluación del cumplimiento del GD y genera acciones para potenciar los puntos débiles con el fin de aplicar el ciclo PHVA.

En la Tabla 2 se detallan las actividades que se deben ejecutar en cada una de las fases de la metodología propuesta, el objetivo de las actividades y los entregables que se producen por la ejecución de cada una de ellas.

Fases	Actividad	Objetivo	Entregable
0 Preparar	Planificar implementación	Establecer el cronograma de implementación del programa de GD.	Maestro de formatos del GD.
			Plan de Implementación del GD.
			Solicitud de aprobación del GD
I Caracterizar	Identificar e involucrar a los interesados del dato	Consolidar el grupo de participantes en el proceso.	Formato de registro de interesados del dato
	Entender la estrategia	Consolidar las herramientas, técnicas y métodos que se utilizarán para implementar y controlar el proceso de calidad de datos.	Estrategia de Calidad de Datos
	Comprender flujo del proceso	Definir los pasos que componen el proceso del dato a gobernar.	Definición del proceso del dato a gobernar.
	Identificar fuentes y caracterizar atributos	Listar las fuentes de información y los atributos de los campos.	Formato de registro de fuentes de información y caracterización de atributos.
II Perfilar	Preparar perfilado de datos	Alistar la herramienta para la realización del perfilado.	Instructivo para la Instalación y Configuración del Software Talend – Open Studio for Data Quality.
			Configuración de análisis a ejecutar e indicadores de calidad a aplicar.
	Ejecutar perfilado de datos	Realizar perfilado de datos a través de la herramienta ofimática.	Reporte del perfilado de datos
	Analizar resultados	Interpretar la medición de los resultados obtenidos en el perfilado de datos.	Informe de los resultados del perfilado de datos.
III Construir y presentar	Establecer políticas, estándares y procedimientos	Definir los instrumentos que apoyan el proceso de GD.	Política de datos.
	Construir directorio de normas de codificación	Definir las especificaciones de los datos.	Directorio de normas de codificación de los datos.
	Definir acciones preventivas y correctivas	Construir un banco de acciones preventivas y correctivas.	Formato de acciones preventivas y correctivas para el Gobierno de Datos.
	Construir Plan de Calidad del Dato	Diseñar el Plan de Calidad del Dato.	Formato Plan de Calidad del Dato.
	Socializar e implementar	Informar y capacitar a los interesados del dato sobre las decisiones que guiarán la mejora del proceso.	Formato de asistencia a la socialización.

Fases	Actividad	Objetivo	Entregable
IV Controlar y mejorar	Validar y monitorear estados	Auditar el cumplimiento, monitorear los avances en calidad y proponer mejoras del proceso.	Formato Plan de Auditoría de Calidad del Dato

Tabla 2 – Detalle de actividades en cada una de las fases

4. Conclusiones

Mejorar las capacidades de gestión de la información y mitigar el descontrol ocasionado por falta de políticas y procedimientos son beneficios que se obtienen con la adopción del GD, este es un campo de conocimiento que fortalece de manera transversal todos los procesos que intervienen en el cumplimiento de la estrategia corporativa. En especial, con la seguridad informática porque permite gestionar accesos no controlados a los datos y garantiza la disponibilidad y calidad de los datos para evitar ataques que vulneren la integridad y la operación transaccional de los procesos de negocios.

Las organizaciones deben enfocarse en implementar estrategias que permitan consolidar los datos como un recurso clave para la toma de decisiones, mejorar procesos, robustecer su arquitectura de TI y visionar el éxito de la transformación digital en el ciberespacio. El GD es un modelo de gestión que proporciona técnicas y herramientas para maximizar el rendimiento mediante la aplicación de enfoques de calidad y seguridad del dato bajo un entorno de ciberseguridad que busca que la información sea completa, coherente, consistente y esté disponible para asegurar el acceso autorizado a plataformas de gestión de información (Big Data, Data Analytics) impidiendo accesos no autorizados y acatando el cumplimiento regulatorio y detectando cualquier comportamiento anómalo o fuga de información.

La metodología propuesta está compuesta por fases, las cuales se componen de actividades con objetivos propios que generan entregables definidos como formatos, políticas, procedimientos e instructivos que orientan a los Administradores de TI en el proceso de implementación del GD, permitiendo pasar de la teoría a la práctica de manera ágil y simple, optimizando la implementación y el recurso especializado. Se desarrolla en base a las etapas y actividades que se deben ejecutar bajo el enfoque “Calidad de Datos” dispuesto por MinTIC en “MGGTI.G.INF.05 Guía Técnica de Información - Gobierno del dato” y las mejores prácticas entregadas por otros marcos de referencia en gestión y GD.

Finalmente, se espera que este documento sea un referente a los analistas y administradores de TI que pretendan planificar y ejecutar la implementación de un GD para mejorar la calidad y potencializar la seguridad de los datos.

Referencias

Al-Ruithe, M., Mthunzi, S., & Benkhelifa, E. (2017). Data governance for security in IoT & cloud converged environments. Proceedings of IEEE/ACS International Conference on Computer Systems and Applications, AICCSA. Scopus. https://doi.org/10.1109/AICCSA.2016.7945737

Baratta Martínez, R. (2018). GOBIERNO DE LA CIBERSEGURIDAD. https://www.mincotur.gob.es/Publicaciones/Publicacionesperiodicas/EconomiaIndustrial/RevistaEconomiaIndustrial/410/ROBERTO%20BARATTA%20MART%C3%8DNEZ.pdf

Bhansali, N. (2013). Data governance creating value from information assets. Scopus. https://doi.org/10.1201/b15034

Borek, A., Parlikad, A. K., Woodall, P., & Tomasella, M. (2014). A risk based model for quantifying the impact of information quality. Computers in Industry, 65(2), 354–366. https://doi.org/10.1016/j.compind.2013.12.004

Brenner, S. W. (2009). Cyber Threats: The Emerging Fault Lines of the Nation State (p. 318). Scopus. https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780195385014.001.0001

Cabrera, A. (2018). Mercancías digitales y ciberespacio: Apuntes sobre crítica de la economía política en los albores del siglo XXI. Persona y sociedad, 32(2), 11–24. https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6762163

Caro, A., Fuentes, A., & Soto, M. A. (2013). Desarrollando sistemas de información centrados en la calidad de datos. https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-33052013000100006

Cybersecurity Ventures. (2020, December 14). Cybercrime To Cost The World $10.5 Trillion Annually By 2025. Cybercrime Magazine. https://cybersecurityventures.com/cybercrime-will-cost-the-world-16-4-billion-a-day-in-2021/

DAMA International. (2017). The Data Management Body of Knowledge (2nd ed.). Technics Publications. https://dama.org/content/body-knowledge

De Freitas, V. (2009). Análisis y evaluación del riesgo de la información: Caso de estudio Universidad Simón Bolívar. Enlace, 6(1), 43–55. http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1690-75152009000100004&lng=es&nrm=iso&tlng=es

EcuRed. (n.d.). Análisis multicriterio—EcuRed. Retrieved April 25, 2019, from https://www.ecured.cu/An%C3%A1lisis_multicriterio

Garcés Ordóñez, M., & González Zabala, M. P. (2020). Guía de implementación de un gobierno de datos para los procesos de facturación de tasas y servicios ambientales del área de Gestión Financiera de las Corporaciones Autónomas Regionales en Colombia. Universidad del Magdalena.

Gregory, A., & Bentall, L. (2012). Data governance Protecting and managing the value of your customer data assets: Stage 3: Identifying and controlling the risk in using third-party processors. Journal of Direct, Data and Digital Marketing Practice, 13(4), 335–344. Scopus. https://doi.org/10.1057/dddmp.2012.5

Gwen, T. (2004). The DGI Data Governance Framework. The Data Governance Institute. http://www.datagovernance.com/the-dgi-framework/

Harris, R. (2012). Introduction to Decision Making, Part 1. https://www.virtualsalt.com/crebook5.htm

ISACA. (2019). COBIT 5, Un Marco de Negocio para el Gobierno y la Gestión de las TI de la Empresa. 978-1-60420-282-3. http://www.isaca.org/cobit/pages/default.aspx

ISO/IEC 38505-1:2017(en), Information technology—Governance of IT — Governance of data—Part 1: Application of ISO/IEC 38500 to the governance of data. (n.d.). Retrieved July 12, 2019, from https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso-iec:38505:-1:ed-1:v1:en

Mateos, J. M. M. (2014). Globalización, Ciberespacio y Estrategia. Especial consideración a la Estrategia de la Información. 100, 21. http://www.ieee.es/Galerias/fichero/docs_opinion/2014/DIEEEO100-2014_Globalizacion-CIberseguridad-Estrategia_JMMolinaMateos.pdf

MinTIC. (2019). MGGTI.G.INF.05 Guía Técnica de Información—Gobierno del dato. https://www.mintic.gov.co/arquitecturati/630/articles-9258_recurso_pdf.pdf

Osorio Sanabria, M.A., Guerrero Alarcón, C. A., & González-Zabala, M. P. (2017). Data governance as support in the data management of institutions of higher education. Espacios, 38(51). Scopus.

Osorio Sanabria, Mariutsi Alexandra. (2020). Diseño de un modelo de evaluación de la preparación para la apertura de datos. Caso Universidad del Magdalena. Universidad Pontificia Bolivariana.

Osorio-Sanabria, M., Brito-Carvajal, J., Astudillo, H., Amaya-Fernàndez, F., & Gonzàlez-Zabala, M. (2020). Evaluating Open Government Data Programs: A Systematic Mapping Study. 2020 Seventh International Conference on EDemocracy EGovernment (ICEDEG), 157–164. https://doi.org/10.1109/ICEDEG48599.2020.9096755

Osorio-Sanabria, M.A., Amaya-Fernández, F., & González-Zabala, M. P. (2020). Towards an evaluation model of the readiness of open data in colombian higher education institutions. RISTI - Revista Iberica de Sistemas e Tecnologias de Informacao, 2020(E28), 752–765. Scopus.

Osorio-Sanabria, Mariutsi Alexandra, Amaya-Fernández, F., & González-Zabala, M. P. (2020a). Exploring the perspectives of open data ecosystems: A systematic mapping study. EATIS2020.

Osorio-Sanabria, Mariutsi Alexandra, Amaya-Fernández, F., & González-Zabala, M. P. (2020b). Developing a model to readiness assessment of open government data in public institutions in Colombia. Proceedings of the 13th International Conference on Theory and Practice of Electronic Governance, 334–340. https://doi.org/10.1145/3428502.3428548

Parada, D. J., Flórez, A., Gómez, U. E., Parada, D. J., Flórez, A., & Gómez, U. E. (2018). Análisis de los Componentes de la Seguridad desde una Perspectiva Sistémica de la Dinámica de Sistemas. Información Tecnológica, 29(1), 27–38. https://doi.org/10.4067/S0718-07642018000100027

Santiago, E. J., & Sánchez Allende, J. (2017). RIESGOS DE CIBERSEGURIDAD EN LAS EMPRESAS.

Sautter, J., Litauer, R., Fischer, R., Klages, T., Wuchner, A., Müller, E., Schaj, G., Dobrokhotova, E., Drews, P., & Riess, S. (2020). Beyond Data Quality: Data Excellence Challenges from an Enterprise, Research and City Perspective. 245–252. http://www.scitepress.org/DigitalLibrary/Link.aspx?doi=10.5220/0006912902450252

Schlette, D., Böhm, F., Caselli, M., & Pernul, G. (2020). Measuring and visualizing cyber threat intelligence quality. International Journal of Information Security. Scopus. https://doi.org/10.1007/s10207-020-00490-y

The Open Group. (2018). The Open Group Architecture Framework – TOGAF (9th ed.). The Open Group. https://www.opengroup.org/togaf

risti
Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação
Iberian Journal of Information Systems and Technologies

Recebido/Submission: 16/04/2021
Aceitação/Acceptance: 13/06/2021

Métodos de evaluación de la eficiencia del Capital Intelectual en universidades y empresas: una revisión de literatura

Erika Londoño-Montoya[1], Lillyana Giraldo Marín[2], Nora Pino[3], Miguel A. Becerra[4]

Elondono77@hotmail.com; lmgiraldo@udem.edu.co; nepino@gmail.com; miguel.becerra@pascualbravo.edu.co

[1] Universidad de San Buenaventura, 050010, Medellín, Colombia.

[2] Universidad de Medellín, 050026, Medellín, Colombia.

[3] Universidad de Medellín, 050026, Medellín, Colombia.

[4] Institución Universitaria Pascual Bravo, 050042, Medellín, Colombia.

Pages: 299-313

Resumen: El artículo presenta los resultados de una revisión estructurada de literatura donde se clasificaron y analizaron los diferentes métodos y herramientas utilizados por universidades y empresas, para la evaluación de la eficiencia de su capital intelectual. En total, se exploraron 43 artículos reportados en la base de datos Scopus. En los resultados se destaca el uso del VAIC (*Value Added Intellectual Coefficient)*, propuesto por Pulic (2000), como herramienta de medición, combinada en algunos casos, con otras técnicas y métricas, financieras y no financieras, creadas para medir resultados de las empresas. El artículo permite identificar los métodos de vanguardia usados como herramientas para mejorar la gestión de los activos de conocimiento en las organizaciones, así como las limitaciones existentes en la aplicación de estos métodos, considerando la naturaleza intangible del capital intelectual, que dificulta la medición del valor creado por estos activos.

Palabras-clave: Capital Intelectual; medición de la eficiencia; universidad; empresa; desempeño.

Methods for evaluating the efficiency of Intellectual Capital in universities and companies: a literature review

Abstract: The article presents the results of a structured literature review where the different methods and tools used by universities and companies were classified and analyzed to evaluate the efficiency of their intellectual capital. In total, 47 articles reported in the Scopus database were explored. The results include the use of the VAIC (Value Added Intellectual Coefficient), proposed by Pulic (2000), as a measurement tool, in some cases combined with other techniques and metrics, financial and non-financial, created to measure results of the Business. The article allows identifying the avant-garde methods used as tools to improve the management

of knowledge assets in organizations, as well as the existing limitations in the application of these methods and considering the intangible nature of intellectual capital, which makes it harder to measure the value created by these assets.

Keywords: Intellectual capital; efficiency measurement; university; enterprise; performance.

1. Introducción

La medición del desempeño de la organización es crucial para tomar decisiones económicas adecuadas. Tradicionalmente, la evaluación se centró en indicadores financieros que, en la Era de la Información y el Conocimiento, ya no son suficientes y no reflejan de manera transparente, completa y cohesionada, los resultados multidimensionales de las actividades de las unidades de negocio.

Con el aumento del conocimiento y otros intangibles como fuentes de ventaja competitiva y viabilidad futura de las unidades de negocio, el proceso de medición del desempeño debe ser ampliado con nuevos enfoques e indicadores. En este contexto, algunos activos constituyen la mayor fuente de valor y ventaja competitiva para las organizaciones, como es el Capital Intelectual (CI), activo intangible que representa especialmente, los conocimientos, habilidades y capacidades que posee la empresa, provenientes principalmente de sus empleados, que son generadoras de conocimiento y a su vez, se transforman en nuevas alternativas de crecimiento y desarrollo económico (Aisenberg, 2015; Bueno et al., 2011; Cegarra Navarro & Rodrigo Moya, 2003; Dumay, 2012; Edvinsson, 1996; Edvinsson & Kivikas, 2007; Roos, 2001; Roos & Roos, 1997; Sumedrea, 2013; Villafañe, 2005).

La relación positiva entre el CI y la creación de valor se ha evidenciado en diversos trabajos (O'Sullivan & McCallig, 2012; Welbourne & Pardo-del-Val, 2009; Wu, Lin, & Hsu, 2007) y, con algunas excepciones, en (Adekunle Suraj & Bontis, 2012), mientras que, otras investigaciones han demostrado que la acumulación de CI afecta positivamente el rendimiento de la universidad en términos de producción científica y transmisión de conocimiento (Bucheli et al., 2012; Cárdenas, Al-jibouri, Halman, & van Tol, 2013).

De otro lado, estudios confirman la relación positiva entre los diferentes componentes del CI y el desempeño organizacional y afirman que el capital humano y el conocimiento están socialmente arraigados y están fuertemente influenciados por las estructuras sociales (Bontis, 1998; Kristandl & Bontis, 2007; Osterloh & S. Frey, 2000). Al respecto, varias investigaciones han prestado atención a las relaciones causa-efecto que se establecen entre los distintos bloques del capital intelectual, y su repercusión final en los resultados empresariales, incorporando en el análisis la posibilidad de que existan relaciones indirectas (Birtchnell, Böhme, & Gorkin, 2015). (Birtchnell et al., 2015; Seleim, Bontis, & Ashour, 2004) observan que la gestión acertada del capital humano, estructural y relacional supone un incremento de los resultados financieros, hipótesis también contrastada por (Chang & Wang, 2005).

Adicionalmente, (Bontis & Stovel, 2002; Siggelkow, 2002; Rivkin, 2000) afirman que las tres dimensiones del capital intelectual están interrelacionadas y operan de manera interactiva o colaborativa para formar un CI fuerte. Por tanto, la comprensión de la

mezcla o combinación de componentes del CI responsables de la creación de valor y el desempeño organizacional es importante en cualquier organización, pues cada uno afecta el desempeño de esta, en diferente magnitud (Bontis, 1998; Bontis & Stovel, 2002; Chang & Wang, 2005; Kamukama, Ahiauzu, & Ntayi, 2010; Ordóñez de Pablos, 2004). Por lo tanto, es importante para las organizaciones que deseen mejorar su desempeño financiero y no financiero, así como gestionar eficientemente sus activos intangibles, la identificación de los métodos o metodologías existentes para evaluar su CI.

El objetivo de este artículo es identificar los métodos, herramientas y estrategias reportados en la literatura, que han sido propuestos para evaluar la eficiencia del CI en las organizaciones, además, la influencia que la eficiencia del CI tiene en otras variables de desempeño financiero y no financiero de las universidades y empresas.

Este artículo presenta los resultados de una revisión estructurada de literatura, siguiendo la metodología propuesta por (Beltrán, 2005), en la que se analizaron 43 artículos identificados en la base de datos obtenida de Scopus, luego de aplicar los criterios de inclusión y exclusión para la selección de artículos.

El desarrollo de este trabajo permitió describir, a partir de los hallazgos en la literatura, los métodos comunmente aplicados para evaluar la eficiencia del CI en las universidades y empresas, identificando sus características y limitaciones, así como las variables de desempeño, financieras y no financieras que se relacionan con la eficiencia del CI en las organizaciones.

2. Metodología

Para la revisión de litaratura se adopta la metodología propuesta por (Beltrán, 2005), la cual inicia con la formulación de las preguntas de investigación que condujeron la búsqueda de información, las cuales fueron ¿cuáles son los métodos, técnicas o herramientas utilizadas para la evaluación de la eficiencia del capital intelectual en universidades y empresas? y, ¿Cuál es la relación de la eficiencia del capital intelectual con otras variables de desempeño de las organizaciones?. Seguidamente, se establecieron los criterios de inclusión, representados en artículos publicados en la base de datos Scopus, en español e inglés, resultantes de la búsqueda con la siguiente combinación de palabras claves: “intellectual capital” AND “efficiency” OR “efficient” AND “measure”. Se definieron dos criterios de exclusión en relación con el tipo de publicación: artículos de conferencia, libros, capítulos de libro y artículos de revisión; y respecto a los resultados presentados en los trabajos, se excluyen investigaciones que no presentaban procesos de evaluación de la eficiencia del capital intelectual. La búsqueda arrojó un total de 177 documentos y al limitar los resultados según el tipo de documento a sólo tipo artículos, el resultado obtenido fue de 146 documentos a analizar.

En tercer lugar, se realizó lectura de los resúmenes de los artículos y, en algunos casos, de otras secciones de los artículos para asegurar que realmente cubrieran el alcance predefinido. Este procedimiento produjo una selección final de 43 artículos, los cuales cumplieron los criterios establecidos y, por lo tanto, representaron la base del análisis.

En cuarto lugar, los 43 trabajos fueron leídos y los datos relevantes sobre el objetivo de la investigación fueron, posteriormente, sistematizados en una hoja de Excel.

Posteriormente, se realiza una lectura los datos incluidos en el archivo de Excel para la revisión de su contenido, con relecturas en los casos en los que no había una claridad. Este enfoque ayudó a reducir el peligro de que el análisis, y por lo tanto la conclusión obtenida, pudiera no ser coherente.

Como quinto paso, se realiza la discusión de los datos consignados en la hoja de Excel, buscando la clasificación de los diferentes métodos utilizados para la evaluación de la efiencia del capital intelectual, los principales hallazgos y limitaciones. En los 43 artículos analizados, se identificaron los métodos y las metodologías presentadas en los resultados de este trabajo. En la sexta etapa, se redactan los hallazgos del proceso de revisión de literatura.

3. Resultados y discusión

En la revisión de literatura realizada, se obtuvo la identificación de los principales métodos utilizados para la evaluación de la eficiencia del capital intelectual, así como las metodologías de aplicación de los mismos y las principales limitaciones reportadas por los investigadores en cuanto a los procesos de medición realizados o a sus resultados.

3.1. Métodos de evaluación de la eficiencia del Capital Intelectual

Los diferentes trabajos analizados en los 43 artículos seleccionados presentan al VAIC – Coeficiente Intelectual de Valor Agregado como el método más utilizado para evaluar la eficiencia del capital intelectual, relacionándolo en algunos casos, con otros aspectos de las organizaciones como son la reputación, la calidad, la innovación, entre otras y, complementándolo con otros indicadores de tipo financiero y no financiero.

Coeficiente intelectual de Valor Agregado – VAIC

El VAIC (Value Added Intellectual Coefficient) es un método de evaluación del capital intelectual propuesto por Public (2000), diseñado para determinar la capacidad del CI para contribuir a la creación de valor de la empresa a través del medición de sus tres elementos principales:

VACA: Valor agregado dividido por unidad de capital físico (Capital estructural)

VAHU: Valor agregado dividido por el salario total y los costos salariales (Capital Humano)

STVA: Valor agregado menos Capital humano dividido por valor agregado.

Para calcular el VAIC, se realiza el siguiente procedimiento:

- Calcular el VA, que es el resultado de la suma de los beneficios operativos, los costos de empleados, los gastos de depreciación y los gastos de amortización.

VA= OP + EC + DP + AE

Donde,

VA= Valor agregado

OP= Beneficio Operativo

EC= Costos de empleados

DP= Costos de depreciación

AE= Costos de amortización

- El segundo paso del modelo es estimar HC sumando todos los costos relacionados con los empleados y SC como la diferencia entre VA y HC (SC = VA - HC).
- El tercer paso en el cálculo de VAIC se centra en estimar la eficiencia de HC (HCE), la eficiencia de SC (SCE) y la eficiencia de CE (CEE). La eficiencia de HC se mide dividiendo VA con HC (HCE = VA / HC). De lo contrario, la eficiencia de SC se calcula como la relación entre SC y VA (SCE = SC / VA). Finalmente, la eficiencia CE es la relación entre VA y capital invertido, es decir, la diferencia entre los activos totales (AT) y los activos intangibles (IA) (CEE = VA / (TA - IA)).

Donde,

TA= Total Activos

IA= Activos Intangibles

CEE= Eficiencia del Capital Empleado

HC= Capital Humano

SC= Capital Estructural

CE= Capital Empleado

HCE= Eficiencia del Capital Humano

SCE= Eficiencia del Capital Estructural

- Finalmente, VAIC representa la suma de los eficiencias (VAIC = HCE + SCE + CEE), mientras que la suma de HCE y SCE mide la eficiencia del CI.

Como señala Pulic (2000), este modelo también es fundamental para controlar la eficiencia en la creación de valor, ayudando a los gerentes a aprovechar el potencial del CI de la empresa.

A pesar de algunas debilidades inherentes de VAIC (Iazzolino y Laise, 2013), muchos estudios han utilizado este modelo por su sencilla aplicación, fiabilidad y comparabilidad.

En la revisión de literatura se identificaron diversos trabajos que utilizaron el VAIC para evaluar el desempeño de su CI (Gangi et. el.,2019; Adesina, 2019; Yadiati, 2019; Pardo-Cueva, et al., 2018; Smriti y Das, 2018; Ginesti et al., 2018; Tiwari y Vidyarthi, 2018; Radic, 2018; Poh et al., 2018; Demuner Flores et al., 2017; Dzenopoljac et al., 2017; Nadeem et al., 2017; Smriti y Das, 2017; Nawaz y Haniffa, 2017; Raushan y Khan, 2016; Alhassan y Asare, 2016; Dzenopoljac et al., 2016; Sherif y Elsayed, 2016; Tripathy et al., 2016; Ahmad y Ahmed, 2016; Tandon et al., 2016; Kozera, 2015; Zakery y Afrazeh, 2015; Singh y Narwal, 2015; Tripathy et al., 2015; Lu et al., 2014; Britto et al., 2014; Al Mamun y Badir, 2012; Aho et al., 2011; Clarke et al., 2011; Kujansivu y Lönnqvist, 2007; Yalama y Coskun, 2007; Chen et al., 2005; Gho, 2005; Firer y Mitchell Williams, 2003). En

estos estudios se destaca el hallazgo de que la capacidad de creación de valor está muy influenciada por el capital humano. Los resultados también muestran que la eficiencia del capital físico es la variable menos significativa en la creación de valor, mientras que la eficiencia del capital humano es de suma importancia para mejorar la productividad de la empresa (Demuner Flores et al., 2017).

Dzenopoljac et al., (2017), analiza la relación de la eficiencia del CI con el desempeño, identificando que las ganancias y la rentabilidad se vieron afectadas significativamente por el capital estructural y físico; la eficiencia fue determinada principalmente por el capital físico y el desempeño del mercado fue influenciado principalmente por el capital humano. Sin embargo, los autores sostienen que el VAIC presenta desventajas como la medida de las contribuciones de CI al desempeño.

Análisis envolvente de datos - DEA

DEA es una forma de programación matemática y método dominante en los estudios de eficiencia. Es un método no paramétrico que mide la eficiencia relativa de unidades de toma de decisiones (DMU) similares, basándose en el cálculo de relaciones ponderadas de productos a insumos.. En su forma más simple, la eficiencia se mide para un conjunto de DMU, con cada DMU J) j=1,..., n (usando m entradas x_{ij} (i =1,..., m) y generando s salidas γ_{rj} (r =1, ..., s). Por lo general, el precio o los multiplicadores de los insumos y productos no se conocen, por lo que la relación beneficio / costo no se puede calcular fácilmente (Zakery y Afrazeh, 2015).

Zakery y Afrazeh, (2015) intentan explicar el rol del CI en la eficiencia de la empresa utilizando el método DEA, encontrando que algunos componentes de IC influyen en la eficiencia de las empresas y podrían ser puntos de intervención para mejorar el rendimiento. Posteriormente, (Pachura et al., 2018) proponen la evaluación de la eficiencia del CI, usando el método DEA -Análisis envolvente de Datos, para lo cual se establecen variables seleccionadas mediante sistemas de clasificación comúnmente aceptados para el CI que son adecuados para las regiones. Estas variables se limitan a las medidas en unidades físicas, clasificando los indicadores de eficiencia como entradas y salidas, como primer paso decisivo para la aplicación del método DEA y se utilizan datos estadísticos del desempeño regional y se usa una función distante básica para descomponer la eficiencia de ciertos factores sobre la base de cinco funciones de apoyo.

Los autores reconocen que la metodología DEA para la medición de la eficiencia del CI regional, se encuentra aun en desarrollo, con una limitación respecto a que el CI es dificil de operacionalizar debido a su naturaleza multidimensional.

El modelo de datos de panel

Esta metodología, propuesta por (Kneip et al., 2012), se utiliza para estimar la eficiencia dinámica del CI, para demostrar que, utilizando la estimación de eficiencia tradicional, las empresas pueden ser sobreestimadas. La característica principal de este modelo es que el componente no observable tiene una estructura factorial multidimensional. En un trabajo desarrollado por (Parshakov, 2017), se demuestra la naturaleza variable en el tiempo de la eficiencia del CI, característica que puede ser aprovechada para estimar

la tasa de crecimiento de la eficiencia como una medida del rendimiento, la desviación estándar como una medida del riesgo y la autocorrelación como una medida de la estabilidad. El modelo fue estimado así:

$$y_{it} = \sum_{j=1}^{p} x_{itj} \cdot \beta_j + \gamma_{it} + \varepsilon_{it} ,$$

y $\gamma_{it}(t) = \sum_{l=1}^{d} \lambda_{il} \cdot f_l(t)$, donde

- λ_{il} -parámetros de carga individuales;
- $f_l(t)$ -factores comunes;
- d - dimensión del factor.

En particular, se estiman las siguientes ecuaciones:

$$\begin{aligned} EVA_{it} = {} & \mu + \alpha_i + \beta_t \cdot year_t + \beta_1 \cdot int_{it-1} + \beta_2 \\ & \cdot cost_{emp_{it-1}} + \beta_3 \cdot adv_{it-1} + \beta_4 \cdot capex_{it-1} \\ & + \beta_5 \cdot margin_{it-1} + \beta_6 \cdot Leverage_{it-1} + \beta_7 \\ & \cdot assets + \gamma_{it} + \varepsilon_{it} \end{aligned}$$

$$v_{it} = \sum \lambda_{ij} \cdot f_j(t)$$

3.2. Relación de la eficiencia del CI con otras variables de desempeño de las organizaciones

En el análisis de la literatura se identificó que la eficiência del CI se relaciona, de forma directa o indirecta, con otras variables que representan el desempeño de las universidades y empresas como son la responsabilidad social y el gobierno corporativo, la rentabilidad, las eficiências técnicas, la reputación corporativa y la gestión de la competência, generando con algunas de ellas, relaciones de causalidad e impactos positivos y negativos en la gestión de la organización. Las relaciones de la eficiencia del CI con otras variables, se describen a continuación.

Con la Responsabilidad Social Corporativa y Gobierno Corporativo

Gangi et. al., (2019), investigan cómo la responsabilidad social corporativa (RSE) y el gobierno corporativo (GC) interactúan para influir en la eficiencia del CI de una empresa. Los resultados empíricos del estudio revelan que el compromiso de la RSE y las estructuras de GC influyen en la eficiencia de la empresa en la gestión del CI. Este estudio contribuye a la práctica gerencial al demostrar el efecto causal de la RSE en las medidas del VAIC y el impacto positivo del GC en la participación y la eficiencia de la RSE con el que las empresas gestionan su CI.

Con otras variables de eficiencia de las organizaciones

Algunos de los trabajos analizados, tenían como objeto, la evaluación de la eficiencia del CI a través de métodos como el VAIC y además, la demostración del impacto o incidencia de esta eficiencia en otras variables de desempeño de las organizaciones como:

En las eficiencias técnicas, de asignación y de costos:

(Adesina, 2019; Vidyarthi, 2019) examinan los efectos del capital intelectual (CI) en las eficiencias técnicas, de asignación y de costos. Los estudios proporcionan evidencia de que el CI ejerce efectos positivos en las eficiencias técnicas, de asignación y de costos de las entidades. Sin embargo, el principal hallazgo es que solo, de los tres componentes del CI, sólo el capital humano se relaciona positivamente con las tres eficiencias.

En la rentabilidad y el rendimiento financiero:

La literatura presenta diversos estudios donde se analiza la relación entre el CI y el rendimiento o desempeño financiero de las organizaciones. Se ha demostrado que el capital intelectual es importante para generar valor agregado y resultados en las empresas, y que a su vez, los resultados financieros están fuertemente relacionados con el uso eficiente de los recursos no financieros del capital intelectual (Kozera, 2015).

Así mismo, (Sherif y Elsayed, 2016; Tripathy et al., 2015), sugieren la posibilidad de una relación moderada entre CI y el capital físico y financiero, que a su vez impacta en el desempeño corporativo. (Pardo-Cueva et al., 2018; Nadeem et al, 2017) presentan trabajos donde miden la eficiencia del CI con el VAIC y, posteriormente, establecen la relación entre el capital intelectual a través de sus componentes básicos: capital humano, capital estructural y capital relacional con la rentabilidad financiera (ROE) y rentabilidad económica (ROA) de un conjunto de empresas, encontrando una relación positiva entre la eficiencia del CI y la rentabilidad. Sin embargo, (Tandon et al.,2016; Singh y Narwal, 2015), demostraron que la eficiencia del capital estructural no tiene ningún impacto significativo en ninguna de las medidas de desempeño financiero.

Algunos autores (Alhassan y Asare, 2016; Smriti y Das, 2018; Ahmad y Ahmed, 2016), examinan el efecto del CI en el rendimiento financiero, identificando que la eficiencia del CI puede explicar la rentabilidad pero no la productividad ni la valoración del mercado, afirmando que el capital humano tiene un gran impacto en la productividad de la empresa, mientras que el capital estructural y el capital relacional, son factores importantes con gran incidencia en la rentabilidad de la organización. Además, los análisis empíricos mostraron que la eficiencia del capital estructural y la eficiencia del capital empleado fueron igualmente importantes, contribuyendo al crecimiento de las ventas de la empresa y al valor de mercado.

(Raushan y Khan, 2018; Smriti y Das, 2017) analizan el impacto del rendimiento del capital intelectual, evaluado a través del VAIC, en las medidas de desempeño financiero tradicionales de las empresas como son el rendimiento de los activos, el rendimiento sobre el capital y el índice de ingresos operativos para la rentabilidad y el índice de rotación de activos para la productividad. Los hallazgos del análisis sugieren que la eficiencia del CI tiene un impacto significativo en la rentabilidad pero no en la productividad, mientras

que la eficiencia del capital empleado tiene un impacto significativo en la rentabilidad y la productividad.

De otro lado, (Kozera, 2015) establece la relación entre VAIC y sus derivados y la rentabilidad corporativa medida con los indicadores de Retorno sobre Activos (ROA) y Retorno sobre Patrimonio (ROE). En complemento, (Radic, 2018), demostró que la eficiencia del CI influye en la rentabilidad de las empresas, dependiendo de la medida de rentabilidad seleccionada. Cuando se elige el ROA como un indicador de rentabilidad, el nivel de endeudamiento determina el signo de esta influencia, por lo que, a niveles más altos de endeudamiento, el uso eficiente del capital intelectual afecta negativamente a la rentabilidad. Además, el tamaño de la organización no afecta significativamente la dependencia de la rentabilidad en el uso eficiente de su capital intelectual. Si el ROE es una medida de la rentabilidad, el uso eficiente del CI no tiene un impacto significativo en la rentabilidad de la empresa.

Para (Poh et al., 2018; Nawaz y Haniffa, 2017), los componentes del capital intelectual tienen sus influencias en los indicadores de desempeño financiero. La eficiencia del Capital Empleado tiene una relación significativa con el rendimiento de los activos. En la rentabilidad sobre los recursos propios, la eficiencia del Capital Humano (HCE) tiene una relación significativa menor que la eficiencia del Capital Estructural (SCE) y SCE tiene una relación significativa con el apalancamiento (LEV) y HCE tiene una relación significativa con el LEV. Cuando se utiliza el tamaño de la empresa y el apalancamiento como variables de control, solo la eficiencia del capital empleado tiene un efecto significativo en el desempeño financiero (Dženopoljac et al., 2016).

En la reputación corporativa:

Al establecer la relación entre el CI y la reputación corporativa y el rendimiento de la empresa, se identificó que la eficiencia del capital humano es un impulsor clave de la reputación corporativa; así mismo, que demuestran una relación positiva entre los elementos de CI y varias medidas de desempeño financiero. En el trabajo, la eficiencia del CI es evaluada a través del VAIC (Ginesti, et al., 2018).

Con la competencia:

Para (Tripathy et al., 2016), la competencia tiene un impacto positivo en la eficiencia del CI y el mercado de las empresas a su valor en libros, tiene un impacto negativo en el rendimiento y la ventaja competitiva y no tiene ningún efecto indirecto significativo en los resultados de desempeño financiero de las empresas, determinado a través de las mediciones del coeficiente de capital intelectual.

4. Conclusiones y limitaciones

El CI es un activo intangible que aporta signficativamente al desempeño de las compañías, por su capacidad para crear valor y por la incidencia en otras variables de rendimiento.

El Coeficiente intelectual de Valor Agregado – VAIC es el método con mayor utilización para calcular la eficiencia del CI en los 47 trabajos analizados en esta revisión, por lo que, se reconoce su pertinencia y su popularidad debido a la facilidad de su aplicación.

Sin embargo, los autores reconocen las desventajas del VAIC en cuanto a su capacidad de estimar la creación de valor por el CI.

Las empresas con valores VAIC más altos tienen más probabilidades de utilizar mejor su CI y, por lo tanto, es probable que el valor creado mejore.

Referencias

Adekunle Suraj, O., & Bontis, N. (2012). Managing intellectual capital in Nigerian telecommunications companies. *Journal of Intellectual Capital*, *13*(2), 262–282. https://doi.org/10.1108/14691931211225724

Adesina, K. S. (2019). Bank technical, allocative and cost efficiencies in africa: The influence of intellectual capital. North American Journal of Economics and Finance, 48, 419-433. doi:10.1016/j.najef.2019.03.009

Ahmad, M., & Ahmed, N. (2016). Testing the relationship between intellectual capital and a firm's performance: An empirical investigation regarding financial industries of pakistan. International Journal of Learning and Intellectual Capital, 13(2-3), 250-272. doi:10.1504/IJLIC.2016.075691

Aho, S., Ståhle, S., & Ståhle, P. (2011). A critical assessment of stewart's CIV method. Measuring Business Excellence, 15(4), 27-35. doi:10.1108/13683041111184080

Aisenberg. (2015). Journal of Intellectual Capital. *Journal of Intellectual Capital*, *16*(3), 1–26. https://doi.org/10.1108/14691930210412827

Alhassan, A. L., & Asare, N. (2016). Intellectual capital and bank productivity in emerging markets: Evidence from ghana. Management Decision, 54(3), 589-609. doi:10.1108/MD-01-2015-0025

Al Mamun, S. A., & Badir, Y. (2012). Corporate governance and value addition efficiency of corporate resources in thailand. International Journal of Managerial and Financial Accounting, 4(3), 238-257. doi:10.1504/IJMFA.2012.047851

Beltrán, Ó. A. (2005). Revisiones sistemáticas de la literatura. *Revista Colombiana de Gastroenterología*, *20*(1), 60–69. https://doi.org/10.5944/educxx1.17.1.10708

Birtchnell, T., Böhme, T., & Gorkin, R. (2015). 3D printing and the third mission: The university in the materialization of intellectual capital. *Technological Forecasting and Social Change*. https://doi.org/10.1016/j.techfore.2016.03.014

Bontis, N. (1998). Intellectual capital: an exploratory study that develops measures and models. *Management Decision*, *36*(2), 63–76. https://doi.org/10.1108/00251749810204142

Bontis, Nick, & Stovel, M. (2002). Voluntary turnover: knowledge management – friend or foe? *Journal of Intellectual Capital*, *3*(3), 303–322. https://doi.org/10.1108/14691930210435633

Britto, D. P., Monetti, E., & Rocha Lima Jr., J. (2014). Intellectual capital in tangible intensive firms: The case of brazilian real estate companies. Journal of Intellectual Capital, 15(2), 333-348. doi:10.1108/JIC-10-2013-0108

Bucheli, V., Díaz, A., Calderón, J. P., Lemoine, P., Valdivia, J. A., Villaveces, J. L., & Zarama, R. (2012). Growth of scientific production in Colombian universities: An intellectual capital-based approach. *Scientometrics*, *91*(2), 369–382. https://doi.org/10.1007/s11192-012-0627-7

Bueno, E., Del Real, H., Fernández, P., Longo, M., Merino, C., Murcia, C., & Salmador, M. P. (2011). Propuesta de nuevo Modelo Intellectus de Medición, gestión e información del capital intelectual. *Documentos Intellectus*.

Cárdenas, I. C., Al-jibouri, S. S. H., Halman, J. I. M., & van Tol, F. A. (2013). Capturing and Integrating Knowledge for Managing Risks in Tunnel Works. *Risk Analysis*, *33*(1), 92–108. https://doi.org/10.1111/j.1539-6924.2012.01829.x

Cegarra Navarro, J. G., & Rodrigo Moya, B. (2003). Influencia de los componentes del capital humano en el proceso de aprendizaje relacional. *Investigaciones Europeas de Direccion y Economia de La Empresa*, *9*(3), 159–182.

Chang, C., & Wang, W. (2005). Intellectual capital and performance in causal models: Evidence from the information technology industry in Taiwan. *Journal of Intellectual Capital*, *6*(2), 222–236. https://doi.org/10.1108/14691930510592816

Chen, M. -., Cheng, S. -., & Hwang, Y. (2005). An empirical investigation of the relationship between intellectual capital and firms' market value and financial performance. Journal of Intellectual Capital, 6(2), 159-176. doi:10.1108/14691930510592771

Clarke, M., Seng, D., & Whiting, R. H. (2011). Intellectual capital and firm performance in australia. Journal of Intellectual Capital, 12(4), 505-530. doi:10.1108/14691931111181706

Demuner Flores, M. R., Saavedra García, M. L., & Camarena Adame, M. E. (2017). Measurement of intellectual capital in the banking sector: Application of skandia and vaic models. [La mesure du capital intellectuel dans le secteur bancaire: L'app licatio n de modèles Skandia et vaic] Innovar, 27(66), 75-89. doi:10.15446/innovar.v27n66.66712

Dumay, J. C. (2012). Grand theories as barriers to using IC concepts. *Journal of Intellectual Capital*, *13*(1), 4–15. https://doi.org/10.1108/14691931211196187

Dženopoljac, V., Janoševic, S., & Bontis, N. (2016). Intellectual capital and financial performance in the serbian ICT industry. Journal of Intellectual Capital, 17(2), 373-396. doi:10.1108/JIC-07-2015-0068

Dzenopoljac, V., Yaacoub, C., Elkanj, N., & Bontis, N. (2017). Impact of intellectual capital on corporate performance: Evidence from the arab region. Journal of Intellectual Capital, 18(4), 884-903. doi:10.1108/JIC-01-2017-0014

Edvinsson, L. (1996). Developing a Model for Managing Intellectual Capital. ~ *Pergamon European Management Journal*, *4*(496), 356–364. https://doi.org/10.1016/0263-2373(96)00022-9

Edvinsson, L., & Kivikas, M. (2007). Intellectual capital (IC) or Wissensbilanz process: Some German experiences. *Journal of Intellectual Capital*, *8*(3), 376–385. https://doi.org/10.1108/14691930710774821

Firer, S., & Mitchell Williams, S. (2003). Intellectual capital and traditional measures of corporate performance. Journal of Intellectual Capital, 4(3), 348-360. doi:10.1108/14691930310487806

Gangi, F., Salerno, D., Meles, A., & Daniele, L. M. (2019). Do corporate social responsibility and corporate governance influence intellectual capital efficiency? Sustainability (Switzerland), 11(7) doi:10.3390/su11071899

Gho, P. C. (2005). Intellectual capital performance of commercial banks in malaysia. Journal of Intellectual Capital, 6(3), 385-396. doi:10.1108/14691930510611120

Ginesti, G., Caldarelli, A., & Zampella, A. (2018). Exploring the impact of intellectual capital on company reputation and performance. Journal of Intellectual Capital, 19(5), 915-934. doi:10.1108/JIC-01-2018-0012

Iazzolino, G., & Laise, D. (2013). Value added intellectual coefficient (VAIC): A methodological and critical review. Journal of Intellectual Capital, 14(4), 547-563. doi:10.1108/JIC-12-2012-0107

Kamukama, N., Ahiauzu, A., & Ntayi, J. M. (2010). Intellectual capital and performance: testing interaction effects. *Journal of Intellectual Capital*, *11*(4), 554–574. https://doi.org/doi:10.1108/14691931011085687

Kneip, A., Sickles, R.C. and Song, W. (2012), "A new panel data treatment for heterogeneity in time trends", Econometric Theory, Vol. 28 No. 03, pp. 590–628.

Kozera, M. (2015). The impact of intellectual capital efficiency on the profitability of agricultural enterprises. The essence and measurement of organizational efficiency (pp. 123-136) doi:10.1007/978-3-319-21139-8_8 Retrieved from www.scopus.com

Kristandl, G., & Bontis, N. (2007). Constructing a definition for intangibles using the resource based view of the firm. *Management Decision*, *45*(9), 1510–1524. https://doi.org/10.1108/00251740710828744

Kujansivu, P., & Lönnqvist, A. (2007). Investigating the value and efficiency of intellectual capital. Journal of Intellectual Capital, 8(2), 272-287. doi:10.1108/14691930710742844

Lu, W. -., Wang, W. -., & Kweh, Q. L. (2014). Intellectual capital and performance in the chinese life insurance industry. Omega (United Kingdom), 42(1), 65-74. doi:10.1016/j.omega.2013.03.002

Nadeem, M., Gan, C., & Nguyen, C. (2017). Does intellectual capital efficiency improve firm performance in BRICS economies? A dynamic panel estimation. Measuring Business Excellence, 21(1), 65-85. doi:10.1108/MBE-12-2015-0055

Nawaz, T., & Haniffa, R. (2017). Determinants of financial performance of islamic banks: An intellectual capital perspective. Journal of Islamic Accounting and Business Research, 8(2), 130-142. doi:10.1108/JIABR-06-2016-0071

O'Sullivan, D., & McCallig, J. (2012). Customer satisfaction, earnings and firm value. *European Journal of Marketing*, *46*(6), 827–843. https://doi.org/10.1108/03090561211214627

Ordóñez de Pablos, P. (2004). Human resource management systems and their role in the development of strategic resources: empirical evidence. *Journal of European Industrial Training*, *28*(6), 474–489. https://doi.org/10.1108/03090590410542701

Osterloh, M., & S. Frey, B. (2000). *Motivation, Knowledge Transfer, and Organizational Forms. Organization Science* (Vol. 11). https://doi.org/10.1287/orsc.11.5.538.15204

Pachura, P., Nitkiewicz, T., Matlovičová, K., & Matlovič, R. (2018). Identification of intellectual capital performance using data envelopment analysis doi:10.1007/978-3-319-67029-4_4 Retrieved from www.scopus.com

Pardo-Cueva, M., Armas, R., & Higuerey, Á. (2018). Intellectual capital and its influence on the profitability of ecuadorian communication companies. [El capital intelectual y su influencia en la rentabilidad de las empresas de comunicación ecuatorianas] RISTI - Revista Iberica De Sistemas e Tecnologias De Informacao, 2018(E16), 335-347. Retrieved from www.scopus.com

Poh, L. T., Kilicman, A., & Ibrahim, S. N. I. (2018). On intellectual capital and financial performances of banks in malaysia. Cogent Economics and Finance, 6(1) doi:10.1080/23322039.2018.1453574

Radić, S. (2018). The impact of intellectual capital on the profitability of commercial banks in serbia. Economic Annals, 63(216), 85-109. doi:10.2298/EKA1816085R

Pulic, A. (2000). VAIC - an accounting tool for IC management. International Journal of Technology Management, 20(5-8), 702-714. doi:10.1504/ijtm.2000.002891

Raushan, M. A., & Khan, A. M. (2018). Intellectual capital and financial performance: Evidences from indian business process outsourcing industry. Current issues in economics and finance (pp. 97-112) doi:10.1007/978-981-10-5810-3_7 Retrieved from www.scopus.com

Roos. (2001). Strategy & Leadership. https://doi.org/10.1108/eb053591

Roos, G., & Roos, J. (1997). Measuring your company's intellectual performance. *Long Range Planning*, *30*(3), 413–426. https://doi.org/10.1016/S0024-6301(97)90260-0

Seleim, A., Bontis, N., & Ashour, A. (2004). Intellectual capital in Egyptian software firms. *The Learning Organization*, *11*(4/5), 332–346. https://doi.org/10.1108/09696470410538233

Sherif, M., & Elsayed, M. (2016). The impact of intellectual capital on corporate performance: Evidence from the egyptian insurance market. International Journal of Innovation Management, 20(3) doi:10.1142/S1363919616500341

Siggelkow, N. (2002). Misperceiving Interactions Among Complements and Substitutes: Organizational Consequences. *Management Science*, *48*(7), 900–916. https://doi.org/10.1287/mnsc.48.7.900.2820

Singh, R. D., & Narwal, K. P. (2015). Intellectual capital and its consequences on company performance: A study of indian sectors. International Journal of Learning and Intellectual Capital, 12(3), 300-322. doi:10.1504/IJLIC.2015.070169

Smriti, N., & Das, N. (2018). The impact of intellectual capital on firm performance: A study of indian firms listed in COSPI. Journal of Intellectual Capital, 19(5), 935-964. doi:10.1108/JIC-11-2017-0156

Smriti, N., & Das, N. (2017). Impact of intellectual capital on business performance: Evidence from indian pharmaceutical sector. [Wpływ kapitału intelektualnego na wydajność biznesową: Przykład indyjskiego sektora farmaceutycznego] Polish Journal of Management Studies, 15(1), 232-243. doi:10.17512/pjms.2017.15.1.22

Sumedrea, S. (2013). Intellectual Capital and Firm Performance: A Dynamic Relationship in Crisis Time. *Procedia Economics and Finance*, *6*(13), 137–144. https://doi.org/10.1016/S2212-5671(13)00125-1

Tandon, K., Purohit, H., & Tandon, D. (2016). Measuring intellectual capital and its impact on financial performance: Empirical evidence from CNX nifty companies. Global Business Review, 17(4), 980-997. doi:10.1177/0972150916645703

Tiwari, R., & Vidyarthi, H. (2018). Intellectual capital and corporate performance: A case of indian banks. Journal of Accounting in Emerging Economies, 8(1), 84-105. doi:10.1108/JAEE-07-2016-0067

Tripathy, T., Gil-Alana, L. A., & Sahoo, D. (2015). The effect of intellectual capital on firms' financial performance: An empirical investigation in india. International Journal of Learning and Intellectual Capital, 12(4), 342-371. doi:10.1504/IJLIC.2015.072197

Tripathy, T., Sahoo, D., Kesharwani, A., & Mishra, A. K. (2016). Competition, intellectual capital efficiency and firms' performance outcome in india: A structural equation modelling. International Journal of Learning and Intellectual Capital, 13(1), 72-95. doi:10.1504/IJLIC.2016.074350

Villafañe, J. (2005). La gestión de los intangibles empresariales., *8*, 101–113.

W. Rivkin, J. (2000). *Imitation of Complex Strategies*. *Management Science* (Vol. 46). https://doi.org/10.1287/mnsc.46.6.824.11940

Welbourne, T. M., & Pardo-del-Val, M. (2009). Relational Capital: Strategic Advantage for Small and Medium-Size Enterprises (SMEs) Through Negotiation and Collaboration. *Group Decision and Negotiation*, *18*(5), 483–497. Retrieved from https://econpapers.repec.org/RePEc:spr:grdene:v:18:y:2009:i:5:d:10.1007_s10726-008-9138-6

Wu, S. H., Lin, L. Y., & Hsu, M. Y. (2007). Intellectual capital, dynamic capabilities and innovative performance of organisations. *International Journal of Technology Management*, *39*(3/4), 279. https://doi.org/10.1504/IJTM.2007.013496

Yadiati, W., Nissa, Paulus, S., Suharman, H., & Meiryani. (2019). The role of green intellectual capital and organizational reputation in influencing environmental performance. International Journal of Energy Economics and Policy, 9(3), 261-268. doi:10.32479/ijeep.7752

Yalama, A., & Coskun, M. (2007). Intellectual capital performance of quoted banks on the istanbul stock exchange market. Journal of Intellectual Capital, 8(2), 256-271. doi:10.1108/14691930710742835

Zakery, A. and Afrazeh, A. (2015), "Intellectual capital based performance improvement, study in insurance firms", Journal of Intellectual Capital, Vol. 16 No. 3, pp. 619-638.

risti
Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação
Iberian Journal of Information Systems and Technologies

Recebido/Submission: 23/05/2021
Aceitação/Acceptance: 08/07/2021

Servicios en la nube para los actores estratégicos del Estado: caso Colombia

Diego Edison Cabuya Padilla[1]

diego.cabuya@enap.edu.co

[1] Escuela Naval de Cadetes "Almirante Padilla", Barrio el Bosque, Isla Manzanillo, 130001, Cartagena, Colombia.

Pages: 314-326

Resumen: el artículo de revisión presenta el resultado del análisis de los servicios en la nube como opción de gestión de información para los actores estratégicos del Estado, analizando el caso de Colombia y determinando los retos y posiciones estratégicas que puede adoptar un Estado para afrontar la complejidad de esta forma de gestión de la información. Inicialmente se describe la computación en la nube enmarcada en la cuarta revolución industrial, posteriormente se identifican las principales características, modelos, beneficios y retos de la computación en la nube, y finalmente se identifican los principales roles que podría asumir el gobierno colombiano en una nube pública para los actores estratégicos del Estado. Resultado de lo anterior, se presentan una serie de conclusiones y recomendaciones sobre los posibles cursos de acción en gestión de la información que debería adoptar el gobierno de Colombia.

Palabras-clave: Actores Estratégicos; Colombia; Gestión de la Información; Servicios en la nube.

Cloud services for strategic State actors: Colombian case

Abstract: The article presents the result of the analysis of cloud services as an information management option for the strategic actors of the State, analyzing the case of Colombia and determining the challenges and strategic positions that a State can adopt to face the complexity in this way information management. For the above, initially the cloud computing framed in the fourth industrial revolution is described, later the main characteristics, models, benefits, and challenges of cloud computing are identified, and finally the main roles that the government could assume are identified Colombian in a public cloud for the strategic actors of the State. As a result of the foregoing, a series of conclusions and recommendations are presented on the possible courses of action that the Colombian government should adopt in information management.

Keywords: Colombia; Cloud services; Strategic Actors; Information management.

1. Introducción

Históricamente, cada vez que inicia una revolución industrial se afecta a gran velocidad la industria, la economía y la sociedad, aunque no siempre de manera fácil o directa, siendo un reto en sí mismo comprender la amplitud y celeridad de dicha revolución. En este sentido, muchas de las tecnologías que se plantearon años atrás están llegando a un punto de madurez en su desarrollo, en el que su implementación se aplica a las industrias, para mantener, igualar o superar las ventajas competitivas en cada uno de los sectores. La inteligencia artificial, la robótica, el internet de las cosas, la impresión 3D, la biotecnología y la computación en la nube son muestras claras de ello (Cabuya Padilla, 2018).

La inclusión de las nuevas tecnologías, como la computación en la nube, obligan a los actores estratégicos del Estado a adaptarse a estas nuevas relaciones, teniendo en cuenta cuatro aspectos primordiales que marcan la cuarta revolución industrial, que según Klaus son (Schwab, 2016, pág. 7): velocidad, impacto de los sistemas, amplitud y profundidad. En este contexto la cuarta revolución industrial dio paso al concepto de Industria 4.0, para describir cómo la cuarta revolución industrial cambiará drásticamente la organización de las cadenas de valor internacionales.

Teniendo en cuenta lo anterior, el presente artículo de revisión explica las principales variables que influyen en la implementación de una nube pública para los actores estratégicos del Estado. Primero, mediante una revisión literaria, enmarcando la computación en la nube en la cuarta revolución industrial mediante el concepto de Industria 4.0. Posteriormente, identificando las principales características, modelos, beneficios y retos de la computación en la nube, y finalmente identificando los principales roles que podría asumir el gobierno en una nube pública para los actores estratégicos del Estado. De esta forma contribuyendo al entendimiento del uso de este tipo de tecnologías, a través de la revisión de las variables de implementación y emitiendo recomendaciones para su uso por parte de los actores estratégicos del Estado.

El tipo de investigación adoptada para el desarrollo investigativo fue la investigación explicativa, adoptando el enfoque teórico de Jaqueline Hurtado de Barrera descrito en sus libro “Metodología de la investigación (2010). De acuerdo con lo anterior, este artículo se enmarca en un nivel de complejidad de tipo comprensivo, es decir, alude a la explicación de las situaciones que genera un evento en particular (Hurtado de Barrera, 2012, pág. 101).

Teniendo en cuenta entonces que el nivel de complejidad es comprensivo, se establece que el presente artículo se enmarca bajo los lineamientos de una investigación explicativa, pues busca adentrarse en las bases de la computación en la nube y su aplicación para los actores estratégicos del Estado, explicando su significado con base en investigaciones previas que aporten a la determinación de las causas y los efectos, en el nivel del establecimiento de las relaciones.

2. Industria 4.0 y Computación en la Nube

Como punto de partida, Kagerman et al (2013), establecen ocho campos de acción en el camino de la consecución de la Industria 4.0, que son (International Controller Association, 2016, pág. 4):

- Seguridad y confianza.
- Organización y diseño del trabajo.
- Entrenamiento y desarrollo profesional continuo.
- Marcos regulatorios.
- Eficiencia de recursos.
- Amplia y exhaustiva infraestructura de banda ancha.
- Dominio de sistemas complejos.
- Estandarización para las arquitecturas de referencia.

Por consiguiente, la Industria 4.0 tiene un reto importante en el tema de la implementación, que genera gran impacto en toda la cadena de valor, principalmente en la eficiencia de los recursos, dominio de sistemas complejos y computación en la nube. Estos retos mencionados se ven plasmados en los modelos explicativos de la Industria 4.0 a nivel país y a nivel empresa industrial (Figura 1 y Figura 2) (Cabuya, 2018) que están basados en los modelos conceptuales desarrollados por el Gobierno de España, Gobierno de Alemania y la propuesta gráfica de la norma ISO/IEC/IEE 42010:2011 desarrollada por el Industrial Internet Consortium (Cabuya P, 2018).

Los siguientes son los modelos explicativos de la Industria 4.0:

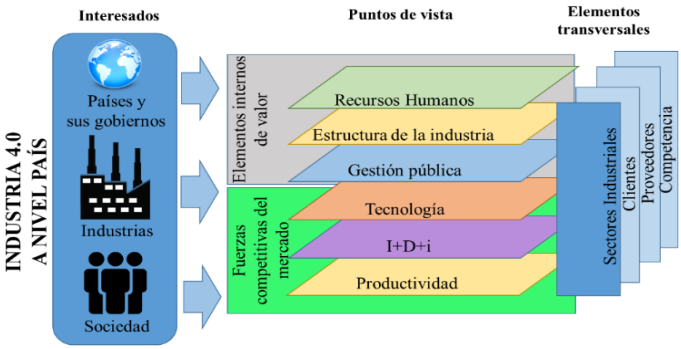


Figura 1 – Modelo explicativo de la Industria 4.0 a nivel país.
Fuente: (Cabuya Padilla, 2018).

De estos dos modelos se destaca la presencia de la tecnología como fuerza impulsadora o competitiva que representa los aspectos en los cuales se puede medir el impacto y cobertura tecnológica necesaria para la implementación de la Industria 4.0., impulsando el adelanto local de habilitadores tecnológicos para asegurar el desarrollo de su oferta a todo nivel.

En este sentido, Michael Porter (2014) menciona que los nuevos retos tecnológicos requieren que se construya y soporte una infraestructura tecnológica completamente nueva. Esta "pila de tecnología" se compone de múltiples capas, incluyendo nuevo hardware, software embebido, conectividad, una nube de productos consistente en software que se ejecuta en servidores remotos, un conjunto de herramientas de

seguridad y una pasarela para fuentes de información externas e integración con sistemas empresariales.

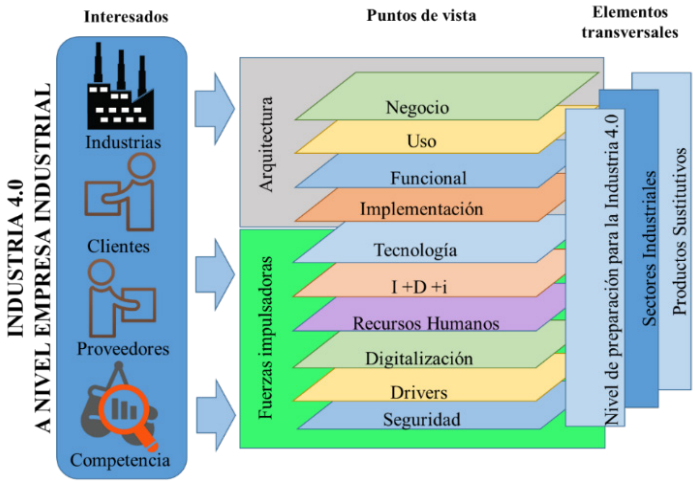


Figura 2 – Modelo explicativo de la Industria 4.0 a nivel empresa industrial.
Fuente: (Cabuya Padilla, 2018).

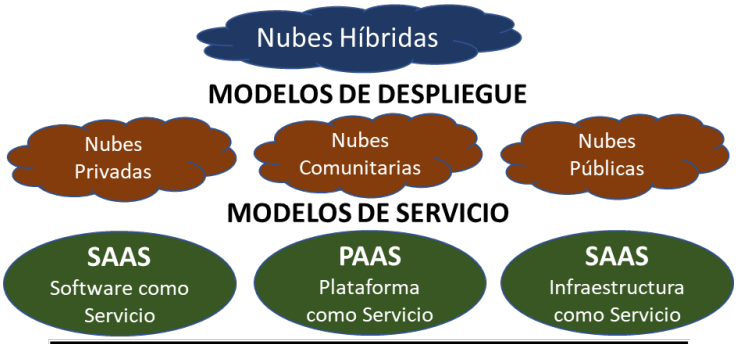
Este conjunto de tecnologías permite no solo el rápido desarrollo y operación de la aplicación del producto, sino la recopilación, análisis y compartición de cantidades potencialmente enormes de datos generados dentro y fuera de la producción, y que nunca habían estado disponibles. Construir y soportar la pila tecnológica para productos inteligentes conectados requiere una inversión sustancial y una gama de nuevas habilidades, como desarrollo de software, ingeniería de sistemas, análisis de datos y experiencia en seguridad en línea, entre otras, que rara vez se encuentran en las empresas (Porter & Heppelmann, 2014).

3. Características y Modelos de Computación en la nube en Colombia

La Guía Técnica de Computación en la Nube del Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (2017) define para Colombia la computación en la nube, sus características, modelos de servicios e implementación, beneficios y aspectos a considerar para proveer o adquirir servicios en la nube (Ministerio TIC, 2017).

La definición de computación en la nube acogida por Colombia es la del National Institute of Standards and Technology (NIST) que la especifica como "un modelo que permite el acceso ubicuo, adaptable, y por demanda en red a un conjunto compartido de recursos computacionales configurables (por ejemplo: redes, servidores, almacenamiento, aplicaciones y servicios) que se pueden aprovisionar y liberar rápidamente con un mínimo de esfuerzo de gestión o interacción del proveedor de servicios" (Mell & Grance, 2011).

El modelo de computación en la nube para Colombia, basado en el NIST, se compone de lo relacionado en la Figura 3 y se explica a posteriormente (Ministerio TIC, 2017) (Mell & Grance, 2011):



CARACTERÍSTICAS ESENCIALES	
Auto Servicio Bajo Demanda	
Acceso a la Red de Alto Rendimiento	Rápida Elasticidad
Puesta en Común de Recursos	Servicio Medido

CARACTERÍSTICAS COMUNES	
Escala Masiva	Computación Resiliente
Homogeneidad	Distribución Geográfica
Software de Bajo Costo	Orientación de Servicio
Virtualización	Seguridad Avanzada

Figura 3 – Características y modelos de la computación en la nube para el NIST.
Fuente: adaptado de (Subramanian & Jeyaraj, 2018)

3.1. Características Esenciales

Las siguientes son las características esenciales de la computación en la nube (Ministerio TIC, 2017):

- **Autoservicio bajo demanda (On-demand self-service):** un consumidor puede unilateralmente aprovisionar capacidades o recursos de computación, tales como tiempo de servidor y almacenamiento en red, según sea necesario y de manera automática sin necesidad de interacción humana con cada proveedor de servicios.
- **Acceso amplio a la red (Broad network access):** los servicios proporcionados deben poder ser accesibles sobre la red y a través de mecanismos estándares que promuevan el uso desde plataformas heterogéneas del cliente.
- **Conjunto común de recursos (Resource pooling):** los recursos computacionales son puestos a disposición de los consumidores, los cuales comparten diferentes recursos físicos y virtuales asignados dinámicamente y por demanda.
- **Rápida elasticidad (Rapid elasticity):** los recursos proporcionados deben poder crecer o decrecer en cualquier momento, en algunos casos automáticamente, con el fin de escalar rápidamente y responder a la demanda de los usuarios.

- **Servicio medible (Measured service):** los sistemas en la nube automáticamente controlan y optimizan el uso de los recursos dotándose de capacidades para medir su rendimiento en un nivel de abstracción suficiente para la naturaleza del servicio proporcionado (Ministerio TIC, 2017).

3.2. Modelos de Servicio

A continuación, se resumen los modelos de servicio de la computación en la nube (Ministerio TIC, 2017) (Subramanian & Jeyaraj, 2018):

- **Software como Servicio (Software as a Service – SaaS):** el consumidor utiliza las aplicaciones del proveedor que se ejecutan en una infraestructura de computación en la nube. Las aplicaciones son accesibles desde varios dispositivos cliente a través de una interfaz de cliente ligero, como un navegador web o una interfaz de programa. El consumidor no gestiona ni controla la infraestructura subyacente de la nube, como la red, los servidores, los sistemas operativos, el almacenamiento o incluso las capacidades de las aplicaciones individuales.
- **Plataforma como Servicio (Platform as a Service – PaaS):** proporciona al consumidor la posibilidad de desplegar en la infraestructura de nube aplicaciones creadas o adquiridas por el consumidor utilizando recursos soportados por el proveedor de nube. El consumidor no gestiona ni controla la infraestructura subyacente de la nube, servidores, sistemas operativos o almacenamiento, pero tiene control sobre las aplicaciones desplegadas y posiblemente configuraciones para el entorno de hospedaje de aplicaciones.
- **Infraestructura como Servicio (Infrastructure as a Service – IaaS):** proporciona al consumidor capacidades de procesamiento, almacenamiento, redes y otros recursos de computación fundamentales, con la posibilidad de desplegar y ejecutar software arbitrario, que puede incluir sistemas operativos y aplicaciones. El consumidor no gestiona ni controla la infraestructura subyacente de la nube, sino que tiene control sobre los sistemas operativos, el almacenamiento y las aplicaciones implementadas, y un control limitado de componentes de red selectos. (Ministerio TIC, 2017)

3.3. Modelos de Despliegue o Implementación

Las siguientes son modelos de despliegue de la computación en la nube (Ministerio TIC, 2017) (Digital Media Technologies, 2018):

- **Nube privada (Private cloud):** una nube privada da a una sola organización de consumidores el acceso exclusivo y el uso de la infraestructura y los recursos computacionales. Puede ser administrado por la organización del consumidor de nube o por un tercero, y puede ser alojado en las instalaciones de la organización o subcontratado a una compañía de alojamiento (NIST Working Group Members, 2011) (Liu, y otros, 2011).
- **Nube comunitaria (Community cloud):** sirve a un grupo de consumidores que han compartido preocupaciones como objetivos de misión, seguridad, privacidad y política de cumplimiento, en lugar de servir a una organización como lo hace una nube privada.

- **Nube pública (Public cloud):** aquella en la que la infraestructura en nube y los recursos informáticos se ponen a disposición del público en general a través de una red pública y es propiedad de una organización que vende servicios en la nube y sirve a una diversa cantidad de clientes.
- **Nube híbrida (Hybrid cloud):** es una composición de dos o más nubes que siguen siendo entidades distintas, pero están unidas por tecnología común o propietaria que permite la portabilidad de datos y aplicaciones entre las nubes. (Ministerio TIC, 2017)

4. Beneficios y retos de la computación en la nube

4.1. Beneficios

Los siguientes son algunos de los principales beneficios que provee el modelo de computación en la nube (Ministerio TIC, 2017, págs. 30-31) (Mesa Sectorial Cloud Computing, 2010) (Junta de Andalucia. Consejería de economía, innovación, ciencia y empleo, 2012):

- Reducción de costos de operación.
- Escalabilidad.
- Reducción de costos de obsolescencia tecnológica.
- Acceso a tecnología de punta.
- Rápida recuperación ante desastres y fallos.
- Reducción de riesgos técnicos.
- Entrega rápida y flexible.
- Permite concentrar esfuerzos en la misión y objetivos de la entidad.

4.2. Retos generales

A continuación, se mencionan algunos de los principales retos y riesgos que están asumiendo las organizaciones de cara a la adopción de tecnologías de computación en la nube (Davies, 2015, pág. 5-6) (International Controller Association, 2016, pág. 18-19):

- Inversión y cambio.
- Propiedad, acceso, protección y seguridad de los datos.
- Asuntos legales.
- Estándares.
- Ciberataques a los sistemas y dispositivos.

4.3. Retos en seguridad

En la computación en la nube, los usuarios desconocen la ubicación exacta de sus datos confidenciales, ya que los proveedores de servicios en la nube (CSP) mantienen los centros de datos en ubicaciones distribuidas geográficamente, lo que genera varios desafíos y amenazas de seguridad. Así mismo, las técnicas de seguridad tradicionales no ofrecen una seguridad adecuada en los sistemas virtualizados debido a la rápida propagación de las amenazas en estos entornos (Subramanian & Jeyaraj, 2018) (Kari, 2016). Además, es necesario abordar algunos requisitos básicos de seguridad como autenticación, integridad, transparencia, confidencialidad, disponibilidad, requisitos

legales y auditorías como indican Rebollo et al (2015). En este sentido, los desafíos de seguridad se clasifican en tres aspectos que son: comunicaciones, computacional y Service Level Agreement SLA (Subramanian & Jeyaraj, 2018, pág 31).

5. Roles del gobierno en una nube pública para los actores estratégicos del Estado

La expresión más visible del creciente compromiso del gobierno con las tecnologías de la nube y las empresas son las estrategias de alto nivel en la nube que están desarrollando e implementando varias naciones de todo el mundo. En este sentido, los gobiernos pueden adoptar diferentes roles frente a la inclusión de este tipo de tecnologías como se explican a continuación (Berkman Center - Hardvard University, 2014, págs. 3-4):

5.1. Gobierno como usuario

Menciona el Berkman Center (2014, págs. 4-11) que los gobiernos están reemplazando sus sistemas de TI heredados con tecnologías de computación en la nube e implementando nuevas herramientas basadas en la nube para la colaboración y el intercambio de información entre agencias y unidades. Ya sea trabajando con proveedores externos, construyendo centros de datos privados masivos mantenidos por empleados del gobierno, o usando nubes híbridas, los gobiernos son en este sentido usuarios de la computación en la nube, de la misma manera que un consumidor es un usuario de los servicios de computación en la nube.

Algunos gobiernos están implementando la computación en la nube de manera ad hoc, otros están implementando estrategias altamente coordinadas y de gran escala dirigidas a una mayor adopción gubernamental y uso de tecnologías en la nube. A continuación, se resumen los beneficios, riesgos y retos de este rol (Berkman Center - Hardvard University, 2014, págs. 6-12):

Figura 4 – Aspectos de interés del gobierno como usuario.
Fuente: (Berkman Center - Hardvard University, 2014, págs. 6-12)

5.2. Gobierno como regulador

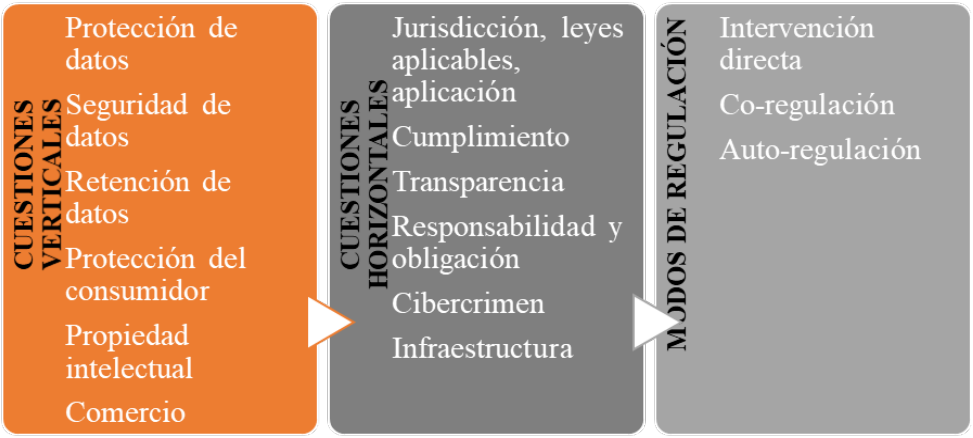


Figura 5 – Cuestiones verticales y horizontales del Gobierno como regulador.
Fuente: (Berkman Center - Hardvard University, 2014, pág. 13)

El segundo papel prominente que desempeñan los gobiernos con respecto a la tecnología en la nube es el papel de regulador. Aquí, el gobierno interactúa con la computación en la nube, ya que busca regular el comportamiento de los individuos, las empresas y otros a través de la política y el estado de derecho, así como la privacidad, la seguridad, la ley de competencia y los problemas de interoperabilidad, entre otros. Desde una perspectiva general, las diversas cuestiones se pueden agrupar en dos categorías: cuestiones verticales y horizontales y unos modos de regulación (Berkman Center - Hardvard University, 2014, págs. 12-17).

Adicionalmente, los gobiernos tienen una amplia gama de instrumentos disponibles para perseguir objetivos regulatorios particulares. Los siguientes ejemplos, algunos más podrían agregarse, dan una idea de la variedad de instrumentos disponibles, que se aplican específica o generalmente a los proveedores de computación en la nube (Berkman Center - Hardvard University, 2014, pág. 17):

- Comando y Control
- Incentivos
- Aprovechamiento del mercado
- Divulgar
- Derechos y responsabilidad

5.3. Gobierno como coordinador

Los gobiernos a menudo actúan como coordinadores del entorno de computación en nube en evolución. Como un sector incipiente, la industria de la computación en la nube aún está desarrollando estándares técnicos, protocolos y directrices comunes que permiten a los proveedores de servicios públicos y privados ofrecer productos y servicios altamente

interoperables que satisfagan mejor las necesidades de los usuarios. Los gobiernos desempeñan un papel importante en la convocatoria de partes interesadas, el desarrollo de soluciones de colaboración y la búsqueda de consenso entre empresas, agencias gubernamentales, organizaciones internacionales y otros actores de la industria de la computación en nube. Por lo anterior, se concluye que los gobiernos vienen tomando medidas en tres áreas interrelacionadas: (a) establecimiento de normas, (b) intercambio de información y (c) creación de consorcios (Berkman Center - Hardvard University, 2014, págs. 18-21).

5.4. Gobierno como promotor

Los gobiernos se han convertido en promotores de las tecnologías de computación en la nube. Más específicamente, los gobiernos buscan fomentar el crecimiento de la industria de la computación en nube privada y sus tecnologías utilizando un conjunto de herramientas de políticas específicas que estimulan el crecimiento económico y la innovación en el sector industrial: apoyan nuevas empresas emergentes, aumentan la conciencia y marcan la aprobación de nuevas tecnologías, fomentan la competitividad mercados y fomentan la adopción y uso de tecnologías de computación en la nube. Lo anterior, mediante tres estrategias básicas: promoción por adopción, promoción por aval y promoción por financiamiento (Berkman Center - Hardvard University, 2014, págs. 21-25).

5.5. Gobierno como investigador

La computación en la nube presenta nuevos desafíos no solo para las compañías que desarrollan la tecnología, sino también para los gobiernos que buscan usar, regular y promover estas tecnologías. Al mismo tiempo, muchos piensan que la industria de la nube no hace más que arañar la superficie de sus capacidades. Al determinar los mejores cursos de acción con respecto a sus enfoques de la nube, los gobiernos buscan respuestas a preguntas clave sobre los efectos económicos y sociales de las tecnologías de computación en la nube, y también para ayudar a la industria a encontrar soluciones a problemas técnicos y limitaciones. Hay dos herramientas de intervención clave que los gobiernos tienen a su disposición: la investigación realizada por agencias gubernamentales y la investigación financiada por el gobierno por organizaciones privadas. Y, como es de esperar, este rol se superpone con otros roles, incluidos los roles de usuario, promotor y coordinador (Berkman Center - Hardvard University, 2014, págs. 25-28).

5.6. Gobierno como proveedor

Un pequeño número de entidades subgubernamentales, como agencias o departamentos individuales en algunos gobiernos, han comenzado a ofrecer servicios de computación en la nube a otras agencias o al público. En este rol emergente, estas organizaciones gubernamentales están asumiendo el rol de un proveedor de servicios para otros (Berkman Center - Hardvard University, 2014, pág. 28).

6. Conclusiones

La Industria 4.0 obliga a las organizaciones y a sus países a liderar proyectos que integren a los sectores del Estado para la adopción de habilitadores tecnológicos estratégicos,

como el caso de la computación en la nube, en el que los sectores estratégicos del Estado podrían implementar una estrategia integral de computación en la nube que involucre múltiples niveles de gobierno, en un esfuerzo por reducir costos y aumentar la eficiencia. Lo anterior, iniciando con una transición obligatoria de los sistemas de TI más antiguos del gobierno a las tecnologías de computación en la nube, y posteriormente a los demás sistemas.

Las razones por las cuales el Gobierno colombiano podría promover la computación en la nube son variadas. La computación en la nube ofrece un enorme potencial para el crecimiento económico y la posibilidad de remodelar el panorama de la industria de TI. Si estos beneficios se obtienen plenamente, los futuros económicos de la industria de TI en un país determinado pueden estar estrechamente relacionados con la salud de las empresas residentes de computación en la nube. La industria emergente de computación en la nube también puede tener un impacto sustancial y continuo en el desempeño económico general de un país (Berkman Center - Hardvard University, 2014).

Colombia viene dando progresos en la adopción de tecnologías en la nube, como la Ley de TIC 1341 del 30 de Julio de 2009, que se ratifica en el decreto 1078 de 2017 articulo 2.2.9.1.1.1 de la estrategia de Gobierno en Línea (GEL), donde se garantiza la libre adopción de tecnologías, impidiendo la obligatoriedad de las tecnologías en la nube para los sectores estratégicos del Estado. Adicionalmente, un ejemplo de los avances en la gestión de adopción de este tipo de tecnologías es la Resolución 0413 – Ministerio de Defensa Nacional del 01 de marzo de 2021 que definió para el sector defensa el uso de las tecnologías en la nube, sintetizando los principios, modelos de despliegue, servicio e implementación de los servicios en la nube, habilitando así para este sector la contratación y uso de este tipo de servicios, como opción para optimizar la gestión tecnológica de recursos, siempre y cuando se garantice la ciberseguridad de los servicios contratados, y la naturaleza del manejo de los datos, en aspectos como la ubicación geográfica, soberanía, leyes, gestión y seguridad de la información.

A pesar de lo anterior, son pocas las adopciones importantes de tecnologías en la nube por parte del Estado, limitándose a servicios ofimáticos que no están alineados con la gestión documental, requiriendo impulsar desde el Gobierno colombiano el rol de investigador a través de sus agencias, financiando la investigación desde instituciones académicas, grupos de reflexión y otras organizaciones sobre estos temas (Berkman Center - Hardvard University, 2014), que permitan identificar las formas de adopción de tecnologías de este tipo.

Los riesgos siempre estarán presentes en cualquier tipo de arquitectura tecnológica, sin embargo, se evidencia una preocupación especial de los riesgos de seguridad de la información en las tecnologías en la nube, algunos de los cuales muchas veces son mitos que se deben tumbar y evaluar objetivamente.

Para los sectores estratégicos del Estado se ve como una necesidad que los datos sean totalmente controlados física y virtualmente por ellos, sin embargo, se requiere evaluar los diferentes modelos, para determinar en qué casos los beneficios sobrepasan los riesgos, y en qué otros son condiciones inamovibles.

Referencias

Bahadauria, R., & Mellado, O. (Junio de 2012). Survey on security issues in cloud computing and associated mitigation techniques. Int J Comput Appl (00975-888).

Berkman Center - Hardvard University. (17 de Marzo de 2014). Governments and Cloud Computing: Roles, Approaches, and Policy Considerations. Research Publication No. 2014-6. United States: The Berkman Center for Internet & Society at Harvard University.

Cabuya Padilla, D. E. (Septiembre de 2018). Relación de la Industria 4.0 con la competitividadindustrial.RevistaElDerrotero,12,143-174.Obtenidodehttps://www.escuelanaval.edu.co/es/file-download/download/public/4882#:~:text=Es%20la%20integraci%C3%B3n%20de%20las,y%20volver%20a%20la%20industria

Davies, R. (2015). Industry 4.0: Digitalisation for productivity and growth. European Parliamentary Research Service. Obtenido de http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2015/568337/EPRS_BRI(2015)568337_EN.pdf

Digital Media Technologies. (2018). ¿Por qué la nube? Guía de seguridad en la nube para compradores. Akamai.

Hurtado de Barrera, J. (2010). Metodología de la Investigación. Caracas, Venezuela: Quirón Ediciones.

International Controller Association. (2016). Industrie 4.0: Controlling in the Age of Intelligent Networks. Recuperado el 2 de Abril de 2017, de https://www.icv-controlling.com/fileadmin/Assets/Content/AK/Ideenwerkstatt/Files/Dream_Car_Industrie_4.0_EN.pdf

Junta de Andalucia. Consejería de economía, innovación, ciencia y empleo. (2012). Cloud Computing aplicado a los sectores de agroindustria, eficiencia energética, industrias culturales y turismo. Andalucia, España.

Kagermann, H./Wahlster, & W./Helbig, J. (2013). Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsprojekt Industrie 4.0 – Abschlussbericht des Arbeitskreises Industrie 4.0. Frankfurt.

Kari, W. (29 de Febrero de 2016). The treacherous 12: cloud computing top threats in 2016. San Francisco: Cloud security alliance(CSA). Obtenido de https://cloudsecurityalliance.org/media/press-releases/cloud-security-alliance-releases-the-treacherous-twelve-cloud-computing-top-threats-in-2016/

Liu, F., Tong, J., Mao, J., Bohn, R., Messina, J., Badger, L., & Leaf, D. (Septiembre de 2011). NIST Cloud Computing Reference Architecture, Special Publication 500-292. Obtenido de https://ws680.nist.gov/publication/get_pdf.cfm?pub_id=909505

Mell, P., & Grance, T. (Septiembre de 2011). The NIST Definition of Cloud Computing, Special Publication 800-145. National Institute of Standards and Technology.

Mesa Sectorial Cloud Computing. (2010). Cloud Computing una perspectiva para Colombia. Bogotá, Colombia.

Ministerio TIC. (5 de Septiembre de 2017). G.ST.02 Guía de Computación en la nube, Guía técnica. Bogotá, Colombia: Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones. Obtenido de https://mintic.gov.co/portal/604/articles-58727_recurso_2.pdf

NIST Working Group Members. (Septiembre de 2011). NIST Cloud Computing Standards Roadmap", Special Publication 500-291. 2. United States: NIST. Obtenido de https://www.nist.gov/sites/default/files/documents/itl/cloud/NIST_SP-500-291_Version-2_2013_June18_FINAL.pdf

Porter, M., & Heppelmann, J. (Noviembre de 2014). How Smart, Connected Products Are Transforming Competition. Harvard Business Review. Recuperado el 2 de Abril de 2017, de https://hbr.org/2014/11/how-smart-connected-products-are-transforming-competition

Rebollo, O., Mellado, D., Fernandez-Medina, E., & Haralambos, M. (Febrero de 2015). Empirical evaluation of a cloud computing information security governance framework. Information and Software Technology, 58, 44-57. doi:https://doi.org/10.1016/j.infsof.2014.10.003

Schwab, K. (2016). The fourth industrial revolution. Geneva, Switzerland: World Economic Forum.

Subramanian, N., & Jeyaraj, A. (2018). Recent security challenges in cloud computing. Computers and Electrical Engineering, 71, 28-42.

risti
Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação
Iberian Journal of Information Systems and Technologies

Recebido/Submission: 16/04/2021
Aceitação/Acceptance: 20/06/2021

Liderazgo y sistemas de información: análisis aplicado al seguimiento del consumo de sustancias psicoactivas en Colombia

Betsy Mary Estrada Perea[1], Erica Alexandra Correa Pérez[2], David Alberto García Arango[3], Cesar Felipe Henao Villa[4]

dagarcia@coruniamericana.edu.co; chenao@coruniamericana.edu.co; bmestrada@correo.iue.edu.co; eacorrea@correo.iue.edu.co

[1,2]Institución Universitaria de Envigado, carrera 27 # 39 A Sur 57, 055422, Envigado, Colombia.

[3,4]Corporación Universitaria Americana, calle 52 # 43-62, 050012, Medellín, Colombia.

Pages: 327-337

Resumen: El presente artículo da cuenta de las implicaciones prácticas de los registros obtenidos en el Sistema basado en centros y servicios a la persona consumidora de sustancias psicoactivas (SuiCad), el cual es un sistema de monitoreo adscrito al Sistema único de indicadores (SUISPA) en el marco de los objetivos estratégicos propuestos por el Observatorio de Drogas de Colombia en coordinación con el Ministerio de Salud y Protección Social. Inicialmente se identifican aspectos asociados a los procesos de registro del sistema para posteriormente presentar una caracterización de población registrada entre enero de 2014 y diciembre de 2020. Finalmente, en el apartado de discusión y conclusiones se identifica que, en relación con las características identificadas existen implicaciones prácticas para la generación de modelos predictivos como estructura ampliada del sistema de información que permiten dar soporte al liderazgo institucional en estrategias de prevención del consumo de sustancias psicoactivas en Colombia.

Palabras-clave: liderazgo; sistemas de información; sustancias psicoactivas; modelos predictivos; caracterización.

Leadership and information systems: analysis applied to the monitoring of psychoactive substance use in Colombia

Abstract: This article gives an account of the practical implications of the records obtained in the System based on centers and services for the consumer of psychoactive substances (SuiCad), which is a monitoring system attached to the Single System of Indicators (SUISPA) in the framework of the strategic objectives proposed by the Colombian Drug Observatory in coordination with the Ministry of Health and Social Protection. Initially, aspects associated with the system registration processes are identified to later present a characterization of the population registered between January 2014 and December 2020. Finally, in the discussion and conclusions section it is identified that, in relation to the identified

characteristics, there are implications practices for the generation of predictive models as an expanded structure of the information system that allow supporting institutional leadership in strategies for the prevention of psychoactive substance use in Colombia..

Keywords: leadership; information systems; psychoactive substances; predictive models; characterization..

1. Introducción

El Instituto Nacional de Salud de Colombia define las sustancias psicoactivas como aquellas cuyo consumo tienen la capacidad de producir trastornos sobre el sistema nervioso central. Estas pueden afectar los estados de conciencia, de ánimo, de pensamiento, percepciones y hasta inhibir el dolor. Las sustancias psicoactivas pueden ser de origen natural o sintético (Minsalud, 2017). Las sustancias psicoactivas tienen la capacidad de generar trastornos sobre el sistema nervioso central y producir efectos adversos en los estados de conciencia, de ánimo, de pensamiento y de percepciones, afectando la salud y estilo de vida del consumidor, cuando hay abuso o dependencia en el consumo. Las sustancias psicoactivas pueden ser de origen natural o sintético. La marihuana, el alcohol, la cocaína, el tabaco (cigarrillo) y basuco son ejemplos de este tipo de sustancias.

En los últimos 20 años el consumo de sustancias psicoactivas ha aumentado en el país (Comisión Asesora para la Política de Drogas en Colombia, 2015), principalmente en sustancias como marihuana, cocaína, heroína, éxtasis y otras drogas. Un estudio nacional realizado en el año 2013 sobre consumo de drogas señala que el porcentaje de personas que recurrieron por lo menos una vez en la vida al uso de sustancias ilícitas como marihuana, basuco, éxtasis o heroína, pasó de 8,6% en el 2008 a 12,17% en el año 2013. De acuerdo con el Reporte de Drogas de Colombia del 2015, las sustancias ilícitas más consumidas en Colombia son en su orden: la marihuana, la cocaína, el basuco y el éxtasis. Según el mismo estudio, se evidencia un aumento en el consumo de heroína en los últimos años, determinado por el incremento en la demanda de tratamiento por consumo en siete territorios: Santander de Quilichao, Armenia, Medellín, Pereira, Cúcuta, Cali y Bogotá.

El consumo de sustancias psicoactivas constituye un serio problema de salud pública a nivel nacional, adicionalmente impacta en el avance hacia la obtención de un liderazgo en las metas que permitan alcanzar los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Por lo anterior, Ministerio de Salud y Protección Social promueve el diseño del Plan Nacional para la Promoción de la Salud, la Prevención y la Atención del Consumo de Sustancias Psicoactivas 2014 – 2021. Entre los objetivos del plan está enfrentar el abuso de drogas y sus consecuencias, reforzando los enfoques de salud pública y derechos humanos contemplados en la Política Nacional para la Reducción del Consumo de Drogas y su Impacto.

De otro lado, uno de los componentes del Plan Decenal de Salud Pública 2012-2021, está orientado a la promoción de la convivencia social y la salud mental. Una de las metas de este componente es que al año 2021, el 100 % de municipios y departamentos del país desarrollen planes territoriales para la disminución del consumo de sustancias

psicoactivas siguiendo a los lineamientos y desarrollos técnicos proporcionados por el Ministerio de Salud y Protección Social.

El plan Nacional de Reducción del Consumo de Drogas 2011 – 2021 encamina algunas de sus acciones hacia la intervención de la vulnerabilidad al consumo de sustancias psicoactivas pero no se identifica un liderazgo fuerte en términos de confiabilidad y trazabilidad de los datos propuestos. En consecuencia, se hace necesario generar información útil, confiable y continua, sobre el consumo de sustancias psicoactivas, de tal forma que sea posible identificar los principales factores de riesgo y la población en condición de vulnerabilidad que conlleven a la obtención de mejores resultados en los procesos de detección e intervención temprana y tratamiento especializado.

El gobierno nacional ha generado diferentes programas para la comprensión de los fenómenos de conflicto armado y sus efectos colaterales. La violencia, por ejemplo, aumenta el riesgo del consumo de sustancias psicoactivas (Castaño et al., 2018) y en el marco del conflicto armado se presentan muchas formas de violencia. El objetivo de este estudio es entonces caracterizar la población registrada en el Sistema basado en centros y servicios a la persona consumidora de sustancias psicoactivas (SUICAD) entre enero de 2014 y diciembre de 2020 identificando la prevalencia del uso y abuso de sustancias psicoactivas en víctimas del conflicto armado en dos ciudades colombianas. Dicha caracterización constituirá un aporte al diseño de modelos predictivos como estructura ampliada del sistema de información que permiten dar soporte al liderazgo institucional en estrategias de prevención del consumo de sustancias psicoactivas en Colombia.

2. Metodología

Respecto al proceso de investigación, se identificaron en primer lugar los aspectos de acceso y sistematización de los datos del SuiCad, posteriormente se identificaron variables relevantes en el sistema para su consideración en relación con cruce de datos, posteriormente se realizaron consultas al sistema para finalmente identificar variables que pudieran ser relacionadas en la posible generación de un modelo predictivo exploratorio que permita interpretar las condiciones de consumo de población vulnerable que pudiese ser víctima de conflicto armado., en segundo lugar se obtuvo información que aglutina 108 registros del año 2014 y que relaciona la frecuencia de consumo con diferentes categorías de población vulnerable, haciendo especial énfasis en población desplazada o que está en condición de desplazamiento. La investigación de enfoque cualitativo y exploratorio aporta elementos preliminares para el eventual desarrollo de un modelo predictivo.

Con el objeto de generar información útil, confiable y continua sobre el consumo de sustancias psicoactivas, el Ministerio de Salud y la Protección Social, la Dirección Nacional de Estupefacientes y la Oficina de las Naciones Unidas contra la Droga y el Delito (UNODC) diseñan el Sistema Único de Indicadores sobre Consumo de Sustancias Psicoactivas (SUISPA). Este sistema web permite el registro y análisis de información proveniente de centros y servicios especializados relacionada con el consumo de sustancias psicoactivas, las consecuencias del consumo, así como las acciones adelantadas para la disminución del consumo y mitigación de sus impactos negativos.

La principal fuente de información empleada para este estudio fue el SUICAD, un subsistema de información del SUISPA que aporta al conocimiento sobre la situación del consumo de sustancias psicoactivas en Colombia.

3. Resultados y análisis de resultados

Algunas de las variables consideradas en el diseño del SUICAD son: condición escolar, condición especial, condición étnica, fuente de ingresos, departamento, escenario habitual de consumo, estado civil, frecuencia de uso, sexo, entre otras.

El cuanto a la variable condición escolar se consideran las siguientes opciones: "abandono de estudio", "actualmente estudia" y "actualmente no estudia". En la Tabla 1 se presenta el número de casos de consumo de sustancias psicoactivas según la condición escolar registrados entre enero del 2014 y diciembre del 2020.

Condición escolar	Cantidad	Cantidad
Abandono de estudio	4612	10,1%
Actualmente estudia	8791	19,2%
Actualmente no estudia	23506	51,4%
Sin dato	181	0,4%
Cantidad de casos SPA	45726	

Tabla 1 – Número de casos de consumo de sustancias psicoactivas según condición escolar.

Para la variable condición especial se definen valores tales como: desplazado, discapacidad, en condición de desplazamiento, explotado sexual, mujer gestante, con medida de protección, con responsabilidad penal y en situación de calle. En la Tabla 2 se presenta el número de casos de consumo de sustancias psicoactivas, según la condición especial, registrados entre enero del 2014 y diciembre del 2020.

Condición especial	Cantidad
Desplazado	236
Discapacidad	240
En condición de desplazamiento	83
Explotado sexual	165
Mujer gestante	86
Ninguna de las anteriores	20324
NNA con medida de protección	3279
NNA con responsabilidad penal	882
Situación de calle	2262

Tabla 2 – Número de casos de consumo de sustancias psicoactivas según la condición especial

Algunas de las alternativas para el registro de la variable condición étnica son: afrodescendiente (mulato, palenquero), indígena y raizal. En la Tabla 3 se presenta el número de casos de consumo de sustancias psicoactivas, según la condición étnica, registrados entre enero del 2014 y diciembre del 2020.

Condición étnica	Cantidad	Porcentaje
Afrodescendiente (mulato, palenquero)	1946	4,3%
Indígena	744	1,6%
Ninguna de las anteriores	42194	92,3%
Raizal	334	0,7%
ROM	405	0,9%
Cantidad de casos SPA	45726	

Tabla 3 – Número de casos de consumo de sustancias psicoactivas según la condición étnica

Entre las opciones definidas para el registro de la variable fuente de ingreso están: contrato a término fijo, contrato a término indefinido, contrato por días, ilegalidad, jubilado/pensionado, mendicidad, sostenimiento familiar y trabajo informal. En la Tabla 4 se presenta el número de casos de consumo de sustancias psicoactivas, según la fuente de ingresos, registrados entre enero del 2014 y diciembre del 2020.

Fuente de ingresos	Cantidad	Porcentaje
Contrato a destajo	239	0,5%
Contrato a término fijo	1253	2,7%
Contrato indefinido	2136	4,7%
Contrato por días	1376	3,0%
Ilegalidad	1844	4,0%
Jubilado/Pensionado	432	0,9%
Mendicidad	1529	3,3%
Otro	11081	24,2%
Sin dato	3003	6,6%
Sostenimiento familiar	13886	30,4%
Trabajo informal	8831	19,3%
Cantidad de casos SPA	45726	

Tabla 4 – Número de casos de consumo de sustancias psicoactivas según la fuente de ingresos

En el caso de la variable nivel educativo se especifican las siguientes opciones: no fue a la escuela, posgrado completo, posgrado incompleto, primaria completa, primaria incompleta, secundaria completa, secundaria incompleta, técnico post-secundaria completa, técnico post-secundaria incompleta, universidad completa, universidad

incompleta. En la Tabla 5 se presenta el número de casos de consumo de sustancias psicoactivas, según el nivel educativo, registrados entre enero del 2014 y diciembre del 2020.

Nivel educativo	Cantidad	Porcentaje
No fue a la escuela	665	1,4%
Posgrado completo	208	0,5%
Posgrado incompleto	48	0,1%
Primaria completa	4055	8,9%
Primaria incompleta	4430	9,7%
Secundaria completa	8021	17,5%
Secundaria incompleta	22155	48,5%
Sin dato	56	0,1%
Técnico post-secundaria completa	682	1,5%
Técnico post-secundaria incompleta	146	0,3%
Universidad completa	1098	2,4%
Cantidad de casos SPA	45726	

Tabla 5 – Número de casos de consumo de sustancias psicoactivas según el nivel educativo

Con respecto a la variable ocupación, las opciones definidas son: desempleado, desocupado, estudiante, hogar, ilegalidad, informalidad, prostitución y trabajador. En la Tabla 6 se presenta el número de casos de consumo de sustancias psicoactivas, según la ocupación, registrados entre enero del 2014 y diciembre del 2020.

Ocupación	Cantidad	Porcentaje
Desempleado	6111	13,4%
Desocupado	10817	23,7%
Estudiante	10348	22,6%
Hogar	1140	2,5%
Ilegalidad	824	1,8%
Informalidad	4248	9,3%
Prostitución	126	0,3%
Sin dato	2534	5,5%
Trabajador	8636	18,9%
Cantidad de casos SPA	45726	0,3%

Tabla 6 – Número de casos de consumo de sustancias psicoactivas según la ocupación

Los valores femenino y masculino son los empleados para el registro de la variable sexo. En la Tabla 7 se presenta el número de casos de consumo de sustancias psicoactivas, según el sexo, registrados entre enero del 2014 y diciembre del 2020.

Sexo	Cantidad	Porcentaje
Femenino	7091	15,5%
Masculino	38586	84,4%
Cantidad de casos SPA	45726	

Tabla 7 – Número de casos de consumo de sustancias psicoactivas según el sexo

Como valores de la variable identidad de género se definen los siguientes: bisexual, gay, heterosexual, lesbiana y travesti. En la Tabla 8 se presenta el número de casos de consumo de sustancias psicoactivas, según la identidad de género, registrados entre enero del 2014 y diciembre del 2020.

Identidad de género	Cantidad	Porcentaje
Bisexual	273	0,6%
Gay	189	0,4%
Heterosexual	36157	79,1%
Lesbiana	171	0,4%
Sin dato	247	0,5%
Travesti	48	0,1%
Cantidad de casos SPA	45726	

Tabla 8 – Número de casos de consumo de sustancias psicoactivas según la identidad de género

Considerando la necesidad de identificar el desarrollo de un modelo predictivo de consumo de sustancias psicoactivas en población vulnerable, se identifican como categorías con mayor porcentaje de muestra las siguientes:

En el caso de la variable "Condición escolar" la categoría "Actualmente no estudia", en la variable "Condición étnica" la categoría "Afrodescendiente", en la variable "Fuente de ingresos" la categorías "Sostenimiento familiar" y "Trabajo informal", en la variable "Nivel educativo" la categoría "Secundaria incompleta", en la variable "ocupación" la categoría "Desocupado" y "Estudiante", en la variable sexo la categoría "Masculino" y en la variable "Identidad de género" la categoría "Bisexual". Las variables y sus categorías identificadas serán de gran interés para el desarrollo del modelo; adicionalmente se identifica la variable "Condición especial" como aquella que puede permitir una análisis más detallado de condiciones de víctimas de conflicto armado en la que se resaltan las categorías de "Desplazados" y "En condición de desplazamiento" las cuales en relación con cantidad de registros representan la tercera categoría con más datos solo superado por las categorías "Menores de edad" y "Personas en situación de calle" y con un número superior al que representan las categorías "Mujeres gestantes", "Explotados sexuales" y "Discapacidad". Es necesario resaltar que se han excluido las categorías de: "sin dato", "ninguna de las anteriores" u "Otro". Para tal efecto será requerido considerar la recolección de información del sistema siguiendo una ruta metodológica de modelos predictivos en ciencias sociales similar a la propuesta en García Pereáñez & García

Arango (2020), allí se proponen metodologías de minería de datos para la identificación de factores que intervienen en la conciencia ambiental en estudiantes universitarios mediante opciones de eLearning y eMarketing.

4. Discusión

En el ámbito colombiano se han desarrollado diversos estudios que, buscan caracterizar la población consumidora de sustancias psicoactivas. Entre los más recientes se destacan los trabajos de Brito et al. (2020) quienes presentan los resultados de un estudio realizado en la Institución Educativa Pablo VI del municipio de Barrancas (Guajira) en el que participaron 30 estudiantes con edades entre 12 y 18 años. El propósito del estudio era identificar los factores socioculturales que inciden en el consumo de alcohol. Entre las conclusiones del estudio se identifica la existencia de multiplicidad de factores de incidencia, algunos de ellos arraigados culturalmente que derivan en las escasas acciones preventivas a este respecto implementadas en esta comunidad, el esfuerzo a pesar de ser de interés por la muestra identificada puede conducir a un nivel de reproducibilidad escasa debido al tamaño de la muestra.

En otro estudio Escobar (2020) presenta los resultados de una investigación desarrollada en el valle de aburra a 189 personas con edades entre 18 y 73 años. El objetivo de este estudio fue describir el estado de la salud mental en medio del aislamiento preventivo obligatorio por COVID-19. Entre los resultados se resalta la presencia de: ansiedad y depresión en el 32.8% de los participantes, síntomas psicóticos en el 22.7%, consumo problemático de alcohol en el 43.9% y disfunción familiar en el 72.5% de la población es importante acotar en este caso que el estudio se realizó sin la consideración específica de población vulnerable en el sentido en que el objetivo central de la investigación era identificar aspectos asociados a la crisis sanitaria actual.En relación con las víctimas de conflicto armado, Sánchez et al., (2019) presentan los resultados de una investigación realizada en tres ciudades colombianas a 471 jóvenes entre 13 y 28 años, víctimas de desplazamiento forzado, la investigación pretendía describir la salud mental actual de los participantes, así como la determinación de algunos factores sociodemográficos de la población de estudio. Como resultados de la investigación se identifica la prevalencia de trastornos como fobias en el 6.8% de los participantes, por estrés postraumático en el 5.7% de los participantes y por depresión en el 5.1% de los participantes. En cuanto al consumo de sustancias psicoactivas, se evidenció dependencia de la marihuana en 2.1% y abuso de alcohol en 1.9% de los participantes. Adicionalmente, Salcedo-Mejía et al., (2018) divulgan los resultados de un estudio cuyo objetivo fue determinar la prevalencia de consumo semanal de alcohol y los determinantes socioeconómicos de 10667 jóvenes entre 10 y 24 años en la subregión de los Montes de María del caribe colombiano. Entre los resultados se destaca que la prevalencia de consumo de alcohol de alguna vez por semana es de 9.4% (resultado que está 1.5% puntos porcentuales por encima del consumo perjudicial a nivel nacional), siendo más alta en hombres (14%) que en mujeres (5.6%) y más alta en mayores de edad (19%) que en menores (3.9%). Además, se identifican como factores de riesgo del consumo de alcohol: tener problemas con los padres, al desinterés escolar y problemas psicológicos.

Los anteriores estudios dan cuenta de la importancia de trabajar los aspectos de consumo de sustancias psicoactivas en población víctima de conflicto armado, se identifica

igualmente que son pocos los estudios que toman como referencia bases de datos oficiales gubernamentales. Con base en lo anterior, la interpretación exploratoria de los datos permite considerar como variables de entrada y variable de salida del modelo las que se presentan en la Figura 1.

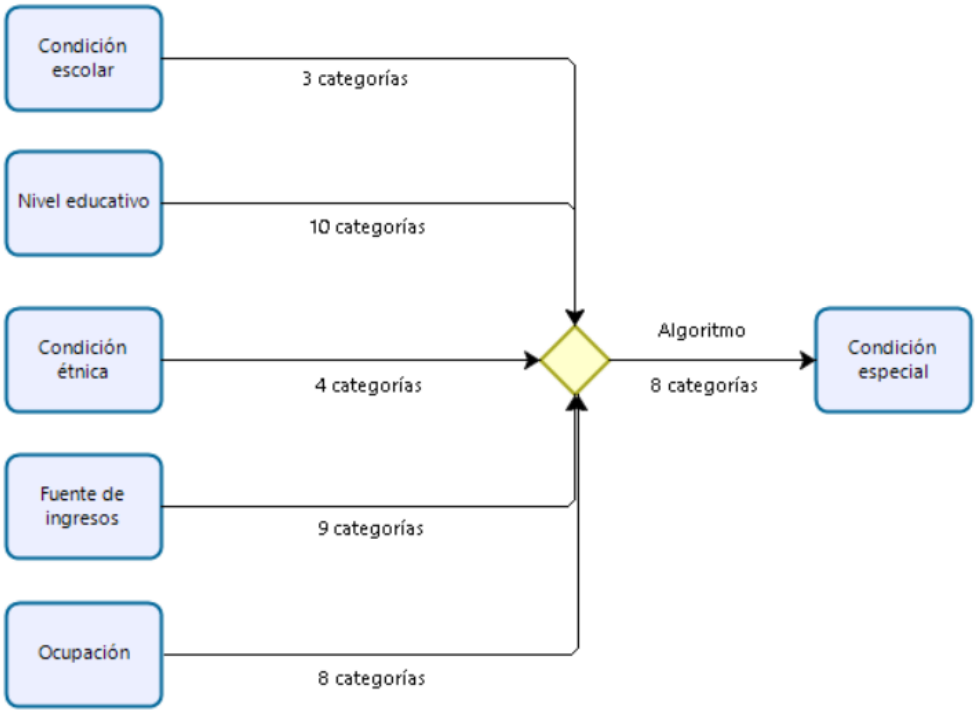


Figura 1 – Relación entre posibles variables del modelo y sus categorías. Elaboración propia.

En la Figura 1 se puede observar el relacionamiento de las variables previamente mencionada junto con sus categorías. Vale la pena prestar especial atención a variables que podrían estar relacionadas, por ejemplo, los pares "Condición escolar" – "Nivel educativo" y "Fuente de Ingresos" – "Ocupación". Adicionalmente es importante notar que las entradas del modelo representan las variables de la izquierda y que únicamente se tendrá como salida del modelo la denominada "Condición especial" que consiste en ocho categorías. En ese sentido, el objetivo del modelo consistirá en tomar los registros de las variables de entrada y compararlos con los registros de las variables de salida para de esta forma identificar reglas de decisión que permitan la generación de un modelo predictivo de la condición especial del consumidor dada la información previa de la condición escolar, condición étnica, fuente de ingresos y ocupación. Al analizar el modelo se espera una comprensión más profunda de los predictores de consumo de sustancias psicoactivas en población víctima de conflicto armado, más especialmente en población en situación de desplazamiento o desplazada.

Colombia ha avanzado en términos de la comprensión del enfoque en torno al problema de las drogas, se identifica liderazgo internacional en ese campo en la búsqueda de eficiencia y la obtención de mejores resultados relacionados con la lucha contra la producción, tráfico y consumo pero se requieren esfuerzos integrales que permitan identificar diferentes dimensiones de la problemática y que analicen con mayor profundidad y de forma más holística las bases de datos institucionales que proveen los diferentes sistemas de información. Es en ese sentido que, en la asamblea extraordinaria de la Organización de los Estados Americanos, que se plantean acuerdos para un análisis más global de la problemática. Entre los más relevantes, se identifican:

a) Se reconoce la validez de incorporar nuevos enfoques, basados en la evidencia científica, para abordar el problema de las drogas, y conseguir mejores resultados, revisando las políticas nacionales vigentes, según decisión y realidad de cada Estado. b) Se resalta la importancia de fortalecer las Políticas de Salud para prevenir y tratar el consumo de drogas, promoviendo la no estigmatización de los consumidores y c) Se avala que los Estados puedan implementar medidas alternativas al encarcelamiento, para delitos menores relacionados con drogas, procurando proporcionalidad de las penas y respeto de los derechos humanos. (Observatorio de Drogas de Colombia, 2015, pág. 204)

De lo anterior se identifica la necesidad de la aplicación de los modelos aquí propuestos como parte de estrategias de prevención que permitan apoyar en la toma de decisiones para el fortalecimiento de programas de salud en la población más vulnerable.

4. Conclusiones

Con la proliferación de datos e información de diferentes fuentes y variada naturaleza, la utilización óptima de sistemas de información estatales para la extracción, almacenaje y análisis de datos ha cobrado cada vez más relevancia para la interpretación y generación de soluciones que impacten significativamente las problemáticas actuales y pongan de manifiesto el liderazgo de los entes gubernamentales. En ese orden de ideas, es importante la consolidación y constante actualización de la información para que los diferentes interesados en la problemática puedan plantear sus puntos de vista y aportar a la toma de decisiones en aporte con los gobiernos.

Se identificaron variables que eventualmente podrán hacer parte de un modelo predictivo de consumo de sustancias psicoactivas en víctimas de conflicto armado; con el análisis de los datos obtenidos del sistema de información SuiCad es factible la obtención de un modelo predictivo que provea soporte a la toma de decisiones por parte de los entes gubernamentales. Una siguiente investigación pondrá a consideración el análisis de los 45726 registros identificados para la consideración de factores predictivos del consumo de sustancias psicoactivas en víctimas de conflicto armado.

Referencias

Brito Carrillo, C. J.; Mendoza Cataño, C. L. y Suarez Brito, A. M. (2020). Manifestaciones de la dinámica familiar en factores de riesgo socioculturales que inciden en el consumo de alcohol en jóvenes de 12 a 18 años en tiempo de Covid 19. Redipe, 9(7), 203-210. https://revista.redipe.org/index.php/1/article/view/1032

Castaño, G.; Sierra, G.; Sánchez, D.; Torres, Y.; Salas, C. y Buitrago, C. (2018). Trastornos mentales y consumo de drogas en la población víctima del conflicto armado en tres ciudades de Colombia. Biomédica, 38, 77-92. https://doi.org/10.7705/biomedica.v38i0.3890

Escobar Toro, Santiago. (2020). Situación de salud mental en el área Metropolitana del Valle de Aburrá durante el aislamiento preventivo decretado en Colombia por la pandemia del Covid-19: un análisis exploratorio. Trabajo de grado (Psicología). Universidad EAFIT. https://repository.eafit.edu.co/handle/10784/17450

García Pereáñez, J. A., & García Arango, D. A. (2020). Conciencia ambiental en estudiantes universitarios: eLearning y eMarketing para la sostenibilidad. *Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação*, 16-27.

Minsalud. Instituto Nacional de Salud. (2017). Vigilancia y análisis del riesgo en salud pública protocolo de vigilancia en salud pública consumo de sustancias psicoactivas con énfasis en sustancias inyectables. https://www.ins.gov.co/buscador-eventos/Lineamientos/PRO%20Consumo%20sustancias%20psicoactivas.pdf

Observatorio de Drogas de Colombia. (2015). *Reporte de Drogas de Colombia*. Bogotá: Gobierno de Colombia.

Salcedo-Mejía F. E., Alvis-ZakzukJ. S., Paz-Wilches J. J., Manrique-Mclean J. P., Jerez-Arias M., y Alvis-Guzmán N. R. (2018). Prevalencia y factores socioeconómicos asociados al consumo de alcohol en jóvenes de hogares pobres en la subregión Montes de María, en el Caribe colombiano. Revista Facultad Nacional De Salud Pública, 36(2). https://doi.org/10.17533/udea.rfnsp.v36n2a06

Sánchez Acosta, D.; Castaño Pére, G. A.; Sierra Hincapié, G. M.; Moratto Vásquez, N. S. ; Salas Zapata, C.; Buitrago Salazar, J. C. y Torres de Galvis, Y. (2019). Revista CES Psicología, 12(3), 1-19. https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7300134

risti
Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação
Iberian Journal of Information Systems and Technologies

Recebido/Submission: 10/05/2021
Aceitação/Acceptance: 18/07/2021

Comparación de la tecnología Kinect v1, v2 y Azure centrada en las habilidades motoras de los niños

Carlos Núñez[1], Dennis Chicaiza[1], Anita Larrea[1], Silvia Acosta[1]

{ci.nunez; dv.chicaiza; anitallarrea; silviabacostab}@uta.edu.ec

[1] Universidad Técnica de Ambato, Ambato, 180103, Ambato, Ecuador.

Pages: 338-350

Resumen: El trabajo contiene la investigación de la arquitectura y funcionamiento de las diferentes versiones de Kinect, se desarrolla una comparativa sistemática de Kinect versión 1 (Xbox 360), Kinect versión 2 (Xbox One) y Kinect Azure. Se investigó las características, especificaciones y prestaciones de los dispositivos para su uso en el contexto de visión artificial enfocado al desarrollo de la motricidad infantil. Para cada dispositivo se analizó y comparó de manera rigurosa su utilización, compatibilidad y adaptabilidad. La tecnología Kinect ha tenido un gran impacto en investigaciones sobre visión por computadora, desde su primera aparición a finales del 2010, misma que deja sus antecedentes enfocados al mundo de los videojuegos para centrarse en el desarrollo de software aplicado a diferentes campos especialmente en la motricidad de los niños.

Palabras-clave: Kinect v1, Kinect v2, Kinect Azure, motricidad, sistemas.

Comparison of Kinect v1, v2 and Azure technology focused on children's motor skills

Abstract: This document contains the research of the different versions of Kinect, it presents a systematic comparison of Kinect version 1 (Xbox 360), Kinect version 2 (Xbox one) and Kinect Azure. The characteristics, specifications and benefits of the devices for use in the context of artificial vision focused on the development of children's motor skills have been investigated. For each device, its use, compatibility and adaptability have been rigorously analyzed and compared to carry out the research. Kinect technology has had a great impact on computer vision research, since its first appearance at the end of 2010, which leaves its antecedents focused on the world of video games to focus on software development applied to different fields especially in children's motor skills.

Keywords: kinect v1, kinect v2, kinect Azure, motor skills, systems.

1. Introducción

Se presenta la comparación y evaluación técnica de Microsoft Kinect v1, Kinect v2 y Azure, enfocado en sus especificaciones, compatibilidad, requerimientos y prestaciones

y sistemática donde se centrará en aspectos como la exactitud y precisión de las imágenes de profundidad capturadas, las inexactitudes y el ruido en las imágenes de profundidad utilizadas. Además, en la presente investigación se toma en cuenta aspectos generales como: la influencia de la temperatura, la distancia de la cámara y el color de la escena en los valores de profundidad de ambos dispositivos. Además, se analiza la compatibilidad con los sistemas operativos, la versión de los puertos y la tecnología para la transmisión de datos. Las cámaras y sensores que poseen, la profundidad de acción, resolución de imágenes, la arquitectura de su ensamblaje, el consumo energético.

2. Antecedentes Investigativos

Las gesticulaciones con dispositivos tecnológicos han generado muchos errores al momento de tener una intercomunicación entre dispositivos y el ser humano, de aquí nacen las interacciones de gestos tales como Leap Motion de la empresa Leap motion, Inc. Dicha tecnología está muy bien desarrollada ya que detecta de manera clara y precisa las manos, además posibilita que se hagan juegos simples con gestos. Entre las varias aplicaciones que tiene este enfoque de campo, hay la posibilidad de tomar una fotografía con el simple gesto de abrir y cerrar la palma. (Chanhwi, y otros, 2020)

El estudio del movimiento del cuerpo es de vital importancia para la detección temprana de enfermedades neurológicas, además de la detección del riesgo de accidentes en el rango de las personas de la tercera edad. Gracias a la evolución de la tecnología y el gran avance que tiene el machine learning hoy en día es más accesible a las aplicaciones enfocadas en el área de la salud. Todo esto se lo ha realizado con la Kinect Azure debido a que tiene una mejora en el análisis de la imagen de una persona en movimiento, caminata en cinta rodante, gracias al movimiento multicámara Vicon estándar de oro y enchufe de 39 marcadores. El estudio se desarrolló utilizando 5 personas para la toma de datos, mismas que usaban una cinta rodante mientras caminaban, se ocupó la Kinect Azure y el sistema vicon para la detección de esqueletos en 3D, la calibración se la realizo de manera meticulosa para que se tomen los datos con una mayor precisión (Amadeus, y otros, 2020)

El enfoque de la conferencia de Visión por Computador enfatizó la implementación de una temática investigativa, comparando y profundizando la capacidad de las dos primeras versiones de Kinect, es decir en términos de la exactitud a más de la precisión que logra obtener, siendo el caso de reconstrucción de redes neuronales, reconocimiento facial en grandes entornos y exteriores que mejoran la triangulación, esto consiste en un sistema de realidad virtual para caminar de forma libre ayudándose de la restauración de imágenes y la reconstrucción de modelos 3D, en efecto para automatizar el reconocimiento de los segmentos o puntos (micro expresiones) de la cámara Kinect (13th Asian Conference on Computer Vision, ACCV 2016, 2016)

3. Metodología

Se realiza una comparativa entre Kinect v1, Kinect v2, y Kinect v3(Azure) en base a las características de los componentes tanto en la parte técnica, sistemática y de funcionalidad que posee cada una, así como un estudio de la motricidad, de acuerdo

a sus características para poder utilizar la tecnología dentro de la misma. Además, se tomará en cuenta el costo en relación con los beneficios.

4. Aplicación

En la última década, Kinect v1, Kinect v2 y Kinect Azure han sido ampliamente estudiadas por los investigadores para analizar la aplicación de los dispositivos en diferentes áreas y la utilización de los sensores como dispositivos de medición alternativos para evaluar el movimiento humano.

Wasenmuller y Stricker. compararon las versiones de Kinect v1 y Kinect v2 en términos de exactitud y precisión, el enfoque de la investigación estuvo en las imágenes obtenidas a través del sensor de profundidad encontrando una relación directa entre la precisión de la profundidad y la temperatura del dispositivo, Kinect v1 en su defecto mostró un aumento de precisión a mayor número de imágenes capturadas. (Stricker & Wasenmuller, 2017)

4.1. Cámara en Color

Con una resolución por pixeles de (640x480), la versión 1 alcanza hasta 30 cuadros por segundo, esto indica que cuando la cámara se calienta y captura objetos mantiene valores de profundidad ligeramente menores que la Kinect v2, pero sin embargo son valores constantes en el tiempo. Función que se efectúa con 30 Hz y (15 Hz con poca luz) con Kinect v2, se enfoca en la grabación de vídeos en resolución alta, la más común 1080p, permitiendo obtener una variedad de alta resolución. (Stricker & Wasenmuller, 2017)

La cámara de color de la Kinect Azure ofrece la mejor calidad en resolución, logrando alcanzar (3840 × 2160) pixeles a 30 ciclos por segundo, lo que permite admitir varios campos de visión, también incorpora un sensor de detector magnético, que mide una distancia determinada entre un emisor y receptor para enviar señales o avisos al detectar objetos en movimiento frente a la cámara. (Amadeus, y otros, 2020)

Figura 1 – Método de análisis en la Cámara de Color

4.2. Cámara de Profundidad

Permite detectar objetos a una cierta distancia del Kinect, a diferencia de la cámara de color en lugar de detectar los pixeles de color que se encuentran frente a ella, detecta las distancias de cada pixel. Logrando así identificar los objetos.

En el caso de Kinect v1, posee un proyector de luces infrarrojas, que en conjunto con una cámara infrarroja mide la profundidad cuando se proyecta los patrones del objeto y fuera de la distorsión de las luces infrarrojas se realiza el cálculo de la profundidad.

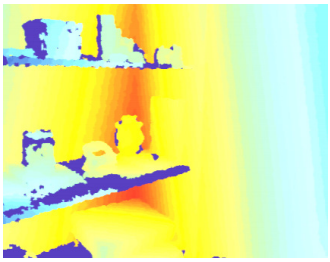


Figura 2 – Cámara de profundidad capturadas para Kinect v1

En la Kinect v2 se utiliza un aspecto conocido como tiempo de vuelo, a diferencia de la primera versión que se enfoca en la triangulación, esta nueva generación permite obtener una mayor precisión para ver en la oscuridad, muy similar a las luces infrarrojas. En otras palabras, el método (TOF), calcula la profundidad, enfocándose en el tiempo de luz emitida, esto se lleva desde la cámara hasta el objeto. Por lo tanto, secuencialmente se emite luces infrarrojas que detectan el movimiento de la luz de retorno del objeto desplazado. Obtiene mayor ventaja Kinect v2, utilizando la tecnología conocida como LightCoding para realizar de esta forma una reconstrucción tridimensional de la escena. (Ramos Perez, Fernández, & León Hernández, 2015)

En general a través de esto Kinect logra enfocarse con esto reconocer por ejemplo el cuerpo del ser humano como un objeto sólido, siendo así importante observar como un punto de Coordenada 3D a las articulaciones del cuerpo.

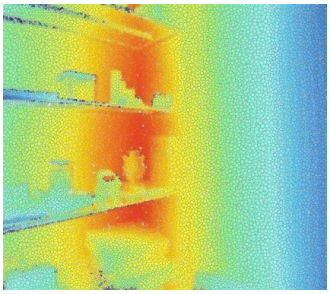


Figura 3 – Cámara de profundidad capturadas para Kinect v2

Kinect Azure, como su antecesor también utiliza los principios básicos del método TOF (Time of Fligth), pero en este caso las luces infrarrojas que la cámara emite son para el espectro u objeto cercano que se encuentra en una escena determinada. El proceso comienza obteniendo un cálculo del período de tiempo que transcurre para que la luz logre viajar desde la cámara al objeto o la escena que se captura. Luego los datos

que se calculan se procesan para convertirlos en un mapa de profundidad que ayudan a la generación de cada píxel de una imagen. (Stricker & Wasenmuller, 2017) (Sych, Meadows, & Allen, Azure Kinect DK depth camera, 2019)

Figura 4 – Cámara de profundidad del Kinect Azure

4.3. Cámara Infrarroja

En la versión Kinect v1, la cámara infrarroja o NIR es parte del proceso RGB que es el encargado de obtener la información de profundidad. Sin embargo, las resoluciones que se pueden encontrar no corresponden a una mayor calidad, y sobre todo no se aplican técnicas para mejorar el procesamiento.

Utilizando Kinect v2 la cámara infrarroja permite la identificación de ambientes o zonas muy oscuras o muy iluminados, logrando en los desarrolladores aspectos que son importantes ya no se tomen en cuenta, debido a que se vuelve innecesario. Para lograr diferenciar el entorno, se aplican varias técnicas como Machine Learning.

Figura 5 – Modelo 3D de una persona capturado por el Kinect v2

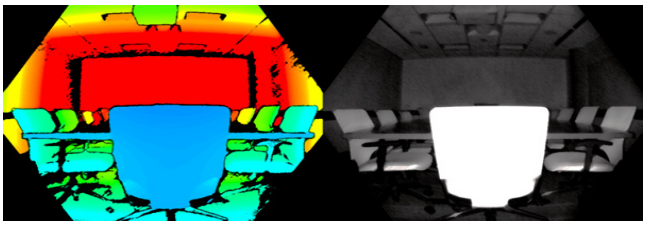


Figura 6 – Lectura de infrarrojos limpia para Kinect Azure

Características	Kinect V1	Kinect V2	Kinect Azure
Cámara De Color	640 x 480 30fps	1920 x 1080 30fps	3840 x 2160 30fps
Cámara De Profundidad	320 x 240 30fps	512 x 242 30fps	1024 x 1024 30fps
Cámara Infrarrojo	320 x 240 30fps	512 x 242 30fps	1024 x 1024 15fps
Distancia De Profundidad			
Máxima	4.5 m	4.5 m	4.5 m
Mínima	40 cm	50 cm	25 cm
Campo De Visión			
Horizontal	57 grados	70 grados	120 grados
Vertical	43 grados	60 grados	120 grados
Motor De Inclinación	SI	NO	NO
Puntos De Esqueleto	20 puntos	26 puntos	32 puntos
Esqueletos Rastreables	2 personas	6 personas	6 personas
Conectividad	USB tipo A 2.0	USB tipo A 3.0	USB tipo C
Compatibilidad	Windows 7, 8, 10	Windows 7, 8, 10	Windows 7, 8, 10
Precio Ecuador	30$	50$	599$

Tabla 1 – Especificaciones y Características de Kinect v1, Kinect v2 y Kinect Azure

4.4. Distancia de Profundidad

Kinect v1 incluyó tres fases, la primera el proyector de láser, proyector CMOS y un microcontrolador que mejora el procesamiento. Además, algo fundamental que consta de un sistema de difracción que permite proyectar un patrón de puntos pseudoaleatorios.

Kinect v2, mejora el campo visual también logra reducir el ruido de fondo mediante un sensor, esto da como resultado mejorar la visualización 3D, la capacidad que equipos tienen para poder observar de una manera más clara objetos muy pequeños y principalmente el proceso para el seguimiento de objetos y en el caso de Xbox detectar el movimiento del cuerpo. (Morillo Celi, 2019)

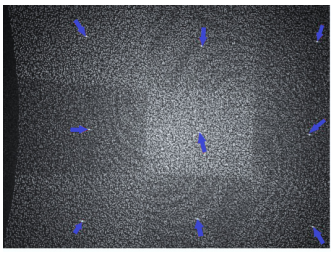


Figura 7 – Captura del patrón de puntos de Microsoft Kinect

El Kinect Azure, muestra campos de visión para calcular un desplazamiento más preciso para las configuraciones, esto además le permite calcular desplazamiento mínimo y tiempo de exposición de la cámara, se podría atribuir que es una mejora significativa a la versión 2 de Kinect, sin embargo, ambas funcionalidades dependen del área en la que se sitúen. (Noto, 2017)

4.5. Campo de Visión

El sensor del campo de visión de Kinect abarca la distancia de 4.5 metros, por lo cual se aclara que es de manera óptima ubicarse a 2 metros del sensor sin ninguna interferencia de por medio que obstaculice el campo de visión.

En el espacio que abarca la visión, en la Kinect v1 se tiene una limitante de tan solo 57 grados en sentido horizontal y 43 en sentido vertical, en la Kinect V2 se amplía el campo de visión a 70 grados en sentido horizontal y 60 grados en sentido vertical, tanto que en la Versión Azure cuenta con un campo de visión casi completo con 120 grados tanto de manera vertical como horizontal.

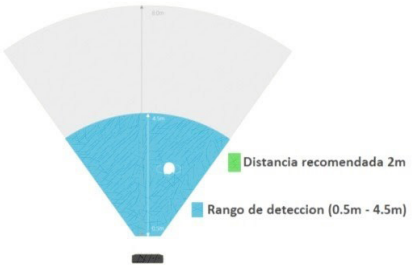


Figura 8 – Campo de visión horizontal y rango de proximidad de la Kinect v1

La cámara Azure Kinect también consta de una cámara RGB y una cámara IR. La cámara a color ofrece diferentes resoluciones, siendo la resolución más alta 3840 × 2160 px a 30 Hz. La cámara de infrarrojos tiene una resolución de 1 MP, con 1024 × 1024 px. Este sensor Kinect también utiliza el principio ToF. Adicionalmente, Tanto la cámara RGB como la IR admiten diferentes campos de visión. Azure Kinect también tiene un sensor IMU. (Amadeus, y otros, 2020)

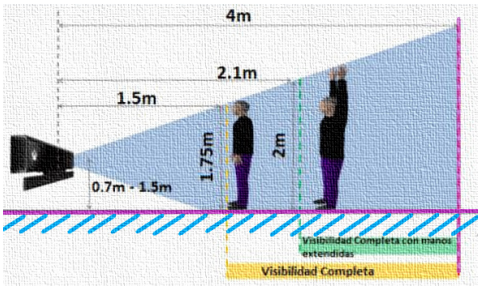


Figura 9 – Campo de visión completa de la Kinect v2

4.6. Motor de Inclinación

Este motor solo se encuentra disponible en la Kinect v1, mismo que cuenta con una inclinación en sentido vertical de arriba hacia abajo con un movimiento gradual de 27 grados, además posee un acelerómetro que informa que inclinación posee cada momento. (de la Fuente Garrido, 2012)

La versión 2 y Azure tienen un mayor ángulo de visión y si se requiere una regulación se la puede realizar de manera manual para ajustar su inclinación.

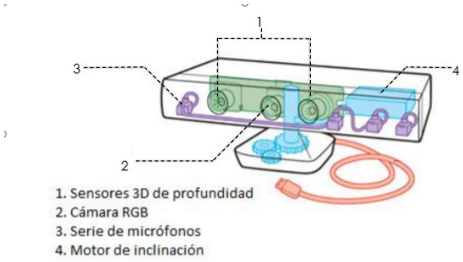


Figura 10 – Motor de inclinación de la Kinect v1

4.7. Puntos de Esqueletos

Kinect v1 20 puntos (cabeza, cuello, hombros, codos, muñecas, manos, abdomen, centro de la cadera, lado izquierdo de la cadera, lado derecho de la cadera, rodillas, tobillos, pies)

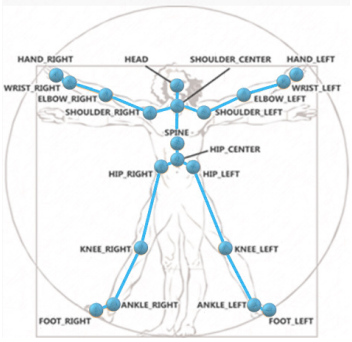


Figura 11 – Puntos de Esqueleto de la Kinect v1

Kinect versión 2 tiene 24 puntos (cabeza, cuello, columna vertebral, hombros, codos, muñecas, manos, pulgares, dedos medios de las manos, abdomen, centro de la cadera, lado izquierdo de la cadera, lado derecho de la cadera, rodillas, tobillos, pies) (Betadocs, 2017)

Kinect Azure 32 puntos (ojos, nariz, orejas, boca, clavículas, cuello, columna vertebral, hombros, codos, muñecas, palmas, pulgares, dedos medios de las manos, tórax,

abdomen, centro de la cadera, lado izquierdo de la cadera, lado derecho de la cadera, rodillas, tobillos, pies) (Amadeus, y otros, 2020)

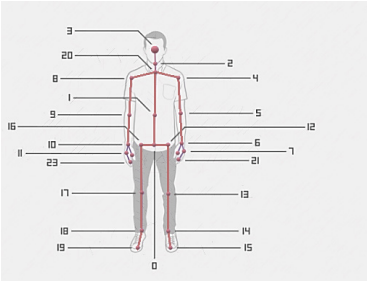


Figura 12 – Puntos de Esqueleto de la Kinect v2

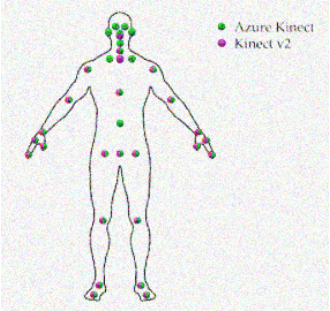


Figura 13 – Puntos de Esqueleto de la Kinect Azure

4.8. Puntos de Esqueletos

La Kinect v1 por medio del cálculo de la GPU para reducir la latencia y mejorar el rendimiento. Kinect v2 realiza un seguimiento del esqueleto de hasta 6 personas por medio de la ubicación 3D de las 25 articulaciones por cada esqueleto, debido a que en esta versión ya incluye articulaciones adicionales en la punta de la mano, punta del pulgar y cuello, referente a la Kinect v1.

5. La Motricidad

Es la concepción de las diversas manifestaciones corporales de un individuo, además se puede decir que el individuo es un ser complejo no divisible que se engloba en diferentes dimensiones (psicológica, afectiva, motora), los cuales ayudan a manifestar y entender nuestro ser pero de manera más general se lo define como la capacidad en la cual un organismo genera movimientos complejos, siendo estos movimientos coordinados por el cerebro y modulados por estructuras secundarias que lo complementan.

Podemos decir que la motricidad es el cuerpo en movimiento intencional pretendiendo la trascendencia y la superación a nivel enteramente como ser humano y no del físico tan

solo. Por lo que se asume que la ciencia de la “Motricidad Humana” no estudia solamente a un humano como un ser que se puede mover y que estudia al ser que se mueve con intencionalidad. (Nicolás Acerenza, 2009)

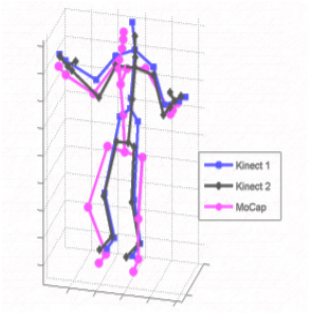


Figura 14 – Comparativa de puntos en los Esqueletos Rastreables entre Kinect v1 y Kinect v2

El principal objetivo del desarrollo motor es obtener el control y dominio de su propio cuerpo, hasta llegar a conseguir del mismo todas las funcionabilidades de acción todo esto se lo realiza desde la función motriz la misma que está conformada por movimientos hacia las relaciones con el mundo que rodea al niño como ser humano, el cual forma un papel muy importante en todo el progreso y perfeccionamiento, desde los movimientos reflejos más básicos hasta llegar a la coordinación de los grandes grupos musculares que intervienen en los mecanismos de control postural, desplazamientos y equilibrios. (Pedro Gil Madrona, 2008)

Se puede decir que el desarrollo motriz se lo realiza en 4 fases, la primera y principal fase engloba en niños con edades de 4 a 6 años en la cual les permite a los niños a tener una mejor percepción de su cuerpo para así relacionarse con su entorno de una mejor manera tomando así el control de sus extremidades ya sean tanto superiores e inferiores y poder conseguir el perfeccionamiento progresivo de las mismas (Plaza, 2015)

Por lo cual es importante tener en cuenta en el estudio que los elementos que conforman la motricidad son motricidad gruesa y motricidad fina. Basándonos específicamente en la motricidad gruesa

La motricidad gruesa engloba todos los movimientos grandes en coordinación como saltar, correr, dar volteretas, rodar, mover extremidades, cabeza entre otros. (Alicia Ruiz, 2017) Por lo cual es muy importante que el niño sea estimulado desde tempranas edades.

Para la evolución de la motricidad gruesa de un niño entre 4 a 5 años se debe tomar en cuenta los siguientes aspectos:

- **Reflejos o respuestas motoras:** capacidad de reacción de un niño
- **Estática:** capacidad de conservar el control del cuerpo en su centro de gravedad.
- **Locomoción:** capacidad para desplazarse de un sitio a otro.
- **Manipulación de Objetos:** capacidad en manipular objetos de su entorno.

5.1. Motricidad gruesa de 4 a 5 años

Entre las edades de 4 a 5 años los niños con el respectivo entrenamiento a través de ejercicios motores adecuados irán perfeccionando la capacidad motriz en todo su cuerpo. La motricidad gruesa implica:

Dominio Corporal Dinámico: es la capacidad que tiene el niño de mover y dominar las diferentes partes el cuerpo tales como las extremidades inferiores, superiores y tronco. (Tamara Palacios, 2010).

Dominio corporal estático: son las actividades enfocadas a interiorizar el esquema corporal, dentro de este se menciona a la relajación y respiración, el autocontrol y la tonicidad. (Tamara Palacios, 2010).

Esquema Corporal: El esquema corporal es la toma de conciencia general del cuerpo que nos permite el uso de las partes del cuerpo de una manera simultánea.(Tamara Palacios, 2010)

6. Resultados

En el siglo XXI, la educación cambió de forma radical acompañando el método tradicional con el uso de la tecnología en la enseñanza y el aprendizaje (Ojeda-Castelo, Piedra-Fernandez, Iribarne, & Bernal-Bravo, 2018). La tecnología Kinect ha sido utilizada con éxito en el aprendizaje y rehabilitación de individuos (Ojeda-Castelo, Piedra-Fernandez, Iribarne, & Bernal-Bravo, 2018). La presente propuesta de proyecto propone la evaluación del uso de la tecnología Kinect en el desarrollo de la motricidad gruesa en niños de 4 y 5 años, misma que se define desde varias corrientes psicomotoras como la capacidad de producir movimientos, que son producto de la contracción muscular que se produce por los desplazamientos y segmentos del cuerpo, actitud y mantenimiento del equilibrio (Viciana, Cano, Chacón, Padial, & Martinez, 2017). En resumen, la psicomotricidad es toda aquella acción muscular o movimiento del cuerpo que se requiere para la ejecución con éxito de un acto deseado en cual se podrá medir con la tecnología Kinect(Cuesta, Prieto-Ayuso, & Gil-Madrona, 2016).

La tecnología Kinect V2 permite en el futuro desarrollar aplicaciones enfocados en distintas áreas en base a ello se determina que a través de sus 24 puntos se puede ver y evaluar los movimientos tales como: la locomoción o del desarrollo postural, tono muscular, equilibrio, coordinación general y visomotora (Bautista, Moreno-Núñez, Vijayakumar, Queck, & Bull, 2019).

7. Conclusiones

Siendo uno de los objetivos de educación infantil proporcionar herramientas metodológicas para trabajar los contenidos en las diferentes áreas por medio de actividades globalizadas que tengan interés y significado en los niños (Padial & Sáenz-López, 2016). La investigación estará centrada en la medición de la precisión del Kinect para evaluar el avance de los niños y en qué aspecto, su uso, facilita el proceso de desarrollo de la motricidad a través de juegos.

El Kinect en su versión 2 me permite referenciar puntos tales como: (cabeza, cuello, columna vertebral, hombros, codos, muñecas, manos, pulgares, dedos medios de las manos, abdomen, centro de la cadera, lado izquierdo de la cadera, lado derecho de la cadera, rodillas, tobillos, pies) (Betadocs, 2017), lo que permitirá la construcción de software para medir la motricidad gruesa en niños y así poder cuantificar y evaluar la funcionalidad de la tecnología Kinect.

8. Agradecimiento

Los autores agradecen a la Universidad Técnica de Ambato y a la "Dirección de Investigación y Desarrollo" (DIDE) por su apoyo en la ejecución de este proyecto, en particular a través del proyecto: "Aplicación de la tecnología Kinect en el desarrollo de la motricidad gruesa de niños/niñas de Educación Inicial Subnivel II, grupo 4 años" aprobado según Resolución Nro. UTA-CONIN-2020-0302-R del 21 de agosto de 2020. sffisei05.

Referencias

13th Asian Conference on Computer Vision, ACCV 2016. (2016). Lecture Notes in Computer Science (págs. 1-639). Taipei: Springer Nature.

Alicia Ruiz, I. R. (2017). *Madurez psicomotriz en el desenvolvimiento de la motricidad fina*. Guayaquil: Grupo Compas.

Amadeus, A. J., Owolabi, V., Arnd, G., Brahms, C. M., Granacher, U., & Arnrich, B. (2020). Evaluation of the pose tracking performance of the azure kinect and kinect v2 for gait analysis in comparison with a gold standard: A pilot study. Multidisciplinary Digital Publishing Institute , 1-22.

Bautista, A., Moreno-Núñez, A., Vijayakumar, P., Queck, E., & Bull, R. (2019). Gross motor teaching in preschool education: where, what and how do Singapore educators teach? / Enseñanza de la motricidad gruesa en educación infantil: ¿dónde, qué y cómo enseñan las maestras en Singapur? Infancia y Aprendizaje, 1-43.

Betadocs. (28 de Julio de 2017). Kinect. Obtenido de https://vvvv.org/documentation/kinect

Chanhwi, L., Jaehan, K., Seoungbae, C., Jinwoong, K., Jisang, Y., & Soonchul, K. (2020). Development of real-time hand gesture recognition for tabletop holographic display interaction using azure kinect. Multidisciplinary Digital Publishing Institute, 1-13.

Cuesta, P., Prieto-Ayuso, A., & Gil-Madrona, P. (2016). Evaluación diagnóstica en la enseñanza conjunta de habilidades sociales y motrices en educación infantil. Revista de Ciencias Sociales y Humanas, 505-525.

de la Fuente Garrido, D. (2012). Aplicaciones de Kinect para Neurohabilitación. UPC eetac, 1-67.

Gamonales. (2016). La educación física en educación infantil. La motricidad en edades. Publicaciones didácticas, 131-174.

Jing, C., Potgieter, J., Noble, F. K., & Wang, R. (2017). A comparison and analysis of RGB-D cameras' depth performance for robotics application. 24th International Conference on Mechatronics and Machine Vision in Practice (M2VIP), 1-6.

Morillo Celi, M. N. (2019). SISTEMA EMBEBIDO DE RECONSTRUCCIÓN 3D DE ENTORNOS CON KINECT V.1. Obtenido de http://dspace.udla.edu.ec/bitstream/33000/11790/1/UDLA-EC-TIERI-2019-23.pdf

Nicolás Acerenza, A. C. (2009). *Una Metodología para Desarrollo de Videojuegos*. Argentina: Simposio Argentino de Ingeniería de Software.

Noto, S. (2017). Kinect 2. 1-18.

Ojeda-Castelo, J., Piedra-Fernandez, J., Iribarne, L., & Bernal-Bravo, C. (2018). Application for learning and rehabilitation in special educational needs. Multimed Tools and Applications, 1-27.

Padial, R., & Sáenz-López, P. (2016). Experiencia de educación para la salud y el consumo a través del juego y la motricidad en Infantil. Revista de Educación, Motricidad e Investigación, 55-65.

Pedro Gil Madrona, O. R. (2008). *Habilidades motrices en la infancia y su desarrollo desde una educación física animada*. La Mancha: Revista Iberoamericana de Educación.

Plaza, W. O. (2015). *La motricidad gruesa y su incidencia en el desarrollo de la inteligencia kinestésica en los niños /as de 3 a 5 años del centro de educación inicial monseñor Vicente Cisneros cantón Pelileo provincia de Tungurahua*. Ambato: Universidad Técnica de Ambato.

Ramos Perez, E., Fernández, C. A., & León Hernández, E. (2015). Aplicando la Metodología PSP para el Desarrollo de un Sistema de Reconocimiento de Gestos. Revista Latinoamericana de Ingenieria de Software, 237-249.

Stricker, D., & Wasenmuller, O. (2017). Comparison of Kinect V1 and V2 Depth Images. German Research Center for Artificial Intelligence (DFKI), 34-45.

Sych, T. (14 de Febrero de 2020). Especificaciones de hardware de Azure Kinect DK. Obtenido de https://docs.microsoft.com/es-es/azure/kinect-dk/hardware-specification

Sych, T., Meadows, P., & Allen, B. (26 de Junio de 2019). Azure Kinect DK depth camera. Obtenido de Microsoft: https://docs.microsoft.com/en-us/azure/kinect-dk/depth-camera

Tamara Palacios, J. R. (2010). *El juego y su incidencia en el desarrollo Psicomotriz en los niños de 5 a 6 años*. Cuenca: Universidad de Cuenca.

Viciana, V., Cano, L., Chacón, R., Padial, R., & Martinez, A. (2017). Importancia de la motricidad para el desarrollo integral del niño en la etapa de educación infantil. EmasF Revista Digital de Educación Física, 89-105.

risti
Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação
Iberian Journal of Information Systems and Technologies

Recebido/Submission: 02/04/2021
Aceitação/Acceptance: 05/06/2021

Modelo predictivo para identificar índices por país relacionados con la tasa de mortalidad por COVID-19

José Antonio García Pereáñez[1], David Alberto García Arango[2], Cianelli Hernández Camarillo[3], Faviola Herrera Fernández[4]

jgarciap@coruniamericana.edu.co; dagarcia@coruniamericana.edu.co; cianellihc28@gmail.com; favi01jer@gmail.com

[1,2]Corporación Universitaria Americana, calle 52 # 43-62, 050012, Medellín, Colombia.

[3]Universidad Veracruzana, Calle Salvador Díaz Mirón 35, Zona Universitaria, 91090 Xalapa-Enríquez. México.

[4]Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, Triunfo, Chachapoyas 01001, Perú

Pages: 351-364

Resumen: La incursión del fenómeno de contagio por coronavirus y su posterior clasificación como pandemia, ha sido imprevista e impacta significativamente los indicadores de todos los países a nivel mundial. Los informes económicos que miden las consecuencias de las medidas de los diferentes gobiernos para reducir la tasa de contagios en el marco de la pandemia, dan cuenta de una reducción significativa en ingresos y empleo que finalmente redunda en un decrecimiento de la calidad de vida de la población. En aras de comprender un poco más las consecuencias que trae consigo esta situación de alta incertidumbre, se presentan en este artículo los resultados de la construcción de un análisis predictivo basado en redes neuronales mediante el cual se analizaron 27653 datos de reporte diario de fechas entre el 22 de enero y el 10 de julio de 2020 y que fueron extraídos del proyecto coronanet en los cuales, mediante la interacción de índices por país, se identificó el orden de importancia de predictores de la tasa de mortalidad del virus. Entre los resultados obtenidos se resalta, además de la obtención de un modelo con una precisión del 77,5%, que aunque el tipo de medida adoptada por los gobiernos es un factor incidente en el incremento de mortalidad por país, son las características específicas como el índice de transparencia y el índice de globalización las que permiten un análisis predictivo de la mortalidad.

Palabras-clave: Modelo predictivo, tasa de mortalidad, índices por país, COVID-19

Predictive model to identify indexes by country that affect the mortality rate from COVID-19

Abstract: The incursion of the coronavirus contagion phenomenon and its subsequent classification as a pandemic has been unforeseen and significantly impacts the indicators of all countries worldwide. The economic reports that measure the consequences of the measures of the different governments to reduce

the rate of infections in the context of the pandemic, show a significant reduction in income and employment that ultimately results in a decrease in the quality of life of the population. In order to understand a little more the consequences that this situation of high uncertainty brings with it, this article presents the results of the construction of a predictive analysis based on neural networks by means of which 27653 data from the daily report of dates between the January 22 and July 10, 2020 and which were extracted from the coronanet project in which, through the interaction of indices by country, the order of importance of predictors of the virus mortality rate was identified. Among the results obtained, in addition to obtaining a model with a precision of 77.5%, it is highlighted that although the type of measure adopted by governments is an incident factor in the increase in mortality per country, they are specific characteristics such as the transparency index and the globalization index which allow a predictive analysis of mortality.

Keywords: Predictive model, mortality rate, indexes by country, COVID-19.

1. Introducción

Ningún análisis prospectivo ni entidad alguna de las que elaboran estudios de opinión pública que pretendieran identificar los riesgos de los sistemas políticos en 2020, habrían incluido en la ecuación un virus de dimensiones globales, que amenazaría gravemente la estabilidad y la calidad de la democracia. El COVID-19 ha cuestionado la capacidad de los sistemas de salud pública alrededor del planeta. Los ciudadanos latinoamericanos, que venían reclamando la falta de eficacia de las instituciones de la democracia, y cuya expresión concreta, meses antes que iniciara la pandemia, fueron las manifestaciones en Chile, Colombia y Ecuador, por señalar solo algunos ejemplos, con seguridad aguardan hoy día a que finalice la emergencia provocada por el Coronavirus para salir a las calles a mostrar su inconformidad con el manejo de la crisis (Fundación Salvadoreña para el Desarrollo Económico y Social , 2020). En América Latina se presenta una incertidumbre frente a la economía con respecto a la pandemia de la Covid-19 esperando que para estar a salvo del virus, éste debe ser derrotado en todas las partes del mundo, para así retomar la fluidez de la economía o afrontar la pandemia poniendo al capitalismo en pausa y priorizar ciertas necesidades para salir de la crisis que están atravesando todos los países del mundo (Mariscal, 2020).

Todavía es pronto para saber cuál será el impacto económico de la pandemia global del virus. En el primer caso se está ante un impacto suave, en forma de "V", y la situación podría ser mucho más compleja, como anticipaba la OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos, 1961), se puede afirmar que, aun cuando termine por ser en forma de "V" y no de "U", los efectos tendrán un gran impacto (Steinberg, 2020). Como era de esperar, el frenazo se notará primero en China origen de la pandemia (China es origen del 12% de las exportaciones). Es por ello que es muy pronto para saber qué es lo que pasará con la economía mundial, los expertos con referencia a la crisis que se está atravesando hablan del poder de la empatía para con los demás, presentando la necesidad de aprender a convivir con el virus y además analizar las situaciones tanto políticas como económicas y despertar del adormecimiento generalizado que se vive.

Esta situación abre nuevos retos, y en particular, la necesidad de conseguir una gobernación más global. Las nuevas que están consolidándose al calor de la actividad económica en oriente solo palían ciertos aspectos de la decadencia de aquellas, debido a

su sesgo económico-financiero. Los nuevos retos exigen una coordinación más política y social, y dada la perspectiva más amplia que suelen presentar los Estados Nacionales, éstos pueden transformarse en una palanca muy importante en ese sentido (Sánchez, 2020). Desde este punto de vista, la nueva crisis incorpora a la agenda de los Estados, en pro de una estabilidad mundial, el objetivo de establecer instituciones efectivas que gobiernen la globalización y, por tanto, resulta inevitable el lanzamiento de una política económica internacional, con eso se tendrían países altamente empoderados con capacidad de enfrentar obstáculos que se les presenten y así poder encaminar al desarrollo social y político de una manera más eficiente y empático con la saciedad.

Se está en una sociedad altamente conectada entre países, la cual permite el intercambio cultural. Debido a la pandemia, los países se han visto obligados a cerrar sus fronteras restringiendo así la movilización y los comercios que tuvieran para frenar la pandemia llevando consigo problemas económicos y sociales a países en vía de desarrollo, ejemplo de ello, en Medellín- Colombia uno de los países golpeados con el COVID-19, ha tomado medidas para contener la propagación del virus y reactivar la economía del país en fases. En primer momento se optó por el aislamiento preventivo para finalmente decretar el confinamiento total la Alcaldía de Medellín propuso reactivar la economía en fases para levantar la cuidad de este paro económico que está pasando (Alcaldía de Medellín, 2020). Igualmente, el país vecino Perú que con la presencia de la pandemia COVID-19, es afectada en total grandeza económica y socialmente. Este gobierno fue uno de los primeros países en decretar el cierre de sus fronteras, tomando medidas al decretar días de cuarentena y así evitar la propagación del virus, pero no fue ajeno a la propagación del virus poniendo al país en una crisis económica, política y actualmente también en una crisis sanitaria.

En muchos países del mundo en el sector económico, en especial las empresas pequeñas se enfrentan a pérdidas catastróficas que amenazan el funcionamiento de este, como también la solvencia y consigo trae pérdidas en los ingresos económicos de los trabajadores y es aún más grave en los trabajadores informales que necesitan mucha más protección y ayuda. Las repercusiones por el COVID-19 en la salud pública son enormes, las economías y los mercados de trabajo están alterados sin precedentes. Se podría decir que esta es la peor crisis vivida desde la Segunda Guerra Mundial. La pandemia es uno de los desafíos más serios que ha enfrentado la humanidad. Todavía se desconoce cuánto será el costo de vidas humanas que va arrasando y a la profunda crisis sanitaria, el mundo está siendo testigo del colapso económico mundial y esto impactará al bienestar de grandes segmentos de la población durante los próximos años. Preocupa el impacto de la crisis sobre el tamaño de las economías y la capacidad para recuperar el crecimiento y las buenas decisiones políticas que llevan consigo para sacar adelante los países y al mundo entero (Barría, 2020).

Hasta el momento, la inviabilidad de utilizar el aislamiento selectivo con las personas y grupos contagiados ha llevado a la aplicación de medidas de distanciamiento social que están imponiendo un costo económico y social excesivamente desproporcionado en todo el mundo. La combinación de políticas como el distanciamiento social, el confinamiento y las cuarentenas implican una reducción, cuando no una parada total, de las actividades de producción y consumo por un periodo de tiempo incierto, que desploma los mercados y puede llevar al cierre de empresas, llevando al desempleo a millones de trabajadores (Ministerio de Salud y Protección Social, 2020). Es cierto que el COVID-19 ha traído

grandes cambios a nivel personal, familiar, estatal y mundial; una pandemia paralizó al mundo, es menester tener en cuenta cuán importante son las buenas decisiones que tomen día a día a nivel político para el bien de la sociedad y así afrontar obstáculos de índole económico, político, sanitario y social enfrentando las crisis, la unión como país para exigir las reformas para el desarrollo de este. El desarrollo de la investigación se desarrolló utilizando la base de datos del proyecto coronanet considerando un total de 27653 datos de reporte diario de fechas entre el 22 de enero y el 10 de julio de 2020 el cual se cruzó con la base de datos del PIB por país y variables en toma de decisiones orientadas a la mitigación de contagio. El análisis de algoritmo de minería de datos se basó en la metodología Cross Industry Standard Process for Data Mining (CRISP-DM) donde se ponen en relación las variables de entrada del modelo con la respectiva variable de salida (índice de moratlidad).

2. Contextualización

Actualmente se vive una realidad completamente diferente a la esperada a principios de año. El estilo de vida ha cambiado de forma repentina debido a la llegada de un virus no esperado. Una enfermedad nueva se ha extendido rápidamente alrededor del mundo y llevando a vivir en medio de una pandemia gran parte del año. Esta enfermedad originada por un virus conocido como SARS-CoV-2 tienen un primer registro en Wuhan, China, a finales del año 2019. La rápida propagación del virus los siguientes meses llevó a la Organización Mundial de la Salud a declarar esta enfermedad como pandemia el 11 de marzo de 2020. Es importante tener en cuenta que los coronavirus ya existían, sin embargo, esta enfermedad está asociada con un nuevo brote de estos.

De esta forma, el SARS-CoV-2 ha llevado a cambiar distintos aspectos de la vida de cada individuo. Se identifica a esta pandemia como uno de los mayores retos que vive la sociedad. Los efectos económicos, financieros y sociales que se esperan son mucho más profundos que la reciente crisis financiera mundial de 2008 y que la también conocida como “La Gran Depresión” de 1929.

Este reto de enfrentar una pandemia, ha llevado a los gobiernos a implementar diversas medidas que ayuden a mitigar el impacto del virus en sus naciones. Una gran cantidad de países ha llevado a cabo medidas de confinamiento que han detenido la actividad económica al interior de su territorio, dejando ver los efectos a nivel mundial al vivir en un contexto de economías globalizadas. Al principio de la pandemia, era primordial la detención del número de personas que enfermaran y perdieran la vida, representaba una cuestión de salud que también buscaba evitar que los sistemas de salud colapsaran y con ello, no se le brindara atención médica a quien lo necesitara. Por ello, para minimizar el contagio la implementación de una cuarentena se dio en la gran mayoría de países, aunque en cada uno con diferentes variantes.

En este primer momento de la toma de decisiones, se presentó un debate que abordaba la disyuntiva entre seguir el confinamiento o regresar a las actividades laborales y evitar que la economía siguiera paralizada. La idea anterior dio pie a que se interpretara que la economía estaba en contra del cuidado de la salud, sin embargo, se ha aclarado que, en este contexto, estos dos variables de economía y salud no son excluyentes entre sí, por el contrario, van de la mano, pues en la medida en que los casos positivos de

Covid-19 disminuyan, la población podrá regresar a sus actividades diarias con un ambiente sanitario más seguro y a su vez, contribuirá a la reactivación de la economía. (CEPAL,2020). Sin embargo, mientras no existan esas condiciones de salud libres de contagio del virus, muchos países seguirán en confinamiento y los efectos del paro en la actividad económica se continuarán viendo.

A principios de año, el Fondo Monetario Internacional contemplaba una recuperación de la economía a pesar de su deterioro en 2019. El crecimiento se estimaba alrededor del 3.3% para 2020. (FMI, 2020a) Esta recuperación estaba relacionada con una mayor certidumbre en los mercados financieros, así como la relajación de las tensiones comerciales. Sin embargo, en esta estimación aún no se contemplaban los efectos que traería la nueva enfermedad por coronavirus que estaba por intensificarse. Para las estimaciones siguientes, se comenzó a proyectar el crecimiento teniendo ya en cuenta que la pandemia traería resultados negativos. En el informe más reciente correspondiente al mes de junio, se estima que el producto mundial tendrá una caída de 4.9% (FMI, 2020b), cifra bastante diferente a la presentada a principios de año.

Para el mes de mayo, la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico estimaba que, por cada mes de confinamiento, dos puntos porcentuales del PIB caerían bajo el supuesto de que el confinamiento iría de la mano con una política económica que mitigue el impacto económico. Sin embargo, en otro escenario donde esta premisa no se cumpla, la disminución en el PIB puede ser de 4 o 6 puntos porcentuales. (Centro de la OCDE para el Emprendimiento, 2020). De esta forma, para disminuir las consecuencias que dejará el Covid-19, los tomadores de decisiones han tratado de dar respuesta en sus ciudades de diferente forma. La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (Centro de la OCDE para el Emprendimiento, 2020) agrupa estas respuestas de manera general en seis categorías i) distanciamiento social y confinamiento; ii) Prácticas en el lugar de trabajo y patrones de desplazamiento; iii) Medidas concretas para grupos vulnerables; iv) prestación de servicios a nivel local; v) apoyo a las empresas y recuperación económica; y vi) comunicación, concienciación y herramientas digitales.

En este contexto, una gran cantidad de estudios se están llevando a cabo para la contribución de conocimientos al tema. Al ser un nuevo virus, los estudios científicos comienzan desde la investigación de este nuevo coronavirus para conocerlo a detalle y contar con las herramientas para poder atacarlo. Así, las investigaciones en el área de salud son fundamentales para conseguir la salida de esta pandemia por la vía óptima. Por otro lado, aquellos investigadores no pertenecientes al área de salud también se encuentran trabajando desde su área de conocimiento para desarrollar estrategias que contribuyan a la mitigación de los efectos de Covid-19 y a la creación de los medios que generen las condiciones adecuadas al término del confinamiento. Entre esas investigaciones, se identifican aquellas orientadas a comprender mejor la realidad actual, así como estudios prospectivos para el fin del confinamiento, así como investigaciones que evalúan posibles escenarios si la cuarentena termina antes de que la tasa de propagación de Covid-19 disminuya.

Las investigaciones han demostrado, por ejemplo, que el confinamiento disminuye el crecimiento exponencial de casos de Covid-19. El estudio de Políticas óptimas para el control de la nueva enfermedad de Coronavirus de Yousefpour et al. (2020), afirma que los gobiernos deben elegir estrategias óptimas para prevenir la enfermedad hasta

el final de la epidemia, sugiriendo que es importante considerar la tasa de contagio y la tasa de transición de personas sintomáticas a la clase de infectados en cuarentena, y con base en esta información, establecer políticas para prevenir el brote y al mismo tiempo, el colapso económico. En este estudio también se sugiere la implementación de confinamiento social como una política que contribuye a los objetivos mencionados. Por su parte, (Crokidakis, 2020) a través de un modelo SIQR (Susceptible-Infeccioso-Cuarentena-Recuperado) donde se divide a los individuos de la población según la etapa en la que se encuentren, estima que la implementación de políticas de aislamiento en Rio de Janeiro, Brasil, llevaron alrededor de 7 días para disminuir efectivamente la tasa de crecimiento de casos. A su vez, se realizó una simulación del relajamiento de las medidas de contención que sugiere que, si estos procedimientos se llevan alrededor del 1 de junio, el daño en la curva de contagios no será considerable.

Se han realizado pruebas también desde el cierre de espacios escolares, lugares donde se reúne una gran cantidad de personas con un propósito educativo. A través de un estudio realizado en Corea tomando dos posibles fechas de reapertura de las escuelas, (Kim et al., 2020) demostraron que la ampliación del periodo de confinamiento para los estudiantes por dos semanas más, reduce significativamente la tasa de contagio, pues los resultados mostraron que se podrían reducir entre 200 y 900 casos y evitar que la tasa de contagio aumentara su velocidad de 10 a 30 veces. Así, se identifican las políticas de confinamiento como un mecanismo eficiente al no existir una vacuna para la detención de la propagación del virus. Sin embargo, existen ciertas limitantes que representan barreras para la implementación de estas políticas. Según el estudio de (Maqbool & Khan, 2020), estos obstáculos pueden identificarse como 1) Falta de compromiso de seguridad por parte del público, haciendo referencia a la adopción de las medidas emitidas; 2) Falta de cultura de seguridad, que también involucra el conjunto de creencias que permiten el cuidado del grupo de personas más vulnerables, 3) Irresponsabilidad y apoyo administrativo en nivel comunitario, que incluye el compromiso con las estrategias de prevención por parte de los niveles de gobierno, 4) Aplicación no estricta de las regulaciones de la OMS en un país, 5) Insuficiencia de recursos para implementar la salud pública y social; 6) Desabastecimiento de instalaciones médicas a nivel comunitario, 7) Baja cobertura de servicios puerta a puerta durante el periodo de cuarentena, refiriéndose al servicio que se brinda al ciudadano en su hogar de forma que evite conglomeraciones; 8) Comunicación inadecuada entre asesores de salud y público; 9) Escasez de políticas gubernamentales y 10) Estigmatización pública, haciendo referencia a que el estigma evita que el paciente busque atención médica inmediata. Este estudio arrojó que la falta de recursos, seguido de falta de una comunicación adecuada entre los asesores de salud y el público y el compromiso de falta de seguridad del público son los factores graves que obstaculizan la implementación exitosa de las medidas sociales y de salud que lleven a prevenir la transmisión del COVID-19.

Entre las variables impactadas por la pandemia actual, se identifica el empleo. El mercado de trabajo se sabe que es de suma importancia para una población pues de ahí obtienen la fuente de ingresos que les permite satisfacer sus necesidades básicas. Al detenerse la actividad económica, el paro de la producción ha llevado al deterioro de las cadenas de suministro en todo el mundo. Las empresas independientemente de su tamaño están afrontando graves retos donde se han quedado sin ingresos y en los escenarios más adversos, han tenido que recurrir al despido de sus trabajadores.

Según la Organización Internacional del Trabajo, los efectos del Covid-19 en el mercado laboral se dejarán ver desde tres perspectivas: 1) la cantidad de empleo, 2) la calidad de trabajo (en cuestión de salarios y acceso a seguridad social) y 3) efectos en los grupos más vulnerables de la población. (OEA, 2020). En varias estimaciones preliminares de dicha organización, se estima que el desempleo aumentará entre 5.3 millones (en un caso mas favorable) y 24.7 millones de personas tomando una referencia de 188 millones de desempleados en 2019. (Observatorio de la OIT, 2020) Como un punto de comparación, se trae al presente la crisis financiera de 2008, donde el desempleo aumentó en 22 millones de personas. Los trabajadores no son los únicos que se verán afectados, dentro de la población, otro grupo que vivirá los efectos de la pandemia son los estudiantes. Tras el cierre de escuelas, la educación dio un giro inesperado donde tuvieron que planearse estrategias para continuar las clases, sin embargo, es posible ver diversos problemas en estas nuevas estrategias donde, por un lado, no todos los alumnos cuentan con los recursos para seguir aprendiendo desde casa, y por otro lado, las clases que se imparten no transmiten los conocimientos esperados. El proceso de aprendizaje desde aquí, se ve afectado. Aunado a lo anterior, problemas financieros relacionados al pago de matrícula o al sostenimiento de los estudios de educación a distancia afectan también a los estudiantes (UNESCO, 2020).

Por lo anterior, el riesgo de abandono de estudios aumenta en los estudiantes. Tan solo en Estados Unidos, se ha calculado a través de encuestas en estudiantes de pregrado, que uno de cada seis alumnos no regresará a clases cuando se permita el regreso a actividades. Tengamos en cuenta que Estados Unidos es un país desarrollado, así que esto da una idea de la situación para países en vías de desarrollo. (Goebel et al., 2020). Además, los efectos en el mediano y largo plazo también se dejan ver en la inserción de los estudiantes que terminan sus estudios al mercado laboral, y los salarios con los que serán recibidos al entrar en él. (Sanz et al., 2020). Todos estos retos dejan ver que es requerida una respuesta en materia de políticas que contribuya a mitigar los efectos de esta pandemia. Según Radics & Rodríguez Ramírez (2020), se deben tomar acciones que contribuyan a los siguientes objetivos: Promover la disponibilidad oportuna de recursos, ejecutar con eficiencia los recursos, proteger el ingreso de hogares vulnerables y la liquidez de las organizaciones, apoyar la continuidad de los servicios públicos a través de la tecnología de la información y promover la recuperación económica y fiscal post-pandemia. Y aunque cada país presente condiciones económicas y sociales diferentes, los gobiernos deben adaptarse a ellas y generar una estrategia que contribuya a la solución de los problemas provenientes gracias a este nuevo coronavirus.

3. Metodología

El desarrollo metodológico del proyecto se enmarca en un nivel de razonamiento abductivo con enfoque cuantitativo, pero con triangulación cualitativa, llevando a la consideración de un enfoque mixto. En consonancia con lo anterior es importante considerar, que si bien es cierto el tratamiento de resultados utiliza técnicas cuantitativas, algunas de las variables a considerar también son cualitativas. En relación al proceso de razonamiento abductivo, se siguen los referentes propuestos por Samaja (2012) (según los cuales, la extracción del caso de estudio se genera al momento de relacionar los resultados obtenidos con la teoría existente. Este enfoque, cuyo nivel paradigmático está

centrado en el pragmatismo, permite la configuración y articulación de métodos que posibiliten la integración de los resultados al contexto teórico. En ese orden de ideas, se concibe la importancia de analizar correlaciones y relaciones entre variables asociadas la drogadicción para víctimas de conflicto armado, mediante la construcción, aplicación, validación y análisis de un modelo o conjuntos de modelos predictivos, los cuales en sí mismos como "el proceso de aplicar un modelo estadístico o algortimo de minería de datos con el propósito de predecir nuevas observaciones o corroborar las existentes". (Shmueli, 2010, pág. 289). El desarrollo de los modelos predictivos, consistirá entonces en la aplicación de un algoritmo de minería de datos, esta aplicación está enmarcada en las fases de extracción de conocimiento como puede verse en la figura 1.

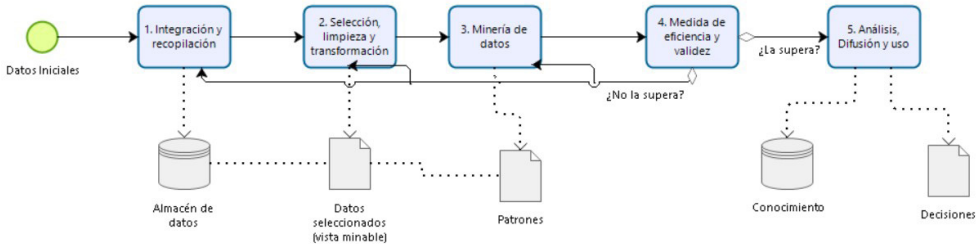


Figura 1 – Fases de extracción del conocimiento

Al interior del subproceso de minería de datos, la mayoría de los expertos sugieren el modelo de metodología Cross Industry Standard Process for Data Mining (CRISP-DM), la cual adaptada al fenómeno de estudio presenta el ciclo que puede verse en la figura 2.

Figura 2 – Metodología CRISP-DM. Tomado de Hernández Orallo, Ramírez Quintana, & Ferri Ramírez (2004)

Con base en lo anterior, el conglomerado de modelos predictivos que se pretende concebir y posteriormente analizar, tendrá como etapas de generación la consolidación de la base de datos, la filtración del tipo de datos, la organización de particiones para entrenamiento y comprobación del modelo. Esta metodología ha sido aplicada en otras investigaciones (García Pereáñez & García Arango, 2020); (García Arango, Ortega Carrillo, Pinto Blanco, Gutiérrez Álvarez, & Rendón López, 2020). Los datos para la construcción del modelo fueron tomados de la base de datos del proyecto coronanet (Cheng et al., 2020), el cual además de dar cuenta de diferentes relaciones estadísticas, integra diferentes bases de datos día a día con información de todos los países en relación con casos de coronavirus y su relación con la toma de decisiones por país. Más específicamente 27653 datos de reporte diario de fechas entre el 22 de enero y el 10 de julio de 2020. Las variables consideradas para el modelo fueron: country (país), Transparencyindex_HR (Índice de transparencia), overallGlob_index_KOF (índice total de globalización), pop_WDI_PW (población), ti_cpi_TI: (percepción de corrupción), gdp_WDI_PW (Producto interno bruto), gdppc_WDI_PW (producto interno bruto per cápita), growth_WDI_PW (crecimiento porcentual de producto interno bruto), sfi_SFI (índice de fragilidad estatal) y type (tipo de política/restricción aplicada).

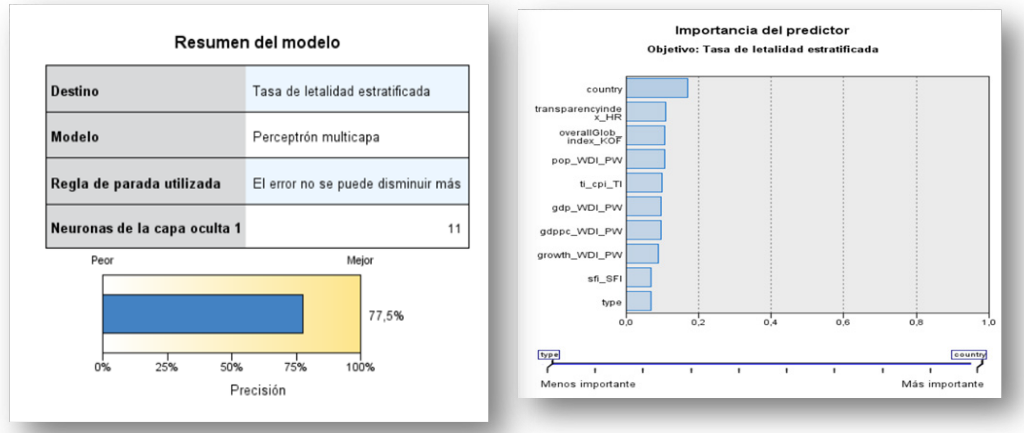
Las variables anteriormente presentadas constituyen las variables de entrada del modelo. Para el presente proyecto se considera como variable de salida una construida por los autores denominada índice porcentual de mortalidad, el cual se halla realizando la división del total de muertes entre el total de infectados y multiplicado por cien, el resultado obtenido se clasifica estratificado así: Entre 10% en adelante, Entre el 1% y menos del 5%, Entre el 5% y menos del 10% e Inferior al 1%. De ahí que se pretenda identificar los factores predictores que tienen mayor fuerza en relación con el índice porcentual diario de mortalidad del virus.

4. Resultados y análisis de resultados

Para procesar los datos de la base de datos CoronaVirusDataSet se necesitó utilizar el software estadístico SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) para analizar y obtener gráficos y hacerlo entendible los resultados para expresarlo de una manera coherente a lo estudiado.

En la Figura 3 se presenta el resumen del modelo predictivo donde la variable destino en la que hemos trabajado es la **Tasa de letalidad estratificada,** el modelo está basado en **Perceptrón multicapa** que está compuesto por una capa de entrada, una capa de salida y n capas ocultas entremedias. Se caracteriza por tener salidas disjuntas pero relacionadas entre sí, de tal manera que la salida de una neurona es la entrada de la siguiente (Diego Calvo, 2018).

Por último, encontramos el nivel de precisión del modelo que es un 77,5% lo cual nos indica que es un valor muy significativo y bueno de aceptación para seguir con la investigación.



Figuras 3 y 4 – Resumen del modelo e importancia del predictor. Elaboración propia

En la Figura 4 se da cuenta de la importancia del predictor teniendo en cuenta la variable objetivo o la variable de salida que es la **Tasa de letalidad estratificada** en ella se observa la clasificación de variables de entrada por la importancia o la influencia de cada una de ellas en la variable de salida.

Como primera variable de entrada tomada por el modelo es **country (país),** el modelo considera que la tasa de letalidad estratificada depende o influye mucho del país en que se desarrolla, es aquí donde entra posiblemente por la economía o factores políticos. La segunda variable de entrada que el modelo predictivo consideró es **Transparencyindex_HR (Índice de transparencia),** es un factor impactante en este modelo se considera la transparencia como acto verídico e incorruptible en cada país.

La tercera variable **overallGlob_index_KOF (índice total de globalización),** el modelo lo consideró por la interdependencia entre los países del mundo.

Las variables siguientes están consideradas al final, pero no menos importantes las cuales son **pop_WDI_PW (población), ti_cpi_TI: (Corruption perceptions), gdp_WDI_PW (Producto interno bruto), gdppc_WDI_PW (producto interno bruto per cápita), growth_WDI_PW (crecimiento porcentual de producto interno bruto),** las variables también influyen en el modelo ya que todas estas tienen incidencias en el objetivo investigado. Y por último las variables **sfi_SFI (índice de fragilidad estatal), type (tipo de política/restricción aplicada)**, estas variables de entrada son menos importantes y tienen menos incidencias en la Tasa de letalidad estratificada.

En la Figura 5 se presenta la Clasificación para la tasa de letalidad estratificada con el porcentaje correcto global que es del 77,5% donde la variable de salida (Tasa de letalidad estratificada) está clasificada en: **Entre 10% en adelante, Entre el 1% y menos del 5%, Entre el 5% y menos del 10% e Inferior al 1%.**

- Lo observado es que Entre el 10% en adelante existe una exactitud del modelo predictivo en un **72,8%** y los márgenes de error son permisibles en el previsto.
- Lo observado es que Entre el 1% y menos del 5% existe una exactitud del modelo predictivo en un **86,9%** en este caso es más exacto el modelo predictivo dado que en lo previsto vemos un margen error mínimo en el resto de clasificaciones.
- Lo observado es que Entre el 5% y menos del 10% existe una exactitud del modelo predictivo en un **54,6%** este caso es algo preocupante ya que el margen error es alto en algunos de las clasificaciones previstas
- Lo observado es que Inferior al 1% existe una exactitud del modelo predictivo en un **75.0%** existe un margen error alto en una de las clasificaciones previstas lo cual es algo preocupante para el modelo

Clasificación para Tasa de letalidad estratificada

Porcentaje correcto global = 77,5%

Observado	Previsto			
	Entre 10% en adelante	Entre el 1% y menos del 5%	Entre el 5% y menos del 10%	Inferior al 1%
Entre 10% en adelante	72,8%	12,9%	12,9%	1,4%
Entre el 1% y menos del 5%	2,5%	86,9%	4,7%	5,9%
Entre el 5% y menos del 10%	5,9%	38,3%	54,6%	1,2%
Inferior al 1%	0,9%	23,7%	0,4%	75,0%

Porcentaje de filas
100,00
80,00
60,00
40,00
20,00
0,00

Figura 5 – Clasificación para la Tasa de letalidad estratificada

5. Conclusiones

En economía el sistema de precios funge como el instrumento de asignación de bienes entre los consumidores, sin embargo, el gobierno también forma parte de la economía al intervenir en el mercado cuando ocurren fallas o cuando la asignación de bienes presenta problemas. Entonces, dentro del estudio económico encontramos la "economía de la salud" cuyo análisis se centra en la optimización de recursos para la atención de enfermedades y promoción de salud. Para el caso de la salud, sobre todo en un contexto de pandemia como el actual, es crucial la organización eficiente de los recursos de forma que su distribución garantice el derecho de la población a la salud. El crecimiento económico de un país representa una condición importante para el desarrollo humano. Es decir, el crecimiento del Producto Interno Bruto permite la distribución de la riqueza y el acceso a mas personas a una vida digna. A su vez, las condiciones de salud en la población también representan una premisa para la productividad y crecimiento económico de un país, por lo que la relación también opera en sentido inverso.

Se puede observar que, en este periodo de pandemia, la respuesta del Estado tiene una incidencia menor en la tasa de letalidad por la enfermedad ocasionada por el SARS-Cov-2 que otras variables. Los predictores que más inciden son las condiciones ya existentes en un país, es decir, la respuesta eficaz de un país está relacionada mayormente a cuestiones estructurales, por lo que aquellos países que cuenten con una estabilidad económica y social más sólida aunado a las políticas implementadas por su gobierno, podrán controlar mejor la pandemia. Por su parte, las naciones que se encuentran en condiciones más vulnerables tendrán que enfrentarse a un reto mayor donde la responsabilidad cae en la eficacia de las políticas. Es decir, existe una mayor presión en los países menos desarrollados por la creación de políticas públicas de salud, y a su vez, de políticas económicas que, en este contexto de pandemia, contribuyan a mitigar los impactos de esta. En este orden de ideas, una futura línea de trabajo consistirá en analizar una mayor cantidad de datos para la generación de un mapa de calor relacionado con el impacto de las decisiones por país a través del tiempo.

Referencias

Alcaldía de Medellín. (2020). Efectos económicos y sociales por COVID-19 y alternativas de política pública-Un análisis para Medellín y el AMVA. Medellín: Secretaría de Desarrollo Económico.

Barría, C. (2020). Crisis económica por el coronavirus |Robert Shiller, nobel de Economía: “No existe una pandemia, sino dos”. BBC News Mundo, 5.

Centro de la OCDE para el Emprendimiento, las P. las R. y las C. (2020). Respuestas políticas de las ciudades al COVID-19. http://www.oecd.org/coronavirus/policy-responses/respuestas-politicas-de-las-ciudades-al-covid-19-12646989/#annex-d1e7202

CEPAL-OPS. (2020) Informe CEPAL-OPS Salud y economía: una convergencia necesaria para enfrentar el COVID-19 y retomar la senda hacia el desarrollo sostenible en América Latina y el Caribe.

Cheng, C., Barceló, J., Hartnett, A.S. *et al.* COVID-19 Government Response Event Dataset (CoronaNet v.1.0). *Nat Hum Behav* **4,** 756–768 (2020). https://doi.org/10.1038/s41562-020-0909-7

Crokidakis, N. (2020). COVID-19 spreading in Rio de Janeiro, Brazil: Do the policies of social isolation really work? Chaos, Solitons and Fractals, 136. https://doi.org/10.1016/j.chaos.2020.109930

Dorado, J. (2016). La Ética del Ingeniero de Sistemas. Cuitiva, 5.

FMI. (2020a). ¿Tenue estabilización, lenta recuperación? Enero 2020. World Economic Outlook IMF, 1–12.

FMI. (2020b). Actualización de las perspectivas a nivel mundial Junio de 2020. World Economic Outlook IMF, 1–23.

Fundación Salvadoreña para el Desarrollo Económico y Social . (2020). Algunas refexiones sobre el COVID-19, el desempeño de los sistemas políticos y la democracia. Antiguo Cuscatlán, El Salvador, Centroamérica: Departamento de Estudios Políticos - DEP.

García Arango, D. A., Ortega Carrillo, J. A., Pinto Blanco, A. M., Gutiérrez Álvarez, M. D., & Rendón López, L. M. (2020). Redes neuronales para identificar factores asociados al diseño de una propuesta de formación en línea de artesanos en marketing digital. Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação, 62-73.

García Pereáñez, J. A., & García Arango, D. A. (2020). Conciencia ambiental en estudiantes universitarios: eLearning y eMarketing para la sostenibilidad. Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação, 16-27.

Goebel, C., Strauss, D., & Hesel, R. (2020, March). StudentPOLL: COVID 19 Edition | Art & Science Group. https://www.artsci.com/studentpoll-covid19

Hernández Orallo, J., Ramírez Quintana, M. J., & Ferri Ramírez, C. (2004). Introducción a la minería de datos. México D.F.: Pearson Educación S.A.

Kim, S., Kim, Y. J., Peck, K. R., & Jung, E. (2020). School opening delay effect on transmission dynamics of Coronavirus disease 2019 in Korea: Based on mathematical modeling and simulation study. Journal of Korean Medical Science, 35(13), 1–9. https://doi.org/10.3346/JKMS.2020.35.E143

Maqbool, A., & Khan, N. Z. (2020). Analyzing barriers for implementation of public health and social measures to prevent the transmission of COVID-19 disease using DEMATEL method. Diabetes and Metabolic Syndrome: Clinical Research and Reviews, 14(5), 887–892. https://doi.org/10.1016/j.dsx.2020.06.024

Marco, D. G. (2020). Coronavirus: qué dice sobre la economía (y el gobierno) de Perú que el país prepare el mayor plan de estímulo de América Latina contra el covid-19. BBC News Mundo, 5.

Mariscal, N. L. (2020). EL IMPACTO DE LA COVID-19 EN AMÉRICA LATINA: SE REQUIEREN RESPUESTAS FUERA DEL LIBRETO. Análisis Carolina, 1-12.

Ministerio de Salud y Protección Social. (2020). Aislamiento preventivo ha disminuido la tasa de contagio en el país. Ministerio de Salud y Protección Social, 1.

Observatorio de la OIT, 1a edición El COVID-19 y el mundo del trabajo: Repercusiones y respuestas. (2020). https://gisanddata.maps.arcgis.com/apps/opsdashboard/index.html#/bda7594740fd40299423467b48e9ecf6

Organización de los Estados Americanos. (2020). Guía rápida de respuestas con enfoque de derechos ante el COVID-19 en las Américas. Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos, Distrito de Columbia, Estados Unidos. Obtenido de http://www.oas.org/es/sadye/publicaciones/GUIA_SPA.pdf

Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos. (1961). Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos, 5.

Radics, A., & Rodríguez Ramírez, A. (2020, June 17). Gobiernos subnacionales y coronavirus: acciones y lecciones aprendidas de la región - Gestión fiscal. https://blogs.iadb.org/gestion-fiscal/es/gobiernos-subnacionales-y-coronavirus-acciones-y-lecciones-aprendidas-de-la-region/

Rosales, G. I. (2017). Ética y valores profesionales. Reencuentro.

Samaja, J. (2012). Epistemología y metodología. Elementos para una teoría de la investigación científica. Buenos Aires: Eudeba.

Sánchez, A. A. (2020). Noticias de Política Económica. España: Noticias de Política Económica, tono.sanchez@uv.es.

Sanz, I., González, J. S., & Capilla, A. (2020). Efeitos Da Crise Do Covid-19 Na Educação. Organización de Estados Iberoamericanos Para La Educación, La Ciencia y La Cultura (OEI), 1–22.

Shmueli, G. (2010). To Explain or to Predict? Statist. Sci., 289-310. doi:doi:10.1214/10-STS330.

Steinberg, F. (2020). Coronavirus: amenaza económica, respuesta política e implicaciones. Real Instituto Elcano, 1-7.

UNESCO. (2020) COVID-19 y educación superior: De los efectos inmediatos al día después. Análisis de impactos, respuestas políticas y recomendaciones.

Yousefpour, A., Jahanshahi, H., & Bekiros, S. (2020). Optimal policies for control of the novel coronavirus disease (COVID-19) outbreak. Chaos, Solitons and Fractals, 136. https://doi.org/10.1016/j.chaos.2020.109883

risti
Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação
Iberian Journal of Information Systems and Technologies

Recebido/Submission: 10/04/2021
Aceitação/Acceptance: 20/06/2021

Estudio del fenómeno transitorio de inundación en buques de guerra

José María Riola[1], Miguel Andrés Garnica López[2], Carlos Hernán Fajardo-Toro[3]

jinvestigacionnaval@escuelanaval.edu.co; miguel.garnica@armada.mil.co; cfajardo.toro.academico@gmail.com

[1,] Escuela Naval de Cadetes "Almirante Padilla" – ENAP. Cartagena de Indias, Colombia.

[2] Armada República de Colombia – ARC, Bogotá, D. C., Colombia

[3] Corporación Universitaria Unitec, Bogotá D. C., Colombia.

Pages: 365-377

Resumen: Dentro del amplio mundo de la estabilidad del buque, este proyecto se centra en el fenómeno del transitorio de inundación, el cual tiene una especial importancia cuando nos referimos a buques ferries de pasaje Roll on – Roll off con amplias cubiertas para vehículos o en el caso de buques de guerra a las hangar deck de los portaaviones o a las *stowage well deck* de los grandes buques anfibios, que son el corazón de la mayoría de las operaciones navales internacionales por su capacidad de desplegar una amplia fuerza de un modo rápido. Pero esta cubierta posee un peligro inherente si debido al impacto de un arma o a una colisión el agua entra sobre su gran cubierta provocando una gran pérdida de estabilidad. La avería en el casco dependerá de la estructura del buque, localización, tamaño y ángulo de incidencia, y si la colisión es entre dos buques, la forma de la proa que penetra y la inercia transversal de ambos buques deberá tenerse en cuenta. Este artículo presenta una metodología para ensayar el fenómeno con modelos de buques a escala

Palabras clave: inundación, transitorio, avería, estabilidad, colisión.

Warship Transient Flooding Tests Sstudy

Abstract: Into the ship stability world, this project is centered on the flooding transient phenomenon, which one has a special importance if we refer about the Ro-Ro deck of ferry ships, the hangar deck in aircraft carriers or the stowage well deck in landing amphibious warships, these ships are the heart of most of the international naval operations due to their great capacity to deploy a large force to carry out missions in a fast way. But this deck has an inherent danger if due to a weapon impact or collision, the water enters onto this huge deck producing a really great loss of stability. The hull side damage will depend on the structural strength, striking location and incident angle. If there is a collision between two ships a penetrating bow shape and transversal inertia of both vessels have to be taken into account. This paper presents a methodology to testing this phenomenon with model ships.

Keywords: transient, flooding, damage, stability, collision.

1. Introducción

Existen numerosos antecedentes de colisiones entre buques de todo tipo y que en algunos casos provocan hundimientos, pero es quizás el más representativo respecto al fenómeno que nos interesa en este trabajo, el caso del trasatlántico SS Andrea Doria de la Società di Navigazione Italia. Conocido como un nuevo Titanic, insumergible por la prensa italiana y presentado como un icono de su industria naval por su interior, descrito como una galería de arte flotante, tenía 213 metros de eslora, 29.100 toneladas de peso muerto, un bonito diseño estructural y una capacidad de más de 1.200 pasajeros. Su base el puerto de Génova y que, cerrada en niebla la noche del 25 de julio de 1956, se hundió frente a las costas de Nantucket, una isla que se encuentra situada a unas 25 millas al sur de Cape Cod, Massachusetts, cuando navegaba rumbo hacia Nueva York, después de ser embestido por el transatlántico sueco M/V Stockholm, con la pérdida de 51 vidas. El accidente de estos buques está muy bien documentado por jar Torre (2012).

La proa del buque sueco le embistió a popa del puente, produciéndole un boquete en forma de la característica V, afectando a siete cubiertas con una anchura de avería cercana a los 15 metros y con una profundidad de casi la tercera parte de la manga, provocándole una inundación asimétrica.

Desde un punto de vista hidrodinámico, el agua entra rápidamente en los compartimentos dañados y atraviesa los conductos del doble fondo, *bottom cross flooding ducts,* inundando los compartimentos simétricos del otro costado; lo cual se diseña así para evitar que el buque se quede con una escora excesiva y peligrosa, siendo en principio más seguro que el buque quede adrizado, aunque sea con un francobordo menor. Al comienzo de este proceso, se produce un fenómeno transitorio de un momento escorante que actúa produciendo un considerable incremento en balance, calado y trimado, para luego irse equilibrando el buque tras una serie de balances que se irán amortiguando, dependiendo de los golpes de *sloshing* del agua que se queda atrapada en la propia estructura.

Esto que es habitual en cualquier diseño naval. Se complica cuando se trata de proyectos como grandes cubiertas como puede ser un *Tank Landing Ship* (LST), como el de la figura 1, que con unos francobordos de poco más de 2 metros puede verse muy reducido tras una colisión. Este buque es un clásico ejemplo de problemas de estabilidad después de avería, y de hecho, en la II Guerra Mundial se perdieron más de 30 de ellos. Es importante entender que los buques de guerra tienen como filosofía de diseño que deben seguir operando incluso después de dañados.

Para evitar el problema mencionado, se necesita el cumplimiento de normativas *naval rules restrictivas* como la ANEP-77 (OTAN, 2009) e integrar los requisitos operacionales en los documentos de Estado Mayor REM. Para su cumplimiento se debe estudiar el brazo adrizante GZ y la altura metacéntrica GM necesaria para conseguir una adecuada estabilidad, y específicamente se considera necesario un estudio de los fenómenos transitorios relacionados con la pérdida de estabilidad con base en simulaciones numéricas previas, como con el programa de CFD PRECAL (CRS, 2000), figura 2, del grupo *Cooperative Research of Ships* (CRS) con sede en MARIN - España, para

concluir estudiando en detalle los fenómenos transitorios en un canal de experiencias hidrodinámicas con un modelo a escala.

Figura 1 – LST Martín Álvarez. Fuente: elaboración propia

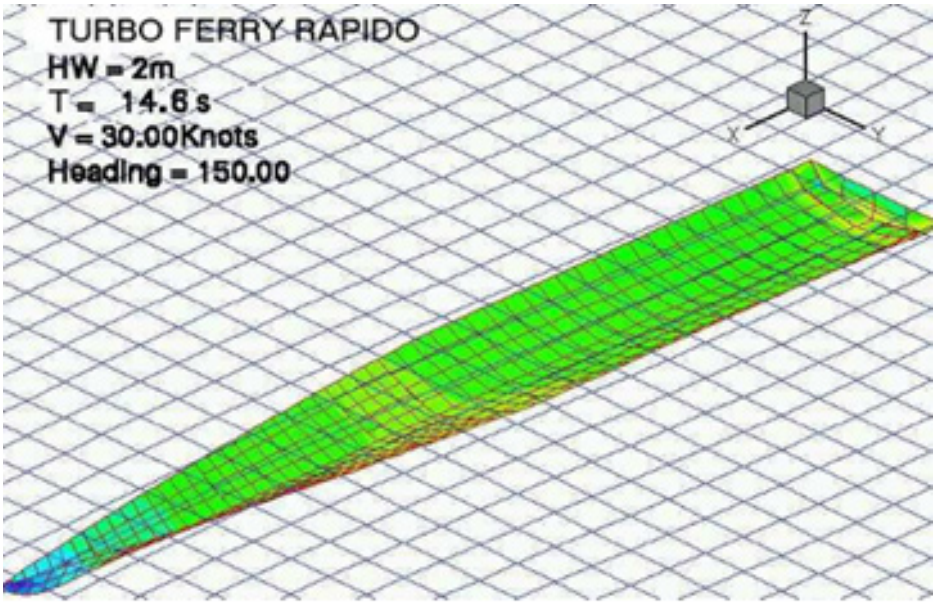


Figura 2 – Imagen PRECAL. Fuente: CRS

La experiencia indica que los ferries Roll-on Roll-off tienen unas características de estabilidad similares a los buques de guerra antes mencionados, y que en vez de

estar expuestos al impacto de un arma, se enfrentan a los riesgos del alto tráfico y las condiciones ambientales. Ejemplos de accidentes como los del buque Estonia en el Mar Báltico (Pérez, 2020), el Herald of Free Enterprise en el Canal de la Mancha (Villa Caro, 2014) o Doña Paz en aguas de las Islas Filipinas (Riola, 2001), que fueron producidos en las últimas décadas y de los cuales los diseñadores de los buques de guerra deben aprender. Solamente la tragedia del ferry Doña Paz, que se muestra en la figura 3, costó 4.376 vidas. Debido a un amplio uso de este tipo de buques en todo el planeta, cercano a 30 millones de pasajeros sólo entre o desde puertos europeos, se ha realizado un gran esfuerzo normativo con el fin de aumentar la seguridad marítima.

Si hablamos de buques de guerra, hay también numerosos registros de impactos y colisiones, como pueden ser los del buque USS Stark (Fisk, 1990) o el USS Cole (Encyclopaedia Britannica, 2000). En la figura 4 se muestra una foto del del destructor americano USS John S. McCain que colisionó con el petrolero Alnic MC de 30.000 toneladas el 21 de agosto de 2017, en el Estrecho de Malaca, cuando iba camino de la base de Changi en Singapur.

Figura 3 – Ferry Doña Paz en puerto. Fuente: Maritime Nation

2. Estructura y disposición general.

Las variables a escala con que debemos dotar al modelo de buque son: la similitud geométrica de los espacios inundados, la altura metacéntrica, francobordo residual, calados, conductos de doble fondo y tuberías de desaireación, El objetivo de este trabajo es mostrar algunos de los efectos hidrodinámicos de estas variables para reducir la vulnerabilidad en los futuros diseños de los buques de guerra.

Los buques están provistos de una subdivisión estanca para detener la inundación de agua después de una avería, y así limitar la propagación de las inundaciones. El aumento

de las subdivisiones aumenta su capacidad de mantenerse a flote. Los mamparos de compartimentado transversal tienen forma de "U" y los mamparos longitudinales y la cubierta mantienen la integridad de estanqueidad. La separación de los mamparos estancos transversales interferirá a menudo con la disposición óptima de los compartimentos. Además, este espaciamiento tiene una gran influencia en la respuesta de balance por la entrada de agua. Así, el foco principal de la investigación consiste en obtener la cantidad de agua que puede quedar atrapada en la cubierta del garaje dentro de un estado de mar determinado y las características limitadas del buque que permiten evitar la zozobra en estas circunstancias.

Figura 4 – Avería del USS John S. McCain. Fuente: US Navy.

Los últimos cambios normativos de entidad se deben a la tragedia del ferry MS Estonia, un ferry-crucero de pasajeros y automóviles construido en el astillero alemán de Meyer Werft, en Papenburgo, de bandera estonia y que se hundió el 28 de septiembre de 1994 en el mar Báltico cerca de las islas Åland, con un coste de 852 vidas. La opinión pública presionó a la Organización Marítima Internacional (OMI) para endurecer las normativas de estabilidad, pero la OMI lo desestimó para la globalidad del planeta. Así, las regulaciones actuales europeas permiten un estándar de estabilidad de avería más estricto basado en cálculos de arquitectura naval, o en demostrar la condición de supervivencia en un canal hidrodinámico con el procedimiento estándar regulado por la OMI en las páginas 36-37 del anexo SOLAS / CONF.3 / 46 (OMI, 1195). Estas normas más rigurosas son solamente de aplicación en la costa occidental de Europa entre el Cabo Finisterre al noroeste de España y el punto más septentrional de Noruega, lo que incluye el Canal de la Mancha y los mares Báltico y del Norte, y dicha normativa

se conoce como el Acuerdo de Estocolmo (Guerrero Pacheco, 2012). La realidad de la construcción naval internacional es que, la mayoría de los buques de pasaje que se construyen fuera de Europa también se construyen bajo este acuerdo. Además del efecto del agua atrapada en el interior del buque y sobre la cubierta del garaje, y debido a diversos ensayos del cumplimiento del Acuerdo de Estocolmo realizados, se apareció un interesante y peligroso fenómeno denominado inundación transitoria.

Este efecto de inundación transitoria se centra en el comportamiento de la respuesta transitoria de balance del buque después del impacto del arma o de la colisión del otro buque, debido solo a una rápida entrada de agua en sus tanques laterales dañados. Este fenómeno depende del volumen del tanque dañado, la altura metacéntrica, el francobordo residual, el área de los tubos de ventilación y los conductos de inundación de doble fondo hacia abajo que se emplean entre estos tanques laterales para reducir las posibles inundaciones asimétricas.

La respuesta no lineal de balance hace que, si las características del barco no son lo suficientemente seguras, dará la vuelta y zozobrará (Riola & Valle, 2001; Valle et al., 2000). Los ensayos de canal han demostrado que existe un gran efecto dinámico durante el proceso de inundación, que no se tiene en cuenta en los cálculos de la arquitectura naval estándar porque se basan en fórmulas estáticas, haciendo que los valores resultantes sean inferiores a los reales obtenidos. La figura 5 muestra la respuesta de balance de un buque dependiendo del nivel de agua atrapada en su interior. La dinámica del buque presenta una gran no-linealidad con altura significativa de ola entre 4 y 6 metros.

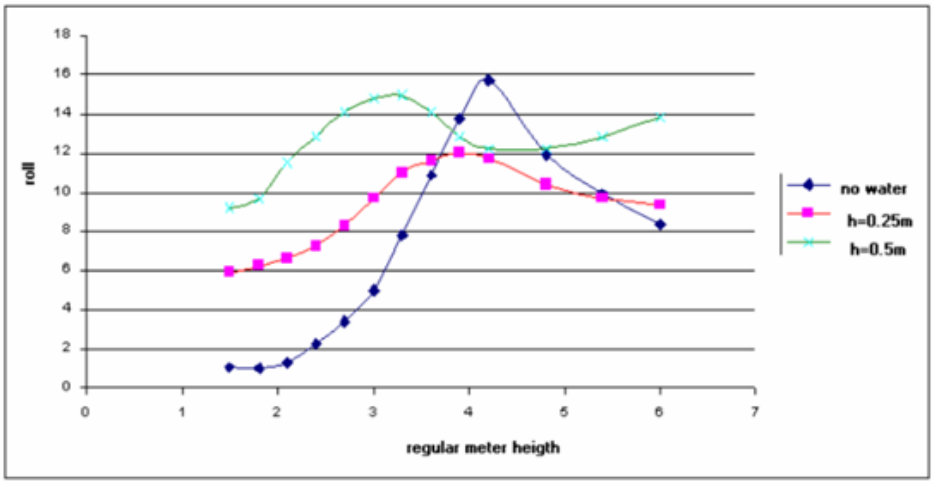


Figura 5 – Respuesta de balance con diversos niveles de agua. Elaboración propia

3. Ensayos con el modelo a escala.

Dados los grandes efectos dinámicos que ocurren este fenómeno (Hasegawa et al., 2000), es necesario realizar ensayos con modelos a escala para tener una certeza suficiente.

En orden a reproducir el fenómeno de inundación en un modelo de buque con una amplia superficie corrida, se necesita desarrollar un equipo que permita el ingreso rápido del agua y la toma de datos de lo que va ocurriendo durante el desarrollo del fenómeno. El equipo suele ser un sistema neumático que con un brazo levanta el trozo del casco verticalmente a alta velocidad. Este equipo debe ir montado sobre el centro de gravedad del modelo para interferir lo menos posible en la respuesta del balance del modelo, y se deslizará hacia arriba la parte del casco que representa la avería, ya que es la mejor manera de no interrumpir la entrada del agua ni afecta al movimiento de amortiguación del movimiento de balance del modelo con avería. El modelo se construirá a escala con las mismas formas que el buque original y llevará montados los apéndices principales también construidos a escala como pueden ser los timones o las quillas de balance.

La compartimentación interior de la zona que representa la parte inundada dañada, también debe ser fabricada a escala, intentando ser lo más realista posible en mamparos, chapa del forro, cubiertas, etc, teniendo en cuenta la permeabilidad o tanto por ciento de la ocupación de los equipos en cada compartimento (Riola, 2017), como se puede apreciar en detalle en la figura 6.

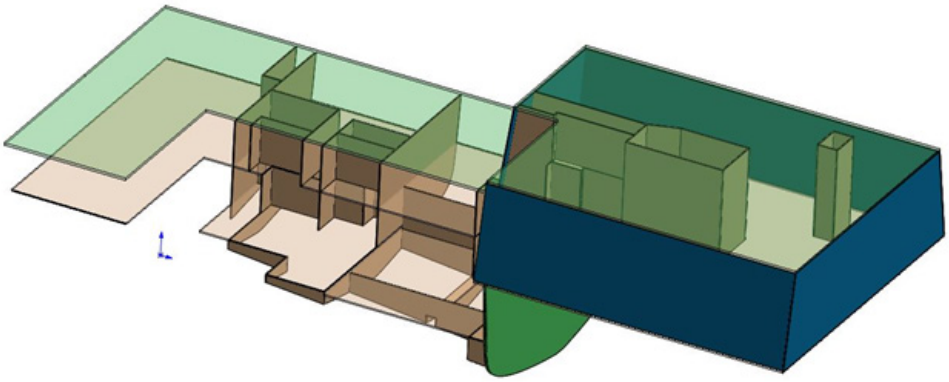


Figura 6 – Zona averiada a inundar (Fuente: propia)

Es necesario que sea de un material transparente para facilitar la grabación del fenómeno y validar la estanqueidad del conjunto. Para representar lo más realmente posible la avería, que es la zona del casco que se moverá hacia arriba cuando se simule el impacto o la colisión, y dado que es una incógnita que dependerá del impacto del arma, para tener un valor estándar se toman las dimensiones a escala de la avería OMI de la colisión estándar (Riola, 1999):

- Longitud: el mayor entre 11 metros o 3% de la eslora entre perpendiculares más 3 metros
- Altura: desde la línea base hacia arriba sin límite
- Profundidad: 1/5 de la manga, formando un triángulo isósceles

Para la toma de datos se suele utilizar un equipo de trayectografía óptica sin contacto o sistema krypton (NIKON, 2021) (figura 7) que, con base en unos diodos emisores de luz infrarroja (LED) que van montados sobre la superestructura del modelo y a unas cámaras exteriores que recogen las señales de luz, resuelven el problema trigonométrico en las tres dimensiones y proporcionan en la pantalla y registran los resultados de aceleraciones y movimientos del modelo en sus seis grados de libertad durante el ensayo.

Figura 7 – Sistema óptico de datos (Fuente: Nikon)

Una vez listo el modelo de buque a escala con el sistema que eleve la avería en el costado y supervisadas sus características de peso, calados (Figura 8), inercias, altura metacéntrica, etc., y particularmente la estanqueidad para que el agua no salga de la zona averiada, el modelo ya está listo para el ensayo. El modelo también lleva adosados unos medidores de altura de ola, consistentes en varillas conectadas a un circuito capacitivo que a mayor altura de agua producen una mayor señal. El registro de estas señales nos permite conocer el proceso temporal de inundación en cada compartimento.

Así, cuando el modelo está adrizado en aguas tranquilas, se dispara el sistema neumático que eleva el trozo averiado en el costado, por lo que el agua accede rápidamente y por ello el modelo se escora a la banda en la que el agua está ingresando. El agua continúa atravesando los conductos del doble fondo inundando los compartimentos de costado simétricos a los averiados, lo que tras varios movimientos de balance, terminará alcanzando una escora final de equilibrio. El cuadro de la figura 9, explica con descripciones y dibujos, los conceptos y puntos de referencia aplicados a los registros de las series temporales de balance y tiempo expuestos en la figura 5 de valores máximos de los picos de balance, las velocidades angulares y tiempos.

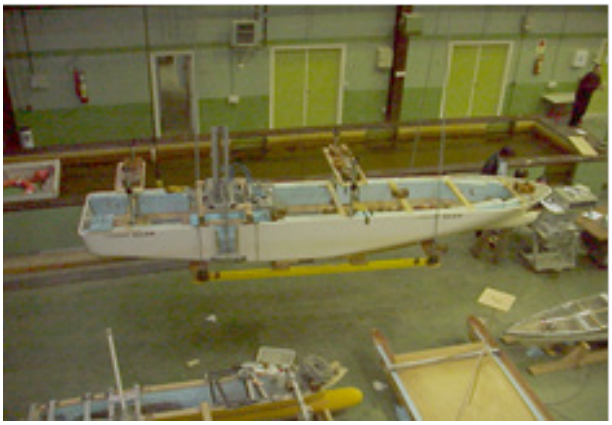


Figura 8 – Modelo a ensayar (Fuente: propia)

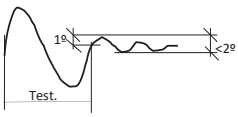
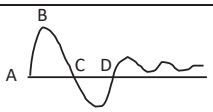
Picos 1, 2, 3, 4	→	Picos registrados de balance.
Veloc. Pico 1	→	Angulo de balance/Tiempo desde comienzo hasta primer pico.
Veloc. Pico 2	→	Angulo de balance/Tiempo el primer pico hasta el segundo.
Hmax.	→	Máximo nivel de agua en el sensor de la avería.
Tiempo de Estabilización	→	Tiempo hasta que la amplitud de balance es menor de 2º. 
Puntos de Referencia	→	

Figura 9 – Registros de las series temporales de balance (Fuente: propia)

Para el cálculo de los efectos dinámicos del buque, se preparó una hoja de cálculo de la que se elaboraron las figuras a continuación.

1. Primero se incluyen las series temporales del tiempo y del balance medido en los ensayos (Figura 10).
2. Luego, de los valores se aplican los siguientes cálculos (Figura 11):

- A partir de los ensayos se obtienen los valores de la primera y segunda derivada del balance respecto del tiempo.
- Luego, del programa de arquitectura naval, se calculan los valores de las capacidades y masas a distintas alturas de llenado de tanques y de los túneles del doble fondo. Se incluye la serie temporal del llenado del tanque simétrico.

- Posteriormente, se obtiene un primer valor del desplazamiento después de avería con la suma del valor del buque intacto, la capacidad del tanque averiado y considerando vacío el estabilizador. De las tablas hidrostáticas se tiene el valor del calado nuevo y con él se obtiene el valor del incremento del desplazamiento.
- Con el estudio de los balances de extinción, se calcula el incremento de la inercia.
- Se calcula el coeficiente del momento de amortiguamiento, el cual es obtenido en el ensayo de extinción del modelo averiado.
- Se calcula el valor de la serie del KG'.
- Se obtiene GM' = (KG + GM) – KG' y con él, el valor del momento adrizante.
- Se suman los momentos y se obtiene el valor total ΣMtos.
- Se calcula el valor de los momentos estáticos suponiendo que el tanque averiado está lleno y que el simétrico se llena como en la serie temporal de h.

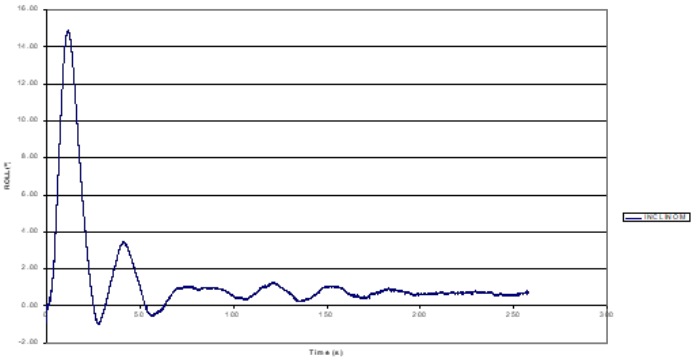


Figura 10 – Series temporal de extinción de balance (Fuente: propia)

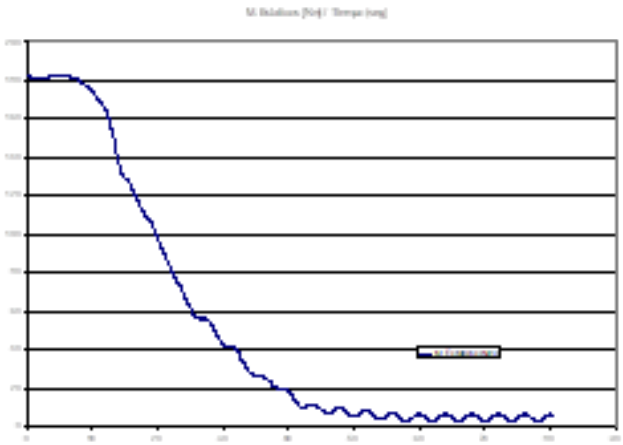


Figura 11 – Serie temporal de momentos estáticos (Fuente: propia)

3. Se resta del valor total de momentos el obtenido en el cálculo de los estáticos obteniéndose el valor de los efectos dinámicos (Figura 12).

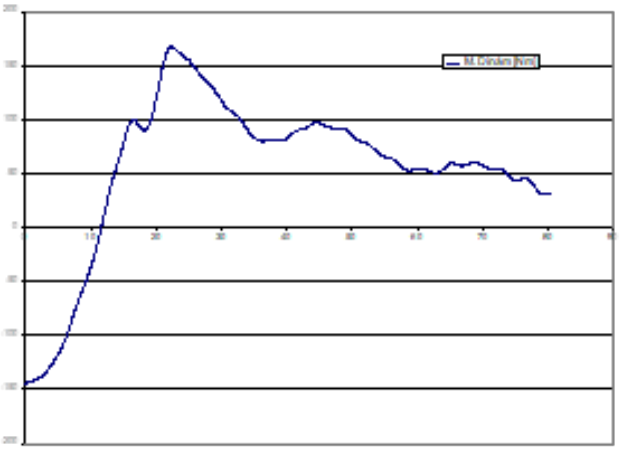


Figura 12 – Serie temporal de momentos dinámicos (Fuente: propia)

En la gráfica siguiente (figura 13), se comparan tres registros de balance para unos valores de altura metacéntrica antes de la avería de 2, 2,5 y 3 metros. En los ensayos con GM de 2,5 y 3 metros el buque alcanza un primer pico de balance y luego se estabiliza quedándose adrizado con una determinada escora. Pero este modelo con un valor de GM de 2 metros, aunque el modelo tras el primer pico intenta adrizarse, su brazo no es suficiente y se sigue escorando hasta que zozobra.

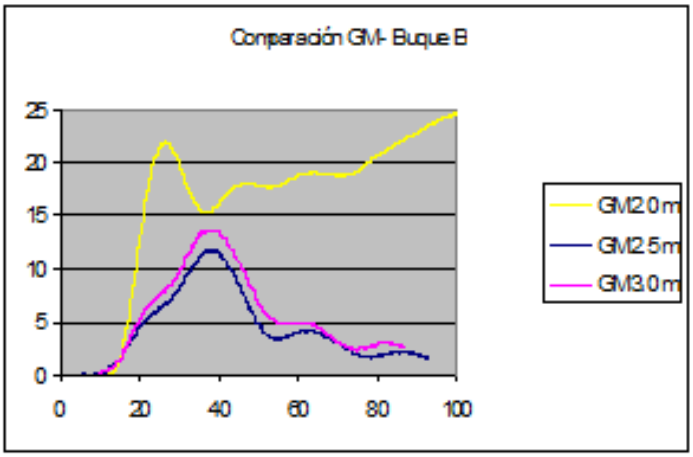


Figura 13 – Extinción de balance para diversos GM (Fuente: propia)

4. Conclusiones

Este artículo ha presentado una metodología para ensayar con un modelo a escala el efecto dinámico de inundación transitoria de un buque con avería. Se muestra como cerca de los valores límite, si la escora es suficiente para permitir el acceso del agua a la cubierta del garaje, se producirá un incremento del momento escorante y con él un aumento de la escora que puede producir la escora del modelo.

Se puede ver como la respuesta desde cero hasta el valor de escora máximo causado por la inundación es similar al periodo natural de balance con la consecuente peligrosa amplificación dinámica. La escora adicional que se produce debido a los efectos medioambientales de viento y oleaje debe ser estudiada, ya que este trabajo se ha realizado para aguas tranquilas. Finalmente, El análisis de la extinción de balance presenta un gran efecto de amplificación dinámica respecto a los valores estáticos, por lo que deben ser tomados en cuenta desde los primeros diseños y cálculos de estabilidad del buque.

Referencias

CRS. (2000). PRECAL software. Cooperative Research of Ships.

Encyclopaedia Britannica. (2000). USS Cole attack. Encyclopaedia Britannica. https://www.britannica.com/event/USS-Cole-attack

Fisk, R. (1990, September 1). La pesadilla de la “Stark.” Diario El Pais. https://elpais.com/diario/1990/09/02/internacional/652226406_850215.html

Guerrero Pacheco, A. (2012). Aplicación del Acuerdo de Estocolmo a los Buques de Pasaje de Transbordo Rodado (RO-PAX). AINAVAL. https://ainaval.wordpress.com/2012/02/24/aplicacion-del-acuerdo-de-estocolmo-a-los-buques-de-pasaje-de-transbordo-rodado-ro-pax/

Hasegawa, K., Ishibash, K., & Yasuda, Y. (2000). Hasegawa K., Ishibashi K. & Yasuda Y. In 7 Programa Marco de la Comisión Europea (Ed.), Seventh International Conference on the Stability of Ships and Ocean Vehicles (STAB’ 2000). The Society of Naval Architects and Marine Engineers.

jar Torre, L. (2012). El capitán que murió de pena. Revista General de Marina, 262(1), 103–121.

NIKON. (2021). Metrology. Proyecto COMET. 7 Programa Marco de la Comisión Europea.

OMI. (1195). IMO circular letter no 1891. OMI.

OTAN. (2009). ANEP-77 Ed F. The naval Ship Code. In The naval Ship Code. Publicaciones OTAN.

Pérez, I. M. (2020). ¿Por qué se hundió el Estonia? NIUS DIARIO. https://www.niusdiario.es/internacional/europa/causas-hundimiento-ferry-estonia_18_3019545186.html

Riola, J. . (2001). Estudio dinámico de la supervivencia en la mar de los buques ferries con avería. Altura crítica de agua sobre la cubierta del garaje e influencia de la superestructura. . Escuela Técnica Superior de Ingenieros Navales. Universidad Politécnica de Madrid.

Riola, J. M. (1999). Stability After Collision. Revista General de Marina., 601–610.

Riola, J. M. (2017). Confiabilidad y control de riesgos desde la construcción hasta todo el ciclo de vida. IX Jornadas de Ingeniería Naval de La ARC.

Riola, J. M., & Valle, J. (2001). Transient Flooding In A Damaged Ferry. Practical Design of Ships and Other Floating Structures. Proceedings of the Eighth International Symposium on Practical Design of Ships and Other Floating Structures, 831–836.

Valle, J., PérEz-Rojas, L., & Carrillo, E. . (2000). Influences of Test Parameters on Roll Damping Coefficients. Seventh International Conference on the Stability of Ships and Ocean Vehicles (STAB' 2000).

Villa Caro, R. (2014). El efecto squat y el Herald of Free Enterprise. Exponav. https://www.exponav.org/el-efecto-squat-y-el-hundimiento-del-herald-of-free-enterprise/

risti
Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação
Iberian Journal of Information Systems and Technologies

Recebido/Submission: 20/05/2021
Aceitação/Acceptance: 22/07/2021

Toma de Drones en un Buque de Guerra en la Mar: Predicción del Movimiento de la Cubierta de Vuelo

José María Riola[1], Miguel Andrés Garnica López[2], Carlos Hernán Fajardo-Toro[3]

jinvestigacionnaval@escuelanaval.edu.co; miguel.garnica@armada.mil.co; carlosh.fajardot@konradlorenz.edu.co

[1,] Escuela Naval de Cadetes "Almirante Padilla" – ENAP. Cartagena de Indias, Colombia.

[2] Armada República de Colombia – ARC, Bogotá, D. C., Colombia

[3] Fundación Universitaria Konrad Lorenz, Bogotá D.C., - Colombia.

Pages: 378-392

Resumen: Este artículo explica una metodología basada en un control predictivo de los movimientos de la cubierta de vuelo del buque, que nos permita conocer con unos 10 ó 15 segundos de anticipación un periodo de tranquilidad entre olas para que pueda aterrizar un dron. La base de este trabajo es medir, por delante del buque, una determinada ola, obtener la descomposición de los grupos de olas que envuelve, estudiar sus desplazamientos y composición cuando llegan a su proa. Conoceremos los periodos de calma al conocer los operadores de respuesta del buque a estas olas. Para hacer esta descomposición y composición de las olas se usan ondículas como herramienta matemática. Este estudio puede ayudar a la realización de tareas como el lanzamiento y recuperación de botes, aprovisionamiento en la mar, etc. Este tema se encuentra en los estudios prioritarios de prospectiva de la Organización del Tratado del Atlántico Norte (OTAN) y la Agencia de Defensa Europea (EDA). El trabajo presenta la comparación entre los resultados obtenidos con la simulación propuesta y los obtenidos en un canal de experiencias hidródinámicas con un modelo a escala.

Palabras clave: dron, seguridad, periodos de calma, wavelets, control, cubierta de vuelo.

Langing Drones in a Waship at Sea: Prediction of Helodeck Movements

Abstract: This paper explains a methodology based on a predictive control of the movements of the ship flight deck, that allows us to know with about 10 or 15 seconds in advance a calm period between waves or quiescent prediction period, to landing the drone. The basis of this work is to measure a wave ahead of the ship, the decomposition of the groups of waves, their displacement and composition when it reaches the ship bow. We know the ship's response operators to these incoming waves, so we will know those quiet periods. To do this decomposition and composition of the waves, wavelets are used as a mathematical tool. This study can help to carry out tasks such as launching and recovering boats, replenishment at sea, etc. This fact makes that this objective appears in the prospective studies of

North Atlantic Treaty Organization North (NATO) and European Defense Agency (EDA). The work presents the comparison between the results obtained with the proposed simulation and those obtained in a hydrodynamic model basin with a scale ship model.

Keywords: drone, safety, quiescent prediction period, wavelets, control, helodeck.

1. Introducción

Las operaciones de vuelo sobre la cubierta de un buque de guerra con aviones, helicópteros o drones, que también se conocen como Sistemas Aéreos Remotamente Tripulados (SART o RPAS en inglés), como el de la figura 1, son unas de las actividades más críticas a las que se enfrentan estos buques al implicar situaciones de alto riesgo, lo cual se complica todavía más si la climatología sorprende con fuertes estados de la mar. Por ello, los buques de guerra que realizan operaciones de vuelo están muy coaccionados a la hora de planificar y ejecutar sus misiones; La meteorología del momento impone que una determinada actividad pueda realizarse o no. La mar gobierna los movimientos del buque y cuando se expone a altos estados de la mar, las operaciones aéreas se tornan casi impracticables y se limita la capacidad operativa de la nave (Contreras-De-Villar et al., 2021; Mariscal-Harana et al., 2020)the fewer the homologous points defined by the program, the lower the accuracy. Moreover, some factors influence the error performed in photogrammetric techniques, such as flight height, flight time, percentage of frame overlap (side and forward.

Figura 1 – SART Scan Eagle (Fuente: Boeing)

Los despegues y aterrizajes sobre la cubierta de vuelo en un buque pueden llegar a ser muy restrictivos según sus requisitos operacionales, obligando a la aeronave a operar en condiciones muy distintas a las ideales, y en contra de lo que suele ser habitual, estos despegues y tomas pueden incluso requerir mayor par y potencia al disponer de un menor efecto suelo (López-núñez et al., 2019). Esto es crítico para los buques de guerra, que, por su propio carácter, se pretende que alcancen la máxima operatividad en cualquier tipo de condición meteorológica. Estos aterrizajes cobran un valor añadido en operaciones con drones que despegan en vehículos de infantería de marina, (figura 2), que tras su misión deben acudir para su recuperación a un buque, esto al no ser posible recuperarlo en tierra por la dificultad del terreno o la naturaleza de la propia operación. Esto se

puede complicar cuando el buque se encuentra sometido a condiciones meteorológicas adversas, situación que se puede crear en la mar en escasos minutos.

Figura 2 – SART sobre vehículo (Fuente: Propia)

Cuando los buques se encuentran navegando, están sometidos a la acción continua del oleaje, lo que les provoca movimientos en sus 6 grados de libertad alrededor de su metacentro, donde es especialmente importante el balance de la cubierta de vuelo de cara a la toma de los SART. Estos se verán sometidos, además, al flujo aerodinámico distorsionado por la superestructura del buque, debido al movimiento de su propia propulsión y al viento presente sobre la mar, con lo que la obra muerta en proa inducirá sendos torbellinos laterales y la superestructura dará lugar a la capa límite. Es especialmente crítica la zona situada encima del hangar de las aeronaves, la cual se suele diseñar con un escalón descendente que lleva hacia la cubierta de vuelo, por lo que el *air wake* o flujo de aire sobre la cubierta de vuelo, se caracteriza por recirculación y unas posibles turbulencias peligrosas. Dada la dificultad de la simulación de los fenómenos

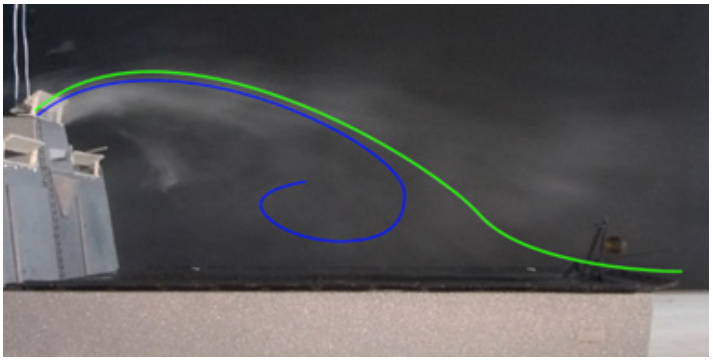


Figura 3 – Burbuja de recirculación sobre la cubierta (Fuente: IDR UPM)

que ocurren durante esta maniobra de aterrizaje, y de la necesidad de obtener datos muy precisos, los buques de guerra suelen necesitar estudios específicos y detallados en túneles de viento con modelos del buque, y del dron a escala, como en la figura 3, tomada en el Instituto Universitario de Microgravedad Ignacio da Riva de la Universidad Politécnica de Madrid numérica (Reina et al., 2020).

El sector presenta cada cierto tiempo accidentes, como el del helicóptero MH-60S Knighthawk, (figura 4), que ocurrió sobre la cubierta de vuelo del USS William P. Lawrence mientras participaba en la Operación Enduring Freedom en el año 2013, lo que ocurrió tras ser golpeado el buque por una gran ola justo después de que hubiera tomado el helicóptero sobre la cubierta de vuelo. La combinación entre la escora producida por la ola, la velocidad del buque y el cambio de rumbo colocaron al barco con un costado frente a la mar, causándole una escora suficiente para permitir que las olas llegasen a alcanzar el francobordo de su cubierta, aumentando dicha escora y consiguiendo deslizar el helicóptero fuera de ella. Si esto le ocurre a un vehículo de unas 6 toneladas, es necesario aumentar la seguridad de las operaciones de vuelo cuando hablamos de drones de muy pocos kilos de peso, como son los 20 kilos que puede tener el dron Scan Eagle de la figura 1.

Figura 4 – Helicóptero MH-60S Knighthawk (Fuente: US DoD)

Por su propio concepto de necesidad militar, todas las Armadas persiguen una política de optimización de subsistemas que cada vez son más automatizados en sus buques (Riola et al., 2020)Associacao Iberica de Sistemas e Tecnologias de Informacao. All rights reserved. The fourth industrial revolution (I-4.0, tratando a la vez de disponer de dotaciones más reducidas, por lo que las herramientas que ofrecen ayuda a los controladores son imprescindibles. Durante las operaciones aéreas, especialmente si trabajamos con vehículos aéreos no tripulados, es evidente que los límites de respuesta se han excedido cuando es demasiado tarde para tomar alguna medida. Una ayuda basada en la predicción de cuando aparecerán los períodos de calma (QPP) aumentará considerablemente la seguridad en las operaciones, como ocurre en el caso de los drones (Healey, 1986).

En los enfoques clásicos de normativa, se utilizan datos estadísticos para evaluar si una tarea debe ejecutarse o no, y así las operaciones en los buques dejan de realizarse si se produce una determinada escora mayor a un valor límite o si se aprecia alguna otra posible falta de seguridad. Esto da como resultado que una operación no se ejecute, aunque la mar presente de vez en cuando períodos de reposo en los que sí se podría operar. La idea es predecir esos QPP midiendo las olas a distancia, utilizando para ello un radar o mejor, un sistema con tecnología LIDAR montado en el propio dron, que permita determinar la distancia desde el emisor a la superficie de las olas; para ello utilizando un haz láser pulsado combinado con un procesamiento avanzado de señales y una predicción matemática del movimiento de los grupos de olas. Se conoce como tecnología LIDAR (*Laser Imaging Detection And Ranging*) aquella que se usa para obtener la distancia desde el emisor láser hasta una superficie, utilizando un haz láser pulsado, midiendo así el tiempo de retraso entre el pulso emitido y la detección al recibir la señal reflejada. Más referencias sobre la viabilidad de medición de olas se puede encontrar en Crossland (2009).

Ahora bien, este proyecto pretende encontrar una metodología para poder predecir los períodos de reposo que se encuentran, cada cierto tiempo, entre los grandes balances producidos por las olas del mar. En la terminología naval se conocen como períodos de reposo a esos períodos de calma que pueden permitir que el buque realice algunas determinadas operaciones, como puede ser el aterrizaje de drones (Colwell, 2010)]. La figura 5 muestra un esquema de sistema RPAS con base en el están OTAN (Monteiro, 2015)from different providers, each with its own specifications and characteristic, are continuously being developed. This diversity leads to an increased level of difficulty in terms of interoperability. The objective of STANAG 4586 is to specify the interfaces that shall be implemented in order to achieve the required Level of Interoperability (LOI

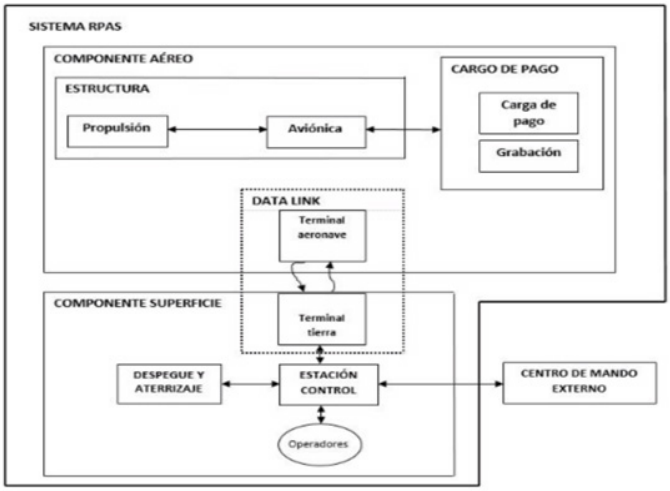


Figura 5 – Componentes principales del SART/RPAS (Fuente: STANAG 4586)

Figura 6 – Dificultad de toma con gran escora (Fuente: Lynx)

Con esta metodología, se busca la predicción del período de reposo del buque mediante un análisis de resolución múltiple, así como la descomposición de wavelets que determine la probabilidad de ocurrencia de los períodos de reposo, esto en función de las alturas de las olas medidas rumbo arriba y al tiempo que se calcula la distancia a dicha zona de medición. Para estudiar la viabilidad de esta metodología, se han realizado ensayos con modelos de buques a escala en un canal de comportamiento en la mar (Valle et al., 2007).

Los canales para la simulación tienen una forma rectangular con un generador de oleaje en uno de sus extremos, y una playa que amortigua las olas que le llegan en el otro. El generador de oleaje suele estar formado por una serie de paletas que se programan para que el oleaje en la zona de medida cumpla con las características buscadas en el ensayo. El modelo suele navegar libremente, llevando en su superestructura una serie de diodos emisores de luz (leds) que son registrados por un sistema óptico externo, tal que, al moverse el modelo por la acción de las olas, las cámaras registran sus movimientos y aceleraciones, registrando, analizando y ofreciendo visualmente el computador la calidad de las olas generadas y los resultados del ensayo. En los ensayos propuestos se necesita registrar las olas que se encuentran alejadas por la proa del barco unos 300-500 metros (figura 7), que serán unos pocos metros dependiendo de la escala del modelo. Para ello, se dispone de un sensor capacitivo de altura de ola.

En la literatura, se encuentran una serie de investigaciones que buscan conocer los ecos de las olas de la superficie del mar en un rango de hasta unas 3 millas, con un radar de banda X que trabaja en un rango entre 8,2 y 12,4 GHz (Dannenberg et al., 2009). Si se procesan estos datos y se determina la deformación de la ola incidente, se pueden predecir los movimientos del buque a partir de cada elevación de ola, teniendo en cuenta sus operadores de respuesta (RAOs). Esta función de transferencia RAO representa la respuesta oscilatoria del buque ante las diferentes olas regulares de distintas frecuencias. Estos valores se obtienen previamente sometiendo al modelo a distintas olas regulares.

Los proyectos europeos, On Board Wave and Motion Estimator (OWME) (Dannenberg et al., 2009) y Sistema de Monitoreo de Olas (WaMoS II) (Reichert et al., 1999), utilizaron esta banda X para predecir los periodos de calma. Además, otros sistemas dan en tiempo real el movimiento de la cubierta de vuelo como ORPHEUS, y también hay sistemas de

ayuda como el sistema de sujeción rápida de arpón/rejilla en la ANEP-83 para mejorar la seguridad de las operaciones aéreas (NATO, 2014).

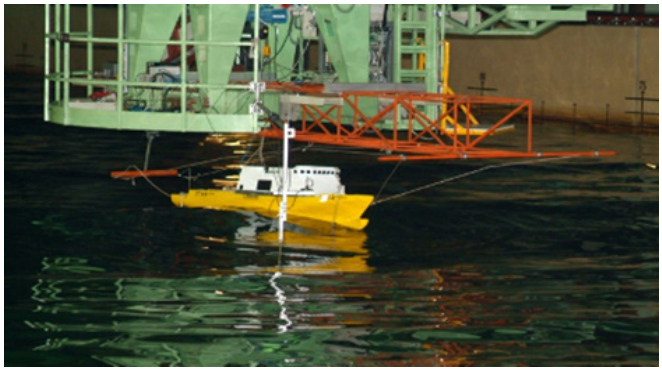


Figura 7 – Ensayo de comportamiento en la mar (Fuente: CEHIPAR)

2. Movimientos del buque en olas

Como ya se mencionó, los movimientos del barco se definen por los 6 grados de libertad que experimenta, tres traslaciones y tres rotaciones. Para estudiar su dinámica en oleaje, se desarrollan las 6 ecuaciones que lo gobiernan, esto teniendo en cuenta la no linealidad del movimiento al ser este de gran amplitud. Si modelamos los movimientos, según A.R.J. Lloyd, (1998), de las 6 ecuaciones diferenciales que propone, hay una posible simplificación en dos grupos mutuamente desacoplados. Uno corresponde a los movimientos del plano horizontal (avance, guiñada y abatimiento), y el otro grupo, a los movimientos del plano vertical (arfada, balance y cabeceo), que es el que interesa para este trabajo.

Los estados de la mar se caracterizan con base en la altura significativa de las olas, su período y el espectro de energía que presentan. La OTAN adopta la definición de mar de viento de la Escala Douglas expuesta en el STANAG 4194 (NATO, 1983), que presenta datos de olas y vientos para las distintas áreas operacionales. Para la evaluación de comportamiento en la mar, se basa en la ANEP-4154 (NATO, 2018), cuyos límites para las operaciones de aterrizaje y despegue vertical que se especifican en el documento son 2.5º en balance, 1.5º en cabeceo, ambos medidos en valor eficaz o valor cuadrático medio de una magnitud (RMS) y 1.0 m/s en velocidad vertical.

Hay dos metodologías diferentes para intentar determinar los periodos de reposo. La habitual en los estudios previos consiste en mirar hacia atrás, registrando los movimientos del barco para predicciones a corto plazo. La idea es que, si algo se repite cada varios segundos, mal será que no se vuelva a repetir, pero la mar no presenta mucha regularidad y este método presenta pobres resultados. La otra alternativa, presentada en este trabajo, es mirar al futuro, utilizando la medición a distancia de las olas que en unos segundos van a entrar por la proa. Así que este método requiere tres tareas diferentes:

- Sistema de medición: la ola incidente alejada del buque debe medirse proporcionando información sobre su altura significativa, dirección y frecuencias predominantes en la envolvente de los grupos de olas.

- Modelo de propagación de olas: calcular la deformación de los grupos de olas a lo largo de su viaje hacia el barco.
- Modelo de la dinámica del barco: calcular la respuesta de los movimientos del buque en navegación a la ola encontrada.

Si se toma una única ola y se descompone en sus componentes armónicos usando la transformada de Fourier (Figura 8), se puede observar qué ocurre cuando los armónicos se mueven, pudiendo observar que las crestas de las ondas largas o baja frecuencia viajan más rápido que las crestas de ondas cortas o de alta frecuencia. El método para la propagación de la ola consiste en seleccionar un punto, normalmente la cresta más alta, a la distancia deseada de la ola original e ir sumando los armónicos en orden a volver a reconstruir la ola propagada que llega a la proa del buque (Riola & Díaz, 2010)

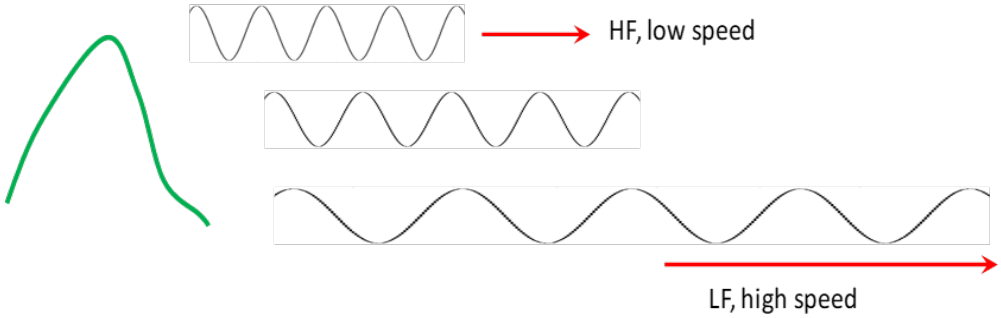


Figura 8 – Descomposición de una ola en sus componentes armónicos (Fuente: propia)

3. Ondículas (wavelets).

Fourier (1807), expresó "*una función arbitraria, continua o con discontinuidades, definida en un intervalo finito por un gráfico arbitrariamente caprichoso siempre se puede expresar como una suma de sinusoides*".

$$f(t) = a_0 + \sum ak \cos k\omega_0 t + bk \operatorname{sen} k\omega_0 t \quad (1)$$

Al referirnos a las ondículas, se suele utilizar la termino inglés wavelets, como Lee & Kwon (2003), que describen una nueva técnica para medir los perfiles de onda mediante la transformación de wavelet, utilizando la wavelet Mexican Hat a medida que se introduce la wavelet Madre. Las wavelets son funciones matemáticas utilizadas para filtrar series temporales de datos y analizar su variación espectral, con lo que se tiene una relación tiempo-frecuencia más precisa para señales no estacionarias que en el análisis de Fourier estándar, siendo una herramienta para analizar variaciones localizadas de energía en una serie de tiempo.

La transformada de Fourier permite analizar señales periódicas y obtener valores medios, pero no conserva la información relativa al tiempo estando en el dominio de la frecuencia, y viceversa. Pero si se usa la transformada de wavelet, no se calcula

ningún promedio, pero se identifica la frecuencia de un determinado ciclo y posición, permitiendo localizar simultáneamente tiempo y frecuencia, siendo más precisas en el análisis de olas dado que pueden analizar el contenido de frecuencia de un segmento de señal, localizado en el tiempo el inicio y la finalización (Fernández, 2007). Los trabajos publicados en la década de los 90 por Daubechies (1992) y Burrus et al. (1998) son útiles por presentar algunas aplicaciones de wavelets.

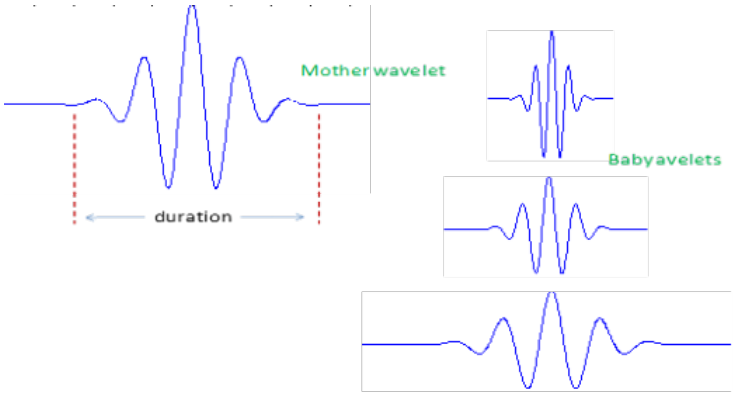


Figura 9 – Madre y baby wavelets. (Fuente: propia)

La metodología del análisis de wavelets se basa en la formación de unas baby wavelets, como se ve la figura 9, copias de la wavelet madre, pero con duraciones más cortas o largas. Igual que las ondas sinusoidales, las wavelets se desplazan en el tiempo y pueden ser utilizadas en cualquier segmento de la señal. Su implementación necesita de una recopilación de datos y procesamiento digital. Con esta metodología, el problema del fenómeno de la propagación se divide en los 3 pasos descritos; la descomposición de la onda medida en wavelets, su propagación y la reconstrucción de la onda propagada.

Esta metodología se debe a Jean Morlet en la década de los años 70, que las utilizó para procesar datos de reflexión sísmica en la estructura de distintas capas geológicas. El alcance del análisis de wavelets no se limita a este tipo de señales, sino que puede caracterizar muchas otras. La idea de la adaptación de esta metodología a la propagación de las olas se debe a Girón (Riola et al., 2013) y consiste en descomponerlas en wavelets, propagarlas y luego reconstruir la onda propagada en la proa del buque. Selecionó la wavelet de Morlet, al ser una señal sinusoidal con envolvente gaussiana, y su hipótesis es que estas wavelets se moverán con la misma velocidad y frecuencia que los armónicos de Fourier. Matemáticamente, la expresión de la wavelet madre Morlet se suele definir:

$$\psi(t)=C\,e^{-t^2/2}\cos(5t) \tag{2}$$

La descomposición de la señal *y(t)* se hace con la transformación:

$$W_y(\tau,s)=\langle y(t),\psi(t)\rangle=\int_{-\infty}^{\infty} y(\tau)\frac{1}{\sqrt{|s|}}\psi^*(\frac{t-\tau}{s})dt \tag{3}$$

Un espectrograma es la representación del cálculo del espectro de una señal por ventanas de tiempo, y consiste en una gráfica tridimensional (tiempo, frecuencia y amplitud) que representa la energía del contenido frecuencial de la señal según va variando a lo largo del tiempo, o la distribución de energía de dicha señal. Aporta la ventaja de presentar mejor su contenido que la habitual presentación en el dominio del tiempo. En este trabajo el escalograma o espectograma corresponde a:

$$SC_y(\tau,s)=|W_y(\tau,s)|^2 \tag{4}$$

La recuperación de la señal de su descomposición wavelets se realiza con:

$$y(t)=\frac{1}{C_\psi}\int_{-\infty}^{\infty}\int_{-\infty}^{\infty} W_y(\tau,s)\frac{1}{\sqrt{|s|}}\psi(\frac{t-\tau}{s})d\tau\frac{ds}{s^2} \tag{5}$$

Donde,

$$C\psi=\frac{1}{2\pi}\int_{-\infty}^{\infty}\frac{|\Psi(\omega)|^2}{|\omega|}d\omega \tag{6}$$

En la figura 10 se muestra una gráfica para evaluar la descomposición y recuperación de un ejemplo de señal mediante un análisis de wavelets, y un ciclo de síntesis con la wavelet Morlet (Cohen, 2019; Wallisch et al., 2008)such as neuroelectrical signals recorded from the brain. The crucial parameter of Morlet wavelets is the width of the Gaussian that tapers the sine wave. This width parameter controls the trade-off between temporal precision and spectral precision. It is typically defined as the “number of cycles,” but this parameter is opaque, and often leads to uncertainty and suboptimal analysis choices, as well as being difficult to interpret and evaluate. The purpose of this paper is to present alternative formulations of Morlet wavelets in time and in frequency that allow parameterizing the wavelets directly in terms of the desired temporal and spectral smoothing (expressed as full-width at half-maximum. Para resaltar la diferencia entre las líneas, la curva en color negro es la señal original y la curva en color rojo es la señal recuperada. Aunque son señales muy similares, se pueden apreciar pequeñas diferencias, fundamentalmente cerca de los bordes de entrada y salida de la señal estudiada. La figura 11 presenta el diagrama de bloques que describe el método propuesto para la medición, análisis de la ola, la propagación de la envolvente de la ola y la síntesis al llegar a la proa del buque. En el bloque de análisis de la señal se producen una serie de wavelets que se mueven a diferentes velocidades de acuerdo con sus frecuencias. A la distancia especificada, las wavelets propagadas son usadas para recuperar la envolvente de la ola que llega a la proa del buque.

Debido a que son previamente conocidas las RAOs de los distintos movimientos del buque mediante ensayos en un canal de experiencias hidrodinámicas, al tener las olas

entrantes en la proa del buque y sus RAOs de respuestas, se obtendrán los futuros movimientos del buque, y con ellos se podrán filtrar las oportunidades de los distintos movimientos y velocidad o aceleración vertical, pudiéndose obtener los periodos de calma que se presentarán en la pantalla para el uso del operador.

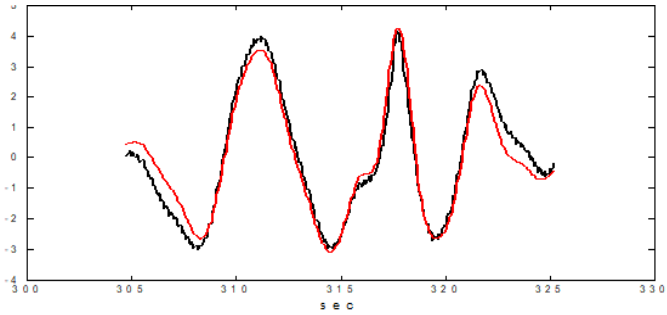


Figura 10 – Descomposición y composición de la señal. (Fuente: propia)

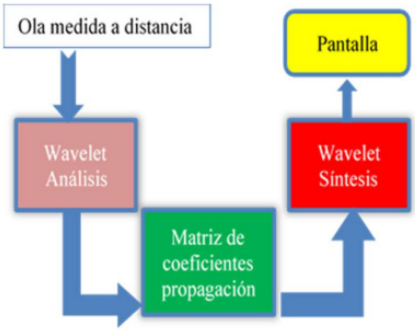


Figura 11 – Método de bloques propuesto. (Fuente: propia).

4. Resultados

La figura 12 ofrece dos tipos de representaciones, una con un análisis de onda de la wavelet de Morlet y la otra con su escalograma correspondiente. La ola presentada en la gráfica, es una envolvente cuya forma va cambiando con el tiempo sobre la superficie de la mar, deformándose debido a los desplazamientos de los grupos de olas que lleva la ola envolvente en su interior y cuya suma forma dicha envolvente, y toda esta información de desplazamientos debe poder analizarse fotograma a fotograma. Los colores más rojos de la representación del escalograma corresponden a las crestas de las olas y los valles se corresponden con los colores más azulados.

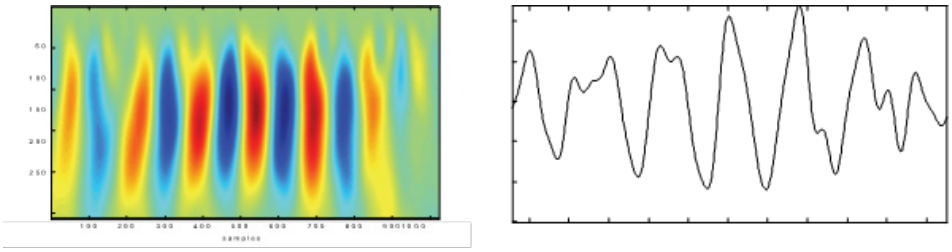


Figura 12 – Escalograma. (Fuente: propia)

Se debe resaltar en el escalograma de la figura 12 que, los colores más oscuros significan mayores valores de energía concentrada en esas determinadas frecuencias frente a los colores más claros de menor energía. La figura 13, muestra dos segmentos de un ensayo de predicción de la transformación de la ola con el método propuesto basado en wavelets. La comparativa se establece entre la señal de la curva negra es la ola propagada y la señal roja es la anticipada durante la simulación (Riola & Girón, 2010)

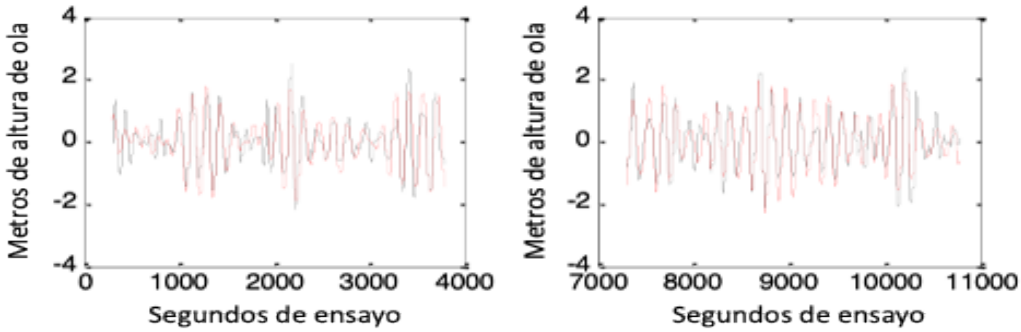


Figura 13 – Señales de simulación (rojo) y medidas (negro). (Fuente: propia)

De los resultados obtenidos y sincronizados en el tiempo, en arfada, balance y cabeceo, la solución es juntar estas 3 señales que afectan el aterrizaje del dron y dotarles con valores digitales de 1 o 0, aplicándoles el valor "1" si están en los límites adecuados o valor "0" cuando están fuera de ellos. Así, cuando todos están en valores "1", la señal indicará una oportunidad de un periodo de calma que deberá permitir una toma con mayor seguridad.

5. Conclusiones

La predicción para adelantarse en conocer los futuros movimientos de un buque es un tema crítico y disruptivo para las operaciones aéreas en los buques de guerra, esto dada la necesidad de dotar de la máxima seguridad a las operaciones aéreas navales.

Las publicaciones ANEP y SATANAG de comportamiento en la mar propuestos en este artículo, se consideran unas buenas guías para tener unos adecuados límites de operación en la busqueda de periodos de reposo.

Los modelos matemáticos para la predicción de los movimientos de reposo del buque están bien validados. Los resultados presentan un horizonte de predicción de unos 15-20 segundos, utilizando otros 5 segundos para su cálculo en un computador estándar.

El proceso de composición y descomposición del oleaje en wavelets se considera una herramienta adecuada para la mejora de la seguridad en los buques de guerra. Hay muchas otras operaciones en los buques que pueden beneficiarse de tener abordo un sistema QPP como aprovisionamiento vertical, operaciones de tiro, maniobras de remolque, etc.

Referencias

Burrus, C., Gopinath, R. A., & Guo, H. (1998). *Introduction to wavelets and wavelet transforms*. Prentice Hall.

Cohen, M. X. (2019). A better way to define and describe Morlet wavelets for time-frequency analysis. *NeuroImage*, *199*(September 2018), 81–86. https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2019.05.048

Colwell, J. L. (2010). Maritime Helicopter Ship Motion Criteria - Challenges for Operational Guidance. *NATO RTO Systems Concepts and Integration Panel SCI-120*. http://www.tecnologiaeinnovacion.defensa.gob.es/Lists/Publicaciones/Attachments/29/Boletinn27.pdf

Contreras-De-villar, F., García, F. J., Muñoz-Perez, J. J., Contreras-De-villar, A., Ruiz-Ortiz, V., Lopez, P., Garcia-López, S., & Jigena, B. (2021). Beach leveling using a remotely piloted aircraft system (Rpas): Problems and solutions. *Journal of Marine Science and Engineering*, *9*(1), 1–15. https://doi.org/10.3390/jmse9010019

Crossland, P. (2009). The feasibility of developing a quiescent period prediction system in a simulation environment. *The International Conference on Computer Applications in Shipbuilding - ICCAS 2009*.

Dannenberg, J., Reichert, K., & Van den Boom, H. (2009). Wave profiles derived from Nautical X-Band Radar as data source for Ship Motion Prediction. *11th Workshop on Wave Hindcasting & Forecasting*.

Daubechies, I. (1992). *Ten Lectures on Wavelets*. Society for Industrial and Applied Mathematics.

Fernández, A. (2007). *Estudio de técnicas basadas en la transformada wavelet y optimización de sus parámetros para la clasificación por texturas de imágenes digitales*.

Fourier, J. (1807). *Théorie de la propagation de la chaleur dans les solides*. Academia de Ciencias de París.

Healey, J.V. (1986). Simulating the helicopter-ship interface as an alternative to current methods of determining the safe operating envelopes. *Calhoun: The NPS Institutional Archive*.

Lee, H.S., & Kwon, S. H. (2003). Wave profile measurement by wavelet transform. *Ocean Engineering*, *30*(18), 2313–2328. https://doi.org/10.1016/S0029-8018(03)00114-8

Lloyd, A.R.J. . (1998). *Seakeeping: Ship behaviour in rough weather* (A.R.M.J. Lloyd (ed.); 2nd ed.). A.R.M.J. Lloyd.

López-núñez, E., María, J., Rodríguez, R., Ortega, O.G., Bercial, R.M., Gutierrez, M.O., Garrido, F.M., & Longui, S.F. (2019). Characterization of the wind flow on the flight deck of a frigate. *8 TH European Conference for Aeronautics And Aerospace Sciences (EUCASS)*, 1–9. https://doi.org/10.13009/EUCASS2019-326

Mariscal-Harana, J., Alarcón, V., González, F., Calvente, J. J., Pérez-Grau, F. J., Viguria, A., & Ollero, A. (2020). Audio-Based Aircraft Detection System for Safe RPAS BVLOS Operations. *Electronics*, *9*(12), 2076. https://doi.org/10.3390/electronics9122076

Monteiro, M. (2015). STANAG 4586 - Standard Interfaces of UAV Control System (UCS) for NATO UAV Interoperability. *STO-EN-SCI-271 - Command and Reporting Standards and Associated Development Tools for UxS*, 14.

NATO. (1983). *STANAG 4194. Standardized Wave and Wind Environments and Shipboard Reporting of Sea Conditions*.

NATO. (2014). *ANEP-83 Ed A (STANAG 1276). Shipborne helicopter harpoon/grid rapid securing system*.

NATO. (2018). *ANEP-46 Ed. 1 & ANEP-4154 Ed. A. Common procedures for seakeeping in the ship design process*.

Reichert, K., Hessner, K., Nieto Borge, J. C., & Dittmer, J. (1999, May 30). WaMoS II: A Radar Based Wave And Current Monitoring System. *The Ninth International Offshore and Polar Engineering Conference*.

Reina, J.D., Fajardo-Toro, C.H., Torres, O.M., Riola, J.M., & López, M.A.G. (2020). Consideraciones para un modelo de simulación de procesos aplicado en construcción naval: Caso armada de Colombia. *RISTI - Revista Iberica de Sistemas e Tecnologias de Informacao*, *2020*(E29), 553–569.

Riola, J.M., & Díaz, J.J. (2010). Predicción de periodos quiescentes. *49º Congreso de Ingeniería Naval e Industria Marítima*.

Riola, J.M., Fajardo-Toro, C.H., Reina, J.D., Torres, O.M., & López, M.A.G. (2020). Defensa 4.0: internet de las cosas en sistemas de batalla (IoBT) en defensa naval. *RISTI - Revista Iberica de Sistemas e Tecnologias de Informacao*, *2020*(E29), 507–519.

Riola, J. M., & Girón, J. M. (2010). Quiescent period prediction. *Boletín de Observación Tecnológica En Defensa, 27*, 21–23.

Riola, J.M., Girón, J.M., & Díaz, J.J. (2013). Smoothing warships movements based on wavelets. *Ciencia y Tecnología de Buques*, *6*(12), 51. https://doi.org/10.25043/19098642.78

Valle, J., Terceño, M., & Carrillo, E. (2007). Estudios de incertidumbres y errores sistemáticos en los ensayos en canales de experiencias hidrodinámicas: Un proyecto internacional de I+D+I. *Trabajo Presentado En El XLVI Congreso de Ingeniería Naval e Industrias Marítimas*. http://www.cehipar.es/__files/users/publicaciones/207.pdf

Wallisch, P., Lusignan, M., Benayoun, M., Baker, T., Dickey, A., & Hatsopoulos, N. (2008). *MATLAB for neuroscientist*. Elsevier.

risti
Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação
Iberian Journal of Information Systems and Technologies

Recebido/Submission: 23/04/2021
Aceitação/Acceptance: 03/06/2021

Desarrollo Modelo de Simulación en Construcción Naval para estimación de tiempo y capacidad de un astillero: Caso COTECMAR

Javier Díaz Reina[1], Carlos Hernán Fajardo-Toro[2], José María Riola[3], Miguel Andrés Garnica López[4], Oscar Mayorga Torres[5], H. Mauricio Díez-Silva[6]

diazre21466@universidadean.edu.co; cfajardo.toro.academico@gmail.com; jinvestigacionnaval@escuelanaval.edu.co; miguel.garnica@armada.mil.co; oscarmtorres@ufps.edu.co; hdiez@universidadean.edu.co

[1,4] Armada República de Colombia – ARC, Bogotá, D. C., Colombia.

[2] Fundación universitaria Konrad Lorenz . Bogotá D.C. Colombia

[3] Escuela Naval de Cadetes "Almirante Padilla" – ENAP. Cartagena de Indias, Colombia

[5] Universidad Francisco de Paula Santander, Cúcuta, Colombia.

[6].Univesridad EAN, Bogotá D.C, Colombia.

Pages: 393-406

Resumen: La simulación de procesos es una herramienta que posibilita la toma de decisiones en una línea productiva, logística o de servicios, a partir de un modelo conceptual que desarrollado en un *software* presenta escenarios donde se mejoran las condiciones, restricciones o variables para intervenir en el proceso real. El presente artículo aborda las consideraciones de lógica, características, alcance, restricciones y variables de un modelo de simulación específico para la construcción naval de buques tipo OPV en la Armada de Colombia, con el objetivo de hacer mejoras, combinaciones, eliminaciones o ampliaciones de las capacidades disponibles del proceso actual, que permita estimar construcción naval futura y, en especial, buques de guerra (*combatant ships*) de mayor tamaño.

Palabras clave: Modelo de simulación, procesos, buques de guerra, capacidad disponible

Considerations for a Process Simulation Model Applied in Shipbuilding: Colombian Navy Case

Abstract: Simulation of processes is a tool that enables decision-making in production, logistics, or service line, based on a conceptual model that developed in software presents scenarios where conditions, restrictions or variables are improved to intervene in the real process. This article addresses the considerations of logic, characteristics, scope, constraints, and variables of a specific simulation model for the naval construction of OPV-type ships in the Colombian Navy, with the aim of making improvements, combinations, eliminations or extensions of the available

capabilities of the current process, which allows estimating future shipbuilding and, especially, larger warships (combatant ships).

Keywords: Simulation model, processes, warships, available capability, discreet events

1. Introducción

Colombia está en la necesidad de desarrollar y construir sus propios buques con su propia tecnología. Lo anterior es debido tanto a las necesidades de seguridad de fronteras marítimas, como su obligatoria adaptación a las exigencias asociadas a ser socio de la Organización del Tratado del Atlántico Norte – OTAN (A. J. D. Reina & Fajardo-Toro, 2019). Esto lleva a la necesidad de construir buques flexibles y adaptables a muchas operaciones, implicando un gran salto en sus capacidades de interoperabilidad, pero además, la construcción modular de los buques ha provocado que varias armadas lo consideren una necesidad por sus ahorros en coste y tiempo(J. D. Reina et al., 2020).

La construcción naval es complicada. Tiene una cadenada de valor de gran complejidad que va desde el diseño hasta la construcción de las naves, y donde esta complejidad implica la implementación de capacidad y nuevas tecnologías en los astilleros que los construyen (Lee et al., 2020; Riola et al., 2020). Para la construcción de los buques se trabaja un concepto de construcción modular, algo que lleva representando el estado del arte de la arquitectura naval desde los años 90 (K. Lee et al., 2009), teniendo gran impulso a partir de los desarrollos de automatización y robótica en los astilleros. Esta forma de construcción se caracteriza por la filosofía de concepción modular tanto en la planificación del proyecto así como en la producción, alcanzando un alto nivel de estandarización en sus productos intermedios aplicables a distintos buques (Ju et al., 2020). Con base en ello, los astilleros de buques de guerra están llevando a cabo la construcción con base en estaciones de trabajo y unas líneas de producto especializadas en tipos de bloques con un alto grado de robotización (Ju et al., 2020; Stanivuk et al., 2020).

Como se mencionó, en la industria naval moderna, para una fabricación de barcos efectiva, un barco se divide en bloques de tamaño adecuado durante la etapa de diseño, y que esté de acuerdo con las capacidades propias de cada astillero. Cada bloque se produce con su propia forma, y posteriormente son ensamblados en el cuerpo de un barco, en un proceso llamado la erección del casco. La evaluación del desempeño del proceso de fabricación de bloques (BMP) ha sido un tema de gran importancia en la industria de la construcción naval, y está relacionado con la productividad y eficiencia en la construcción naval propia de cada astillero. Sin embargo, la evaluación del rendimiento de BMP conlleva muchas dificultades debido a la necesidad de construir bloques de muchos tipos y muchas diferencias (Park et al., 2014)

Adicionalmente, la construcción de un barco puede tener una duración de meses o años, y sus características son únicas, teniendo que el desarrollo de estos cumple

todas las características de un proceso de producción por proyecto. A este modelo de producción, en el cual los recursos y procesos se adaptan al producto, también se le conoce como producción bajo pedido, dado que es a medida bajo solicitud expresa de un cliente y concentra la totalidad de los esfuerzos en fabricar un solo producto a la vez, y generalmente con características únicas.

Debido la programación por proyectos, la ventana de tiempo de un plan de producción que establece el cronograma detallado de actividades de producción es larga y por lo tanto, se requiere tiempo para verificar el resultado de la ejecución después de la implementación del plan. Por tanto, existen limitaciones en la investigación de los resultados para mejorar los planes de producción, y es donde las herramientas de planificación basada en simulación resultan de gran utilidad, utilizando técnicas y algoritmos de simulación de eventos discretos, en una representación de las actividades del astillero (Y. G. Lee et al., 2020; Williams, Finke, & Traband, 2001; Krause, Roland, Steinhauer, & Heinemann, 2004).

Colombia quiere comenzar a construir sus futuras fragatas de guerra, pero para poder extrapolar la planificación de capacidades y programación de producción de éstas, se hace necesario tomar datos históricos, y dada la característica modular de la construcción naval, inicialmente se deberá construir el modelo de simulación con base en los buques desarrollados en el astillero colombiano de COTECMAR. Como fuente inicial de información, se tomarán los registros del desarrollo del buque OPV 80 III ARC "Victoria" y que se constituirá en el proceso de construcción base del modelo.

En este trabajo se mostrará la construcción y ajuste de un modelo de simulación con base a los datos de construcción de la OPV 80 III, y lo cual servirá en un futuro de base para extrapolar la fragata a ser construida, esto bajo el principio de diseño por bloques, y por tanto, suponiendo que la construcción de buques más grandes, como una fragata, es un aumento de bloques pero con similares características, y por esto se podrá tanto estimar tiempo y costos así como los efectos en estas variables sí se hacen cambios en la configuración del astillero. Inicialmente se mostrará las características del barco, para luego explicar la modelación y la forma en que se estimaron las variables, mostrando las aproximaciones iniciales.

2. Construcción del modelo

2.1. Diseño de OPV 80 III

El desarrollo del buque OPV 80 III ARC "Victoria" (figura 1), cuya construcción finalizó en 2017, es una plataforma al servicio de la Armada de Colombia que tiene como misión específica desarrollar operaciones de interdicción, patrullaje, control de tráfico marítimo y búsqueda y rescate, así como operaciones de paz, ayuda humanitaria y control del medio ambiente. Es el tercer buque de su clase construido en Colombia (COTECMAR, 2015). La tabla 1 muestra las características técnicas y variables del buque OPV 80 III ARC "Victoria".

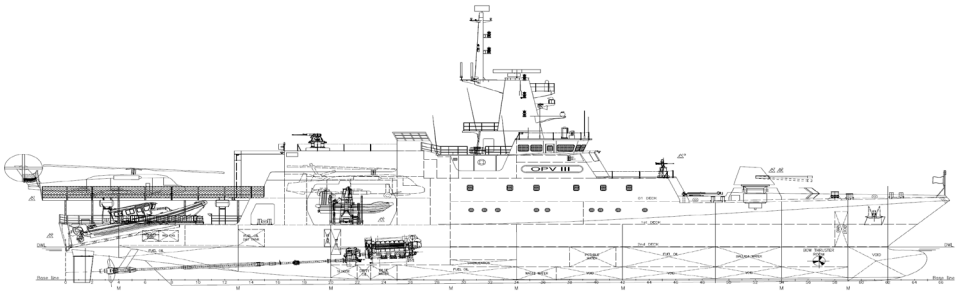


Figura 1 – OPV 80 III. Fuente: (COTECMAR, 2015)

Aspecto	Medida
Eslora total:	80,60 m
Manga moldeada:	13,60 m
Calado medio a plena carga:	4,5 m
Desplazamiento plena carga:	1828 t
Velocidad máx.:	21 nudos
Autonomía:	40 días; 4500 NM @ 12 nudos; 1500 NM @ 21 nudos
Tripulación:	64 tripulantes
Planta eléctrica:	03 x 450 kVA + 01 de emergencia 125 KVA
Material del casco:	Acero ASTM A131 *grade* AH32
Sistema de propulsión:	02 x motor diésel marino Wärtsilä serie 12V26 @ 1000 rpm

Tabla 1 – Características OPV 80 III

2.2. Estrategia Constructiva para el buque OPV 80

2.2.1. Capacidad Instalada de COTECMAR

Considerando que el presente trabajo de modelación y simulación está basado en un sistema existente y en uso, se debe conocer con claridad las capacidades tecnológicas y de producción del astillero, identificando los indicadores de rendimiento y desempeño, tanto de los equipos como de la mano de obra y, con base en ellos, conocer el comportamiento de los eventos y asociarlos a un patrón comportamiento el cual se puede asociar en una distribución probabilística, ya que se entiende que es un problema de naturaleza estocástica. Con base en los datos de capacidad instalada de COTECMAR, se tomarán las mediciones e indicadores del astillero en la construcción de la OPV 80 como datos de entrada para la formulación matemática asociada.

Inicialmente se muestran los equipos y maquinaria con los que se desarrolló el proceso industrial a modelar y que marcaran tanto tiempos como secuencia de proceso, y que están ubicados en las áreas según la figura 2. Los equipos que intervienen son:

- Equipo de corte (Pantógrafo) CNC
- Dobladora de perfiles
- Equipos aplicación de soldaduras:
- Equipo multiproceso: Equipo para soldadura con electrodo revestido (SMAW). Soldadura TIG (GTAW) CD, especializado para soldadura con electrodo tubular y núcleo de fundente (FCAW) y soldadura Mig (GMAW) con electrodo micro alambre y Mig pulsado (MIG-P)
- Equipo arco sumergido: Tractor de arco sumergido A 2T
- Equipo soldadura electrodo manual SMAW Y GTAW: Equipo para proceso SMAW y GTAW.
- Carro soldador magnético con oscilador: Carro con oscilador magnético para posición horizontal y vertical
- Equipo tractor con riel para soldar (todas las posiciones): Tractor con Oscilador para soldar y cortar en todas las posiciones; para operar en procesos FCAW, GMAW.
- Áreas de construcción: La distribución geométrica de las áreas de construcción y el flujo de la producción, guiará físicamente la creación del modelo digital en su conceptualización y en su definición.
  En el Astillero COTECMAR existen tres (03) áreas de trabajo donde se ejecutan los siguientes subprocesos:

Área 1 (rojo):

- Línea de láminas: Corte, marcado de lámina, preparación de los paquetes de construcción
- Línea de perfiles: Corte, doblado
- Línea de Tubería: Corte, doblado, conformado, soldadura, pruebas hidrostáticas
- Conformación de previas: Armado de previas o sub-ensambles, soldadura de previas o sub-ensambles, inspección de previas o sub-ensambles

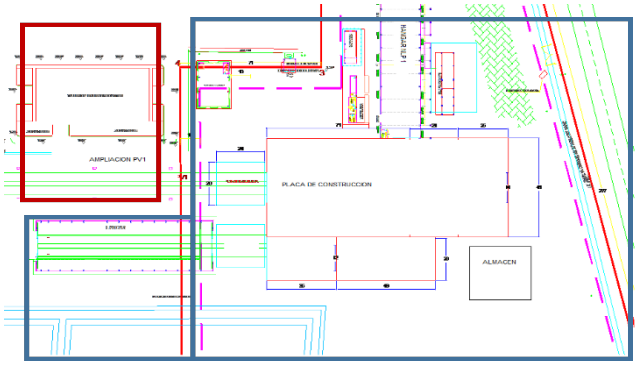


Figura 2 – Áreas de Construcción. COTECMAR

Área 2 y 3 (azul):

- El área 2 y 3 son el área de ensamble y erección del casco, los siguientes procesos serán ejecutados en esta área:
- Construcción de paneles
- Construcción de bloques
- Erección del casco
- Trabajos de outfitting a nivel de bloque, anillo y zona

2.2.2. Estrategia de construcción

En cuanto a la información que sirve de insumo para desarrollar la estrategia constructiva, se definen de tres paquetes o conjuntos de datos que son suministrados en la fase documental de la ingeniería de producción. Es de resaltar que esta información es entregada en el programa de diseño de ingeniería naval Aveva-Marine (COTECMAR, 2015).

Con el fin de apoyar la contextualización de las entradas para el modelo de simulación, se desarrolla un corto análisis del alcance de estos conjuntos de información, sobre:

Casco: información sobre la construcción de cunas, previas y ensambles. Adicionalmente son emitidos planos para unión de bloques de acuerdo con la estrategia de unión establecida para la erección del casco.

Outfitting en caliente: Este paquete implica la información detallada de donde se debe intervenir la estructura; soldar, quemar, perforar., conexiones a tanques, escalas, escaleras, estándares para soportes, barandas, bandejas, soporte piso flotante y paneles húmedos, luminarias, pasamanos, estanterías, planos marcas de casco, tapones, bandejas recolectoras, equipos de seguridad.

Outitting en frío: Equipamiento que no requiere intervención de la estructura. En esta etapa se considera que el buque ya está pintado. Incluye planos de instalación de tuberías de materiales especiales y conductos de ventilación en zonas habitables; bandejas porta-cables, disposición de equipos eléctricos, instalación de pisos.

Como se ha mencionado, el buque se construye por bloques bajo una secuencia predeterminada. Estos bloques se unen para constituir anillos, los anillos se unen para crear las zonas, y las zonas conforman el buque. La secuencia se puede observar en la figura 2.

La construcción del buque OPV 80 comprende la división de toda su estructura en cuarenta (40) bloques con un peso no superior a cincuenta (50) toneladas, siete (07) anillos, y siete (07) zonas, distribución que puede observarse en la figura 3 con la siguiente nomenclatura:

- Dígito 1: Número de zona.
- Dígito 2: Número de anillo.
- Dígito 3: Número indicador de nivel de forma secuencial.
- Dígito 4: Número de orden en nivel horizontal, babor, estribor, proa o popa

Es importante mencionar que la metodología propuesta por Lamb (2003) para el proceso de armado y erección del casco, dado que como se ha mencionado, esta relación metodológica alimenta la comprensión del proceso de construcción y en consecuencia facilita orientar la ruta para llegar a la propuesta de modelación (figura 4).

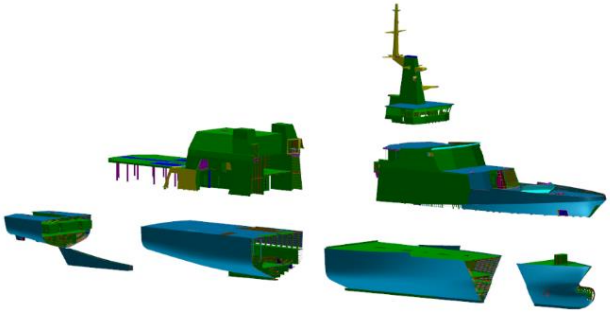


Figura 3 – Estrategia de Ensamble OPV III. Fuente: (COTECMAR, 2015)

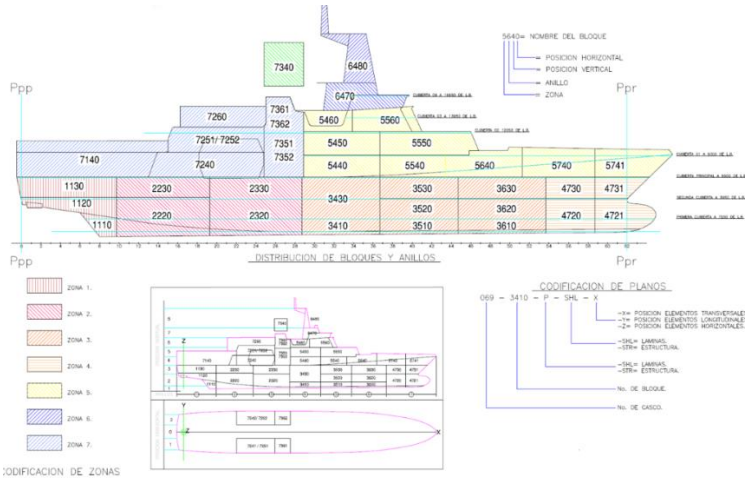


Figura 4 – Distribución de bloques, anillos y zonas. Fuente: (COTECMAR, 2015)

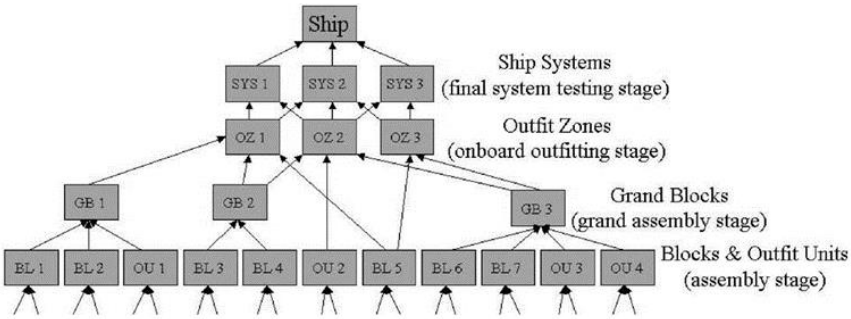


Figura 5 – Relación entre los niveles de producción del buque. Lamb (2003)

Lamb (2003) asigna gran importancia a diseñar la secuencia de construcción basada en bloques, para lo cual propone la metodología de Group Technology-based Ship Production (GT), con la homogenización de productos intermedios, y así lograr volúmenes estandarizados de producción, con lo que se logrará economía y eficiencia en proyecto y, aunque estos productos no sean exactamente iguales en buques de diferente tipo, habrá procedimientos y procesos repetidos y de alto rendimiento, con una mayor posibilidad de la aplicación de la automatización debido al incremento en la producción.

De la estrategia constructiva propuesta por COTECMAR, se extraen los aspectos de mayor relevancia para conceptualizar el modelo. Como base fundamental se adopta la nomenclatura que se adopta para el etiquetado de los bloques, que se numeran en coordenadas que aumentan de derecha a izquierda y posición vertical de abajo hacia arriba por bloque.

2.3. Construcción de modelo

2.3.1. Criterios para secuencia del modelo y tipo de información

Ahora bien, haciendo una revisión de la secuencia de armado de bloques durante la erección del casco, se analizó detalladamente el cronograma de trabajo, verificando el orden en que cada bloque, anillo y zona fueron armados, igualmente la secuencia de la realización (soldadura) de las uniones entre anillos que finalmente consolidan el casco del buque. Este estudio arrojó unas conclusiones de vital importancia para la conceptualización del modelo. Se tienen en cuenta los siguientes aspectos:

- La erección del casco consta de diecinueve (19) bloques y la superestructura veintiún (21) bloques para un total de cuarenta (40) bloques.
- Los cuarenta (40) bloques del casco se arman en ocho (8) anillos, y estos anillos se unen entre ellos, generando siete (7) grandes actividades de soldadura durante la erección del casco.
- Cada uno de los veintiún (21) bloques de la superestructura se unen al casco en forma independiente, generando actividades independientes.
- A medida que se desarrolla y avanza la secuencia de ensamble de bloques, se van iniciando los trabajos de los grupos constructivos que ya fueron mencionados anteriormente (G100 Casco y Superestructura, G200 Sistema de Propulsión, G300 Sistema Eléctrico, G400 Comando y Control, G500 Sistemas Auxiliares, G600 Habitabilidad, G700 Sistemas de Armas); siendo sencillo relacionar el momento en que coincide: el inicio la fabricación e instalación de un grupo de construcción y el bloque que está siendo ensamblado, criterio que se constituye en la semilla para la conceptualización del modelo.
- El cronograma del trabajo entrega información ordenada de tiempos y momentos de inicio de cada uno de los grupos constructivos durante el proceso de construcción.
- Con la identificación del bloque que inicia su ensamble y coincide con el momento de inicio de cada grupo de construcción, se crea un vínculo que, en el lenguaje de modelación y simulación, consiste en un disparador o desencadenador (trigger), que conectará estas dos actividades. En la Figura 5 se muestra esquemáticamente que, durante el proceso de ensamble de los bloques,

se van iniciando la construcción e instalación de los grupos constructivos. El área sombreada del cronograma representa la finalización de la unión de los bloques en el año 2016, a partir de ahí se continúan los trabajos de los grupos constructivos hasta la culminación del proyecto en abril del año 2017.

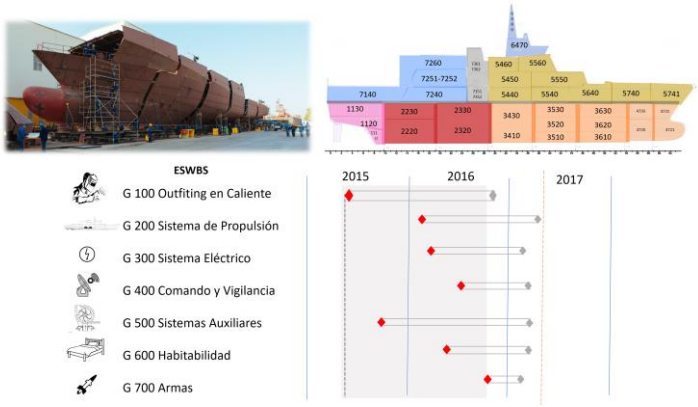


Figura 6 – Esquema de ensamble de bloque Vs. trabajos de los grupos constructivos

2.3.2. Fuentes y tipo de información

A continuación, se relaciona la información que ha sido suministrada para el desarrollo de este trabajo:

Casco y Superestructura (identificación de las partes, fechas, pesos, horas hombre, indicadores de rendimiento, equipo de trabajo):

- Proceso de corte de lámina.
- Proceso de corte de perfiles.
- Proceso de arme de previas y paneles.
- Proceso de ensamble.
- Proceso de unión de bloques.
- Indicadores de rendimiento G100.

Outfitting en caliente – Equipamiento (identificación de partes, localización, fecha, peso, tipo de elemento, cantidades, equipo de trabajo):

- Proceso de fabricación e instalación de outfitting Bases Equipos G500.
- Proceso de fabricación e instalación de outfitting Bases Equipos G600.
- Proceso de fabricación e instalación de outfitting Bases Equipos G300.
- Proceso de fabricación e instalación sistemas auxiliares (tubería) G500.
- Listado de equipos por bloques.

Curvas de regresión para estimación de tiempo en grupos constructivos (buques construidos, tiempo de fabricación e instalación):

- G100 Componente de Outfitting. Parametrizado por dimensiones del buque (Metros, Toneladas).
- G200 Sistema de Propulsión. Parametrizado por la potencia propulsiva
- G300 Sistema Eléctrico. Parametrizado por la longitud de cable (Metros).
- G400 Comando y Vigilancia. Parametrizado por la longitud del cable (Metros).
- G500 Sistemas Auxiliares. Parametrizado por la longitud de la tubería (Metros).
- G600 Habitabilidad. Parametrizado por la cantidad de tripulantes (Personas).
- G700 Sistemas de Armas. Definido por un juicio de expertos.
- Composición de grupos de trabajo, definidos por cantidad de trabajadores(Personas).

2.3.3. Modelo conceptual

La Figura 6 representa el flujo mediante cuadros de procesos, subprocesos y flechas de las actividades contenidas en la estrategia constructiva ya tratada en capítulos anteriores, las que se desarrollan en forma secuencial y sincronizada, y que se explican de la siguiente manera:

Preparación de láminas, perfiles y previas. En este proceso se crean los bloques (Etiquetado de bloques) en la secuencia de fabricación planeada, teniendo presente que su creación solo representa la existencia del bloque, mas no tiene aún ningún trabajo realizado ni tiempo de construcción (horas hombre), tiempos que se van generando y sumando a medida que el proceso de construcción avanza. Dentro de este proceso se desarrollan entonces los siguientes subprocesos:

- Etiquetado de bloques.
- Corte de lámina.
- Corte de perfiles.
- Unión entre el bloque, las respectivas láminas cortadas y los perfiles cortados para fabricar las previas y los paneles en el siguiente subproceso.
- Arme de previas y paneles.

Fabricación de Bloques. Este proceso se desarrolla en las cunas de fabricación de bloques. Cada bloque previamente creado y claramente identificado llega a este proceso con información propia y necesaria para calcular el tiempo que se lleva su fabricación, tomando variables de rendimiento y de cantidad de trabajadores que desarrollan el proceso.

Erección del Casco. Este término citado por (Lamb, 2003) corresponde al ensamble de los bloques que han sido fabricados previamente en las cunas

Outfitting (equipamiento) en Caliente. Este proceso comprende la fabricación de accesorios que van asociados a la fabricación de los bloques del casco y que tienen un componente de soldadura para ser adheridos a la estructura del buque.

Trabajos de Grupos Constructivos. Este proceso agrupa todos los trabajos relacionados con fabricación de componentes y su instalación, así como la instalación de equipos comprados o adquiridos para ser instalados dentro del buque.

Pruebas HAT y SAT. Todo proyecto de construcción naval finaliza con las pruebas de aceptación que desarrolla el astillero constructor para entregar el producto final al comprador o armador.

Para la definición y estructuración de los datos de entrada del modelo se tiene en cuenta la información disponible, con las bases de datos de COTECMAR, con la cual se desarrolla una estrategia de modelación matemática para el cálculo de probabilidad del tiempo de ejecución (o procesamiento) de los procesos y subprocesos, tomando los siguientes criterios:

- Rendimientos de la producción.
- Parametrización de tiempo de producción con base en diferentes dimensiones del buque.
- Parametrización de tiempo de producción por medio fórmulas de regresión lineal y cuadrática con datos de construcciones anteriores.
- Validación de la parametrización por juicio de expertos

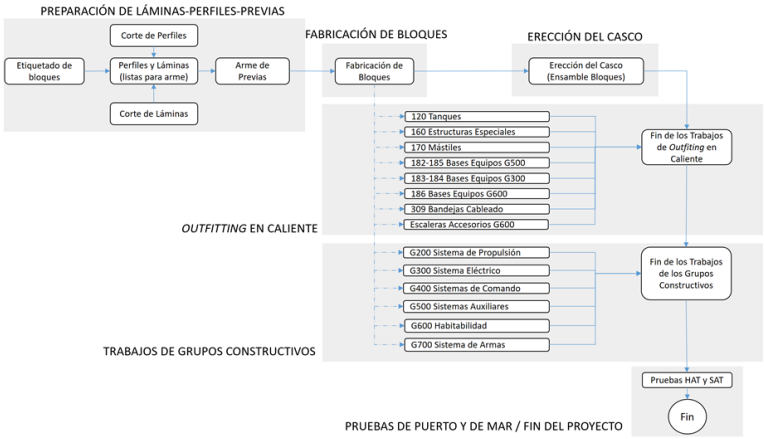


Figura 7 – Modelo conceptual de simulación para la construcción de un buque tipo OPV80 en COTECMAR

2.3.4. Implementación del modelo

La implementación del modelo se realizó sobre el software Flexim (figura 7). Para la verificación del modelo se toman las recomendaciones de Urquia & Martín Villalba (2013), que propone el desarrollo de cuatro (4) pasos que consisten en: una verificación manual de la lógica del modelo, una comprobación individual de cada uno de los componentes del modelo (submodelos), una comprobación de los datos de salida, y el desarrollo de pruebas de sensibilidad del modelo.

Para realizar la comprobación de los componentes o submodelos, se hace una revisión de los parámetros de forma y comportamiento de cada elemento que compone el modelo. Una vez realizada la verificación y comprobación del modelo, se pueden correr pruebas de funcionamiento y revisar la respuesta de la principal variable que representa un modelo de simulación discreto: el tiempo total de procesamiento. Teniendo presente que cada uno de los datos de entrada tienen un comportamiento estocástico es posible hacer

una comparación con el cronograma general del proyecto, verificando la aproximación al tiempo real.

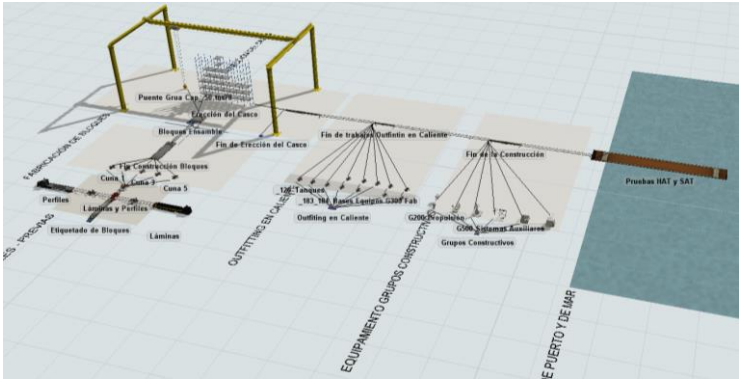


Figura 8 – Vista 3D del Modelo en Flexim

Con la prueba de simulación se obtuvieron los siguientes resultados sobre la estructuración del modelo:

1. El tiempo total de ejecución total de la simulación es 575,94 días, 4,71% mayor que el valor real del proyecto que es 550 días.
2. Si se toma el tiempo real total de ejecución del proyecto como el valor medio de procesamiento total, con un coeficiente de variación de 8,5078% para una construcción naval, tendremos un σ de 46,79 días.

la sensibilidad de respuesta del modelo se hizo respecto a la modificación del valor de un parámetro, dejando los demás fijos. Para el desarrollo de esta verificación se toman en cuenta algunos de los subprocesos que afectan la ruta crítica del proyecto, y se observan las respuestas en el tiempo total de procesamiento que permita conocer una lógica razonable del comportamiento del modelo de simulación en cuanto a las variaciones. No se muestran dichos resultados al no ser del alcance de la investigación aquí presentada, sino que serán utilizadas para efectos del análisis de efectos de cambios de unos procesos sobre otros y así ver como el efecto en los ajustes que se pueden proponer en el astillero.

3. Conclusiones

Inicialmente se puede observar como se pueden ajustar los procesos de producción del Astillero de COTECMAR, siendo la estructura del modelo construido bien ajustada al sistema real.

Lo anterior se puede verificar de forma preliminar acorde con los datos calculados al simular el modelo, reproduciendo en forma adecuada el comportamiento del sistema real. En otras palabras, el comportamiento del modelo es satisfactorio, dada la proximidad de las simulaciones realizadas a los valores obtenidos en la realidad, esto en cuanto al

tiempo total de procesamiento, pues las pruebas iniciales indican una desviación menor al cinco (5%) por ciento.

Con base en esa información y los análisis de sensibilidad, y basándose en el concepto de construcción por bloques (Lamb, 2003), se pueden realizar las proyecciones de tiempos y costos de producción tanto en la condiciones actuales, es decir, realizado las simulación de construcción de buques más grandes con las instalaciones y capacidades actuales del astillero, así como también, haciendo alteraciones de diferentes procesos y variables del modelo, como por ejemplo puede ser en la cantidad de líneas de producción de acero, y con base en ello, establecer tanto el efecto sobre los otros procesos como servir de base para la toma de decisiones.

Las decisiones que se pueden tomar con esos cambios sirven para evaluar cuales son las variaciones de capacidad de procesos, buscando un mejor resultado, así como también, evaluar los fallos en los mismos que efectos podrían tener, y con base en ello reducir los riesgos aumentando también la resiliencia.

Referencias

COTECMAR. (2015). *Estrategia Constructiva OPV III*. (C. Gerencia de Construcciones (ed.)).

Ju, S., Sung, S., Shen, H., Jeong, Y. K., & Shin, J. G. (2020). System development for establishing shipyard mid-term production plans using backward process-centric simulation. *International Journal of Naval Architecture and Ocean Engineering*, *12*, 20–37. https://doi.org/10.1016/j.ijnaoe.2019.05.005

Krause, M., Roland, F., Steinhauer, D., & Heinemann, M. (2004). Discrete event simulation: An efficient tool to assist shipyard investment and production planning. *Journal of Ship Production*, *20*(3), 176–182.

Lamb, T. (2003). *Ship design and construction* (1st ed.). Engineers Society of Naval Architects and Marine.

Lee, K., Shin, J. G., & Ryu, C. (2009). Development of simulation-based production execution system in a shipyard: A case study for a panel block assembly shop. *Production Planning and Control*, *20*(8), 750–768. https://doi.org/10.1080/09537280903164128

Lee, Y. G., Ju, S. H., & Woo, J. H. (2020). Simulation-based planning system for shipbuilding. *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, *33*(6), 626–641. https://doi.org/10.1080/0951192X.2020.1775304

Park, J., Lee, D., & Zhu, J. (2014). An integrated approach for ship block manufacturing process performance evaluation: Case from a Korean shipbuilding company. *International Journal of Production Economics*, *156*, 214–222. https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2014.06.012

Reina, A. J. D., & Fajardo-Toro, C. H. (2019). Adaptación del sistema PAPS (NATO-phased amaments rogramming system) en la armada de colombia. *RISTI - Revista Iberica de Sistemas e Tecnologias de Informacao*, *2019*(E18), 458–470.

Reina, J. D., Fajardo-Toro, C. H., Torres, O. M., Riola, J. M., & López, M. A. G. (2020). Consideraciones para un modelo de simulación de procesos aplicado en construcción naval: Caso armada de Colombia. *RISTI - Revista Iberica de Sistemas e Tecnologias de Informacao*, *2020*(E29), 553–569.

Riola, J. M., Fajardo-Toro, C. H., Reina, J. D., Torres, O. M., & López, M. A. G. (2020). Defensa 4.0: internet de las cosas en sistemas de batalla (IoBT) en defensa naval. *RISTI - Revista Iberica de Sistemas e Tecnologias de Informacao*, *2020*(E29), 507–519.

Stanivuk, T., Šundov, M., Mikuličić, J. Ž., & Mišura, A. (2020). Logistical activities in the function of development of the shipbuilding industry. *Transactions on Maritime Science*, *9*(1), 51–62. https://doi.org/10.7225/toms.v09.n01.004

Urquia, A., & Martín Villalba, C. (2013). *Modelado y simulación de eventos discretos*. UNED, Universidad Nacional de Educación a Distancia.

Williams, D. L., Finke, D. E., & Traband, M. T. (2001). DISCRETE SIMULATION DEVELOPMENT FOR A PROPOSED SHIPYARD STEEL PROCESSING FACILITY. *Proceedings of the 2001 Winter Simulation Conference*, 882–887. https://doi.org/10.1109/WSC.2001.977367

risti
Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação
Iberian Journal of Information Systems and Technologies

Recebido/Submission: 21/04/2021
Aceitação/Acceptance: 30/06/2021

Modelo predictivo exploratorio aplicado al consumo de sustancias psicoactivas en víctimas de conflicto armado: estudio de caso

David Alberto García Arango[1], Cesar Felipe Henao Villa[2], Betsy Mary Estrada Perea[3], Erica Alexandra Correa Pérez[4]

dagarcia@coruniamericana.edu.co; chenao@coruniamericana.edu.co; bmestrada@correo.iue.edu.co; eacorrea@correo.iue.edu.co

[1,2]Corporación Universitaria Americana, calle 52 # 43-62, 050012, Medellín, Colombia.

[3,4]Institución Universitaria de Envigado, carrera 27 # 39 A Sur 57, 055422, Envigado, Colombia.

Pages: 407-417

Resumen: El presente artículo da cuenta el desarrollo de un modelo predictivo exploratorio de consumo de sustancias psicoactivas en víctimas de conflicto armado de los municipios de Medellín y Envigado. Los registros de casos son obtenidos en el Sistema basado en centros y servicios a la persona consumidora de sustancias psicoactivas (SuiCad), el cual es un sistema de monitoreo adscrito al Sistema único de indicadores (SUISPA) en el marco de los objetivos estratégicos propuestos por el Observatorio de Drogas de Colombia en coordinación con el Ministerio de Salud y Protección Social. Mediante el análisis de 108 registros se generan índices con un respectivo diagrama de árbol que describe las dinámicas de consumo de diferentes grupos poblacionales vulnerables para el año 2014. Los resultados aquí obtenidos permiten servir de insumo para la consolidación de una base de datos más amplia que considere una mayor cantidad de variables para obtener modelos más robustos.

Palabras-clave: modelo predictivo; sustancias psicoactivas; conflicto armado, víctimas

Exploratory predictive model applied to the use of psychoactive substances in victims of armed conflict: a case study

Abstract: This article presents the development of an exploratory predictive model of psychoactive substance use in victims of armed conflict in the municipalities of Medellín and Envigado. The case records are obtained in the System based on centers and services for the consumer of psychoactive substances (SuiCad), which is a monitoring system attached to the Single System of Indicators (SUISPA) within the framework of the strategic objectives proposed by the Colombian Drug Observatory in coordination with the Ministry of Health and Social Protection. Through the analysis of 108 records, indices are generated with a respective tree diagram that describes the consumption dynamics of different vulnerable

population groups for the year 2014. The results obtained here allow to serve as input for the consolidation of a larger database than consider a larger number of variables to obtain more robust models.

Keywords: predictive model; psychoactive substances; armed conflict, victims

1. Introducción

El consumo de sustancias psicoactivas se ha convertido en un problema de salud pública en Colombia, adicionalmente tiene consecuencias en el cumplimiento de las metas que conllevan al logro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Lo anterior debido a que el consumo abusivo de sustancias psicoactivas ha aumentado en el país, según la Comisión Asesora para la Política de Drogas del país. El aumento se presenta principalmente en el consumo de marihuana, cocaína y heroína. Además, el porcentaje de personas que recurrieron por lo menos una vez en la vida al uso de sustancias ilícitas como marihuana, basuco, éxtasis o heroína, pasó de 8,6% en el 2008 a 12,17% en el año 2013. De acuerdo con el Reporte de Drogas de Colombia del 2015, las sustancias ilícitas más consumidas en Colombia son en su orden: la marihuana, la cocaína, el basuco y el éxtasis (Observatorio de Drogas de Colombia, 2015). En cuanto a las cifras proporcionadas por el Sistema basado en centros y servicios a la persona consumidora de sustancias psicoactivas (SuiCad), referente a todos los registros de personas atendidas en los centros de atención a drogadictos, son la marihuana, la cocaína y el alcohol las sustancias más consumidas como puede observarse en la Figura 1.

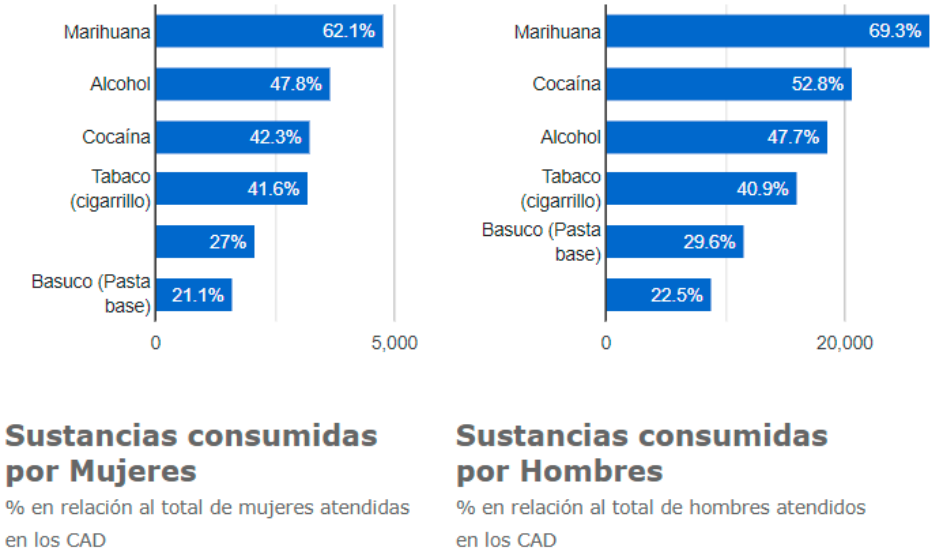


Figura 1 – Tipo de sustancias psicoactivas consumidas por personas atendidas en los centros de drogadicción.

Las personas víctimas del conflicto armado, presentan una alta vulnerabilidad frente al consumo de sustancias psicoactivas, puesto que la violencia aumenta el riesgo de

consumo de estas sustancias (Castaño et al., 2018) y en el marco del conflicto armado se presentan muchas formas de violencia. En los últimos siete (7) años, se atendió un total de 1202 personas consumidoras del departamento de Antioquia que eran desplazadas, se encontraban en condición de desplazamiento o en situación de calle; muchas de ellas víctimas del conflicto armado (Véase Figura 2).

Antioquia, por ejemplo, está entre los departamentos en los que se evidencia un aumento en el consumo de heroína en los últimos años. Este aumento es determinado por el incremento en la demanda de tratamiento por consumo (Minsalud, 2016).

Condición especial	**Cantidad**
Desplazado	60
Discapacidad	120
En condición de desplazamiento	36

Tabla 1 – Cantidad de consumidores del departamento de Antioquia según condición especial

Considerando que el departamento de Antioquia es uno de los más afectados, no solo por el conflicto armado sino también por el aumento en el consumo de sustancias psicoactivas, se propone un modelo predictivo exploratorio cuya finalidad es proporcionar información que contribuya a la mejora de planes y resultados de mitigación e intervención del consumo de sustancias psicoactiva, por medio de la identificación anticipada de condiciones que favorecen el consumo abusivo de estas sustancias. El modelo incluye el análisis de variables sociodemográficas y socioeconómicas y la relación de éstas con el perfil de un consumidor, teniendo en cuenta dos grandes ciudades del departamento de Antioquia que son Medellín y Envigado. A continuación, se presentará el contexto de cada ciudad.

2. Contextualización

Según informe sobre la situación de derechos humanos en la ciudad de Medellín realizado por la personería para la vigencia 2018 y publicado en 2019, se evidencia que los más afectados siguen siendo los niños y adolescentes en cuanto a la violación de los derechos humanos por parte de actores armados. Los grupos al margen de la ley manipulan a niños, niñas y adolescentes con el objeto de fortalecer sus estructuras criminales y desarrollar actividades ilícitas como el cobro de cuotas extorsivas, el expendio de sustancias psicoactivas ilegales y el transporte de armas.

De otro lado, con base en el número de declaraciones registradas por la Personería de Medellín, un total de 2107 mujeres fueron víctimas de desplazamiento intraurbano, lo que equivale a un 55% de las víctimas, mientras que hubo 1694 hombres afectados, lo que corresponde al 45%. El desplazamiento forzado intraurbano es un fenómeno que aparece en zonas periféricas de las ciudades, donde hay poco acompañamiento por parte de las autoridades del Estado y en muchas de las cuales han sido construidas de manera irregular como parte de los fenómenos migratorios relacionados con el conflicto armado que han afectado a diferentes ciudades. Medellín ha sido una ciudad receptora de víctimas de todo el territorio nacional, tal y como ocurre en sectores como Aures 1 y

2, la comuna siete (Robledo), la comuna 1 (Popular) y el sector La Silla (Personería de Medellín, 2019).

En cuanto a las cifras históricas relacionadas con las víctimas del conflicto armado en Medellín, según reportes de la Unidad para la atención y reparación integral a las víctimas, 228.418 personas son reconocidas, en el marco de la ley 1448/2011, como víctimas de algún hecho asociado a infracciones al Derecho Internacional Humanitario o de violaciones graves a las normas internacionales de Derechos Humanos, ocurridas con ocasión del conflicto armado interno; siendo el desplazamiento forzado el hecho victimizante más presentado, con un total de 138.120 víctimas (Unidad de víctimas, 2021).

Respecto al municipio de Envigado, en publicación de su Secretaría de Salud, se muestra el resultado del diagnóstico acerca la de situación de salud durante el año 2019, considerando el análisis de diferentes variables y factores y proporcionando información sobre la caracterización, medición y explicación de la situación salud-enfermedad de los habitantes del municipio (Secretaría de salud de Envigado, 2019). Los análisis presentados en el texto están basados en datos del DANE y de la Secretaria Seccional de Salud y Protección de Antioquia con aportes de la secretaria de salud de Envigado.

Entre los múltiples resultados que presenta el texto, se encuentra un apartado concerniente a la convivencia social y salud mental, en cual se hace referencia al consumo de sustancias psicoactivas, algunos de estos resultados son (Secretaría de salud de Envigado, 2019):

- Para el año 2019, se presentaron alrededor de 34 casos de intoxicación con sustancias psicoactivas por cada 100 mil habitantes, evidenciándose una disminución con relación a los años anteriores en donde se tuvieron tasas de casi 52, 50, 40 y 46 casos por cada 100 mil habitantes, para los años 2015, 2016, 2017 y 2018 respectivamente.
- Para la población general del Municipio de Envigado, el consumo de alcohol presentó una prevalencia de vida de 82,2%. Se evidencia que, para esta sustancia, la mayor prevalencia (de vida, del último año y del último mes) según sexo es en hombres, según grupo etario es en adolescentes y según área de residencia, es en el área rural. La prevalencia de consumo de vida en los hombres es del 85,2% y en las mujeres es del 79,6%, en los adolescentes es del 86,5% y en los adultos del 70,6% y en el área rural, del 86,8%. La prevalencia del consumo en los últimos 12 meses es del 63,3% para la población general, 71,2% para los hombres, 65,2% para los adolescentes y 65,6% para el área rural. Respecto a la prevalencia de consumo en el último mes de la población general, por cada 100 habitantes del municipio de Envigado, 41 consumieron alcohol en los últimos 30 días.
- Se presenta una prevalencia de vida para consumo de tabaco en los habitantes del municipio, del 29,0%. La prevalencia de consumo de vida para sustancia en los hombres fue del 37,0% y adolescentes fue del 35,2%; la mayor prevalencia de consumo según área de residencia se presenta en el área urbana con un 29,6%. Respecto a la prevalencia de consumo para la población general de Envigado en el último año y en el último mes, es del 14,6% y del 12,7%, respectivamente.
- El consumo de marihuana presentó prevalencia de vida en población general del municipio del 25,1%. Respecto al grupo etario, 27 de cada 100 adolescentes del

municipio han consumido marihuana alguna vez en su vida; adicionalmente, en los últimos 12 meses, la prevalencia del consumo para la población general fue del 8,3%, mientras que, para el último mes, la prevalencia de consumo para esta sustancia fue del 5,6%. La mayor prevalencia de consumo (de vida, el último año y del último mes), se presenta en los hombres y en el área urbana. Con respecto al grupo etario, se observa que tanto la prevalencia de consumo en el último año como la del último mes, es mayor en los adultos comparada con la reportada para los adolescentes.

- La cocaína es otra sustancia psicoactiva que presenta un importante consumo en la población envigadeña, en la que se identificó una prevalencia de vida para el consumo de 4,6%. La mayor prevalencia de consumo de vida la presentan los hombres (8,4%), mientras que las mujeres presentan solo el 1,2%. Con respecto al grupo etario y el área de residencia, 5 de cada 100 adolescentes y 5 de cada 100 habitantes del área urbana han probado la cocaína, lo que reafirma la importancia de intensificar el trabajo municipal en el tema de prevención del consumo de sustancias psicoactivas, pues los jóvenes superan casi en el doble de consumo a los adultos.
- La pasta de coca, llamada también bazuco, presentó una prevalencia de vida del 2,3% en la población general. La mayor prevalencia de consumo de vida la presentan los hombres, los adolescentes y los habitantes del área urbana (4,0%, 2,8% y 2,5%, respectivamente).
- Las prevalencia de consumo de vida reportada para otras sustancias psicoactivas en la población general del municipio y en orden descendente, fueron: Inhalantes (6,1%), medicamentos sin recetar (5,2%), LSD (2,8%), Éxtasis (1,3%), 2CB (1,1%), Ketamina (0,4%), Heroína (0,6%), Estimulantes (0,8%), Alucinógenos (0,8%) e Inyectables (0,8%), observándose una importante variedad en las sustancias consumidas en el municipio, lo cual exige fortalecer y continuar estudiando estrategias de intervención.
- Se observa que las atenciones de trastornos mentales y del comportamiento, debidos al uso de sustancias psicoactivas, en consulta externa fue mayor (0,47%) comparado con los demás servicios (urgencias: 0,41% y hospitalización: 0,11%). También se evidencia que consultó un mayor número de hombres con respecto a las mujeres, para la atención en los tres servicios de consulta.

3. Método

En este estudio se emplean los registros del SuiCad, que contiene información de consumidores de sustancias psicoactivas atendidos en los centros de drogadicción. Los registros corresponden a un poco menos de 47000 personas, lo que equivale a aproximadamente el 0.1% de la población del país. De las personas atendidas se registra entre otra información: su condición escolar, condición étnica, estado civil, fuente de ingresos, nivel educativo, ocupación, sexo y condición especial (desplazado, discapacitado, explotado sexualmente, entre otros). En total se analizan 108 registros a partir de los cuales se generan índices con un respectivo diagrama de árbol con el objeto de explicar las dinámicas del consumo de diferentes grupos poblacionales vulnerables para el año 2014. El desarrollo de la investigación es de enfoque mixto con especial énfasis en la consideración del estudio de caso, entendiéndose por su respectiva unidad de análisis los

registros mensuales para cada una de las condiciones de vulnerabilidad. En ese sentido, la relación entre entradas y salidas del sistema se presentan en la Figura 2.

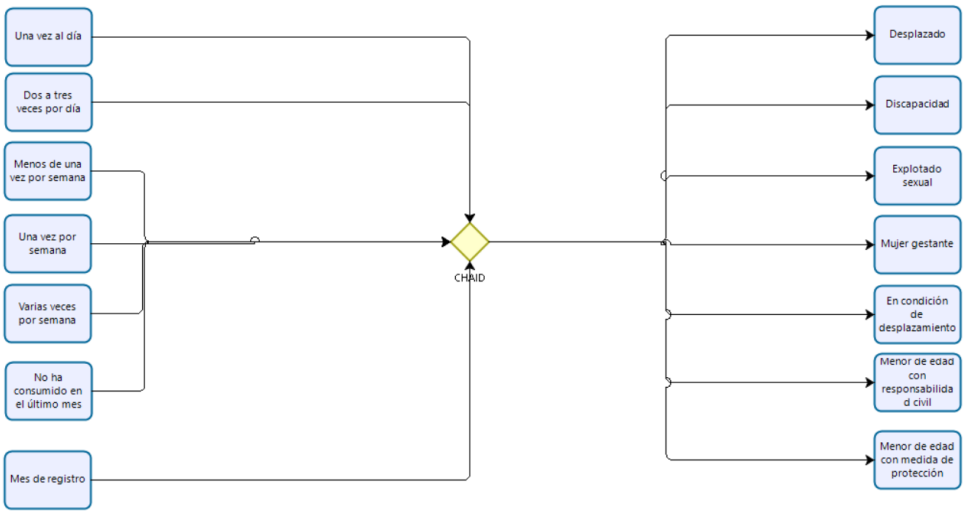


Figura 2 – Descripción de relaciones entre categorías.

Según se observa en la Figura 2, se generó una relación entre los registros de consumo y la condición específica o perfil del consumidor, la relación se desarrolló utilizando el algoritmo Chi-squared Automatic Interaction Detection (CHAID) (Kass, 1980) el cual genera arboles de decisión con nodos conformados por la variable de salida y con ramas consistentes en condiciones de la variable de entrada. Aplicaciones para otros fenómenos sociales se han realizado en García Pereáñez & García Arango (2020) y García Arango, Ortega Carrillo, Pinto Blanco, Gutiérrez Álvarez, & Rendón López (2020), en términos de modelos predictivos para el consumo se tiene como referente lo desarrollado por Gervilla & Palmer (2010). De los resultados obtenidos se procedió a interpretar las relaciones construidas entre las variables con estudios similares de tal forma que se identifiquen aspectos clave en el escalamiento de un estudio a mayor profundidad. La ejecución del modelo utilizando el algoritmo CHAID se realizó en el software SPSS Modeler (IBM Corporation, 2013).

4. Resultados

Los resultados obtenidos permiten identificar una ruta inicial de análisis de predictores de la frecuencia de uso en población vulnerable tal y como puede verse en la Figura 3.

Tal y como se observa en la Figura 3, se tiene un nodo de datos (color morado), un nodo que filtra y relaciona los datos de la Figura 2 (color azul oscuro), un nodo de aplicación de algoritmo (color azul claro), un nodo de resultados (color oro) y un nodo de análisis de datos (color verde). La correr el algoritmo se obtienen los factores principales de la Figura 4.

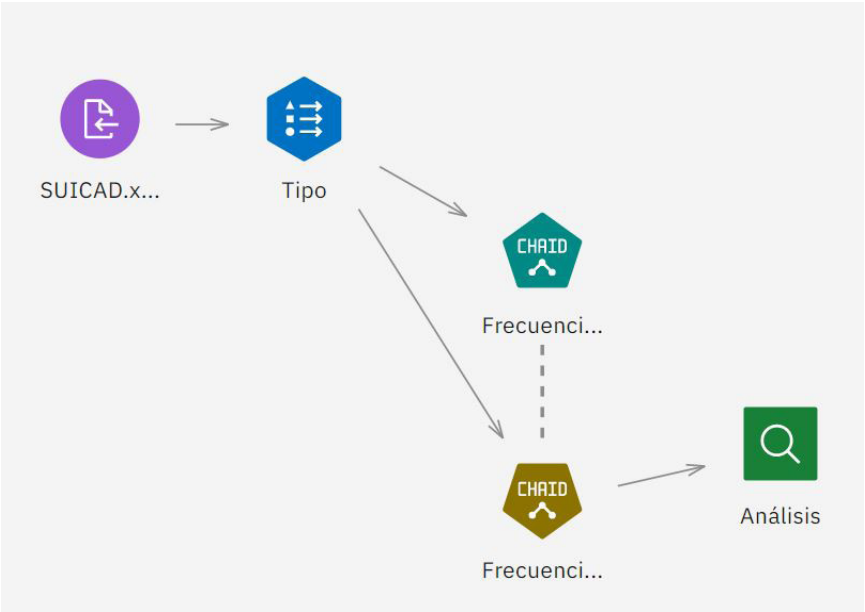


Figura 3 – Ruta de nodos para la aplicación exploratoria del modelo. Elaboración propia.

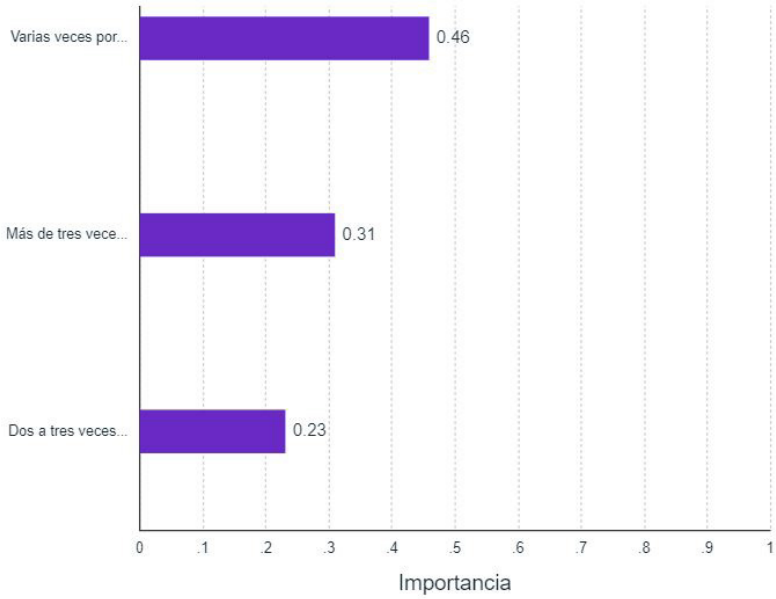


Figura 4 – Importancia de los predictores.

Se obtiene que la categoría que más peso tiene como predictor está relacionada con el consumo de varias veces por semana (0,46), seguido del consumo más de tres veces por semana (0,31) y finalmente de dos a tres veces por semana (0,23). Adicionalmente se obtiene la ruta de árbol que relaciona un mayor consumo bajo las condiciones poblacionales específicas, tal y como puede verse en la Figura 5.

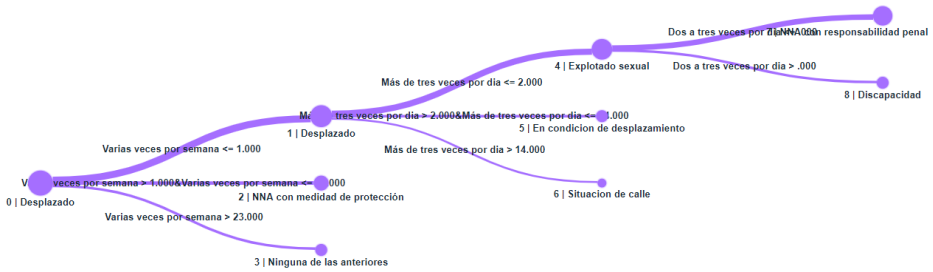


Figura 5 – Diagrama de arbol para el modelo CHAID. Elaboración propia.

Se identifica en a Figura 5 cómo entre los nodos más grandes y frecuentes, están aquellos desplazados o en condición de desplazamiento, esto da cuenta de una posible incidencia significativa de la condición de desplazamiento en la frecuencia de consumo. Igualmente se obtuvo que en las reglas de decisión, el consumo de varias veces por semana y más de tres veces por día son predominantes para población en condición de desplazamiento y varias veces por semana para desplazados.

5. Discusión

En relación con los resultados y su discusión, se han generado relaciones comparativas con otros autores. En ese sentido, Cudris-Torres y Barrios-Núñez (2018) presentan una revisión sistemática sobre el malestar psicológico en víctimas del conflicto armado. Este estudio se realiza con propósitos de reflexión académica situada en el postconflicto colombiano. Según los autores el impacto de la violencia sobre las victimas es evidente y significativo, pues las víctimas de un acontecimiento intenso amenazante tienen una mayor probabilidad de experimentar trastorno de estrés postraumático, trastorno que puede estar acompañado de depresión y en algunos casos de consumo de sustancias psicoactivas. Igualmente, Cuadrado et al. (2020) presentan una revisión documental sobre las repercusiones psicológicas que presentan las víctimas del conflicto armado en Colombia. Una de las conclusiones de los autores hace referencia a que las repercusiones son de índole tanto fisiológicas como conductuales, y van desde desórdenes alimenticios y aumento de consumo de alcohol, hasta consumo de sustancias psicoactivas lo cual es coherente con los resultados obtenidos indicando un posible predictor.

Castaño et al. (2018) presentan los resultados de un estudio realizado con 1026 participantes con edades entre 13 y 65 años, cuyo objetivo es estimar la prevalencia de trastornos mentales, el uso y abuso de drogas, así como los factores asociados en víctimas de desplazamiento forzado en Colombia. Entre los resultados presentados por

los autores se resalta la presencia de trastornos mentales especialmente fobias en un 17.7% de los participantes, depresión en el 16.4% de estos y estrés postraumático en el 9.9%. En cuanto al consumo de sustancias psicoactivas se encontró que a lo largo de la vida los participantes presentan una dependencia al alcohol del 68.7%, al cigarrillo del 31.3 % y a la marihuana en el 11.2% estos como los porcentajes más relevantes. El estudio realizado además da cuenta de prevalencias importantes de trastornos mentales en la población víctima del desplazamiento forzado superiores a los de la población general.

A nivel internacional, Álvarez (2015) presenta un estudio cuya finalidad es identificar los motivos de iniciación del consumo de alcohol y drogas en adolescentes, así como la definición de un modelo predictivo que diera cuanta de las variables que influyen en el consumo temprano de alcohol. De este estudio participaron 655 jóvenes con edades entre 13 y 19 años de la ciudad de Madrid. Entre los resultados que presenta el autor se resalta la prevalencia de uso de alcohol y de consumo de sustancias bastante alta en la muestra, pues el 82% de los participantes declararon consumir habitualmente alcohol, encontró además que todos aquellos participantes que presentan un diagnóstico de trastorno de ansiedad eran consumidores de alcohol y el 74% de los participantes cuya madre era dependiente de alcohol usaban múltiples sustancias. Según el autor, los principales factores que se relacionan con el consumo de alcohol se asocian con el género; ser varón aumenta en 5 veces el riesgo, el maltrato infantil; la negligencia emocional aumenta en 17 veces la probabilidad de consumir alcohol y el abuso físico en 10. La presencia de un trastorno de estrés post-traumático multiplica por 25 el riesgo de consumo adolescente y el tener un padre alcohólico lo hace por 3. Es importante identificar estos aspectos para su inclusión en el modelo comprendiendo la importancia del contexto familiar, igualmente vale la pena resaltar la relevancia de la incidencia de factores de violencia en el consumo de sustancias psicoactivas.

Vega-Cauich y Zumárraga-García (2019) presentan los resultados de un estudio experimental sobre la relación entre la conducta delictiva en adolescentes y el consumo de sustancias, realizado en la región sureste de México con una muestra de 56 adolescentes procesados por diversos delitos entre 2013 y 2016. Entre los resultados se destaca, que el promedio de edad de inicio de consumo de sustancias es 13 años y la sustancia de inicio más frecuente es el tabaco (cigarrillo) con un (52.5%), seguido de la mariguana con un (27.5%). En cuanto a la asociación encontrada entre el tipo de delito cometido y la edad de inicio del consumo de sustancias, son los adolescentes procesados por delitos como robo y homicidio quienes inician consumo de sustancias a menor edad, comparados con aquellos procesados por delitos sexuales. Es estudio presenta un marco de comprensión interesante en términos de acciones delictivas.

Menéndez y García (2018) presentan los resultados de una investigación realizada en España, situada en el Programa de inserción social de personas privadas de la libertad drogodependientes. Los resultados de la investigación permitieron profundizar en temas de drogodependencia y proponer mejoras al programa de inserción social. Se analizaron 211 casos y entre los resultados se presenta un perfil de las personas participantes del programa, algunas características son: el 98.1% eran hombres, el 66.1% de los participantes eran solteros y el 59.1% no tenía pareja. Las edades estaban entre 27 y 43 años. El 73.3% tenían un nivel de formación bajo, el 76.7% de los participantes estaban desempleados, la sustancia más consumida es la cocaína con un 73.4% y la edad media

de inicio de consumo es de 15.5 años. Entre las conclusiones del estudio se resalta que las mejores posibilidades de recuperación con éxito se presentan en aquellas personas cuyo deterioro personal es menor, deterioro relacionado generalmente con las sustancias que se consumen en ese sentido el presente estudio será ampliado con variables asociadas a este tipo de características.

6. Conclusiones

El modelo predictivo desarrollado, si bien es de corte exploratorio en términos de las variables y la muestra elegida, permite identificar la existencia de condiciones propicias para el consumo de sustancias psicoactivas en víctimas de conflicto armado, presentan además un comportamiento preocupante y que sobresale respecto a otro tipo de población vulnerable puesto que la frecuencia de consumo es de varias veces por semana, si a lo anterior se agrega las condiciones derivadas de la crisis sanitaria por COVID-19, se está ante un panorama que podría ser mucho más complejo y que amerita un estudio a profundidad. De lo anterior, el presente estudio representa una base de análisis para la consolidación de un modelo más robusto que posibilite una identificación más profunda de factores predictores y escenarios de comportamiento que aporten en la prevención de consumo.

Los resultados obtenidos apuntan a una recurrencia de consumo en víctimas de conflicto armado, esta condición de consumo es a menudo acentuada por la revictimización en formas de violencia sexual, explotación sexual y discriminación. El presente estudio provee una base preliminar en el marco de las políticas de salud pública para los municipios de Medellín y Envigado en el entendido de la importancia de utilizar las bases de datos institucionales para aplicar técnicas de análisis de datos que aporten a la toma de decisiones y a la consolidación de estrategias de prevención basadas en los perfiles de consumo que eventualmente podrán identificarse al incluir un mayor número de variables y una muestra más amplia. Es allí donde el uso de las Tecnologías Digitales los respectivos análisis estadísticos darán cuenta de un enfoque de interpretación sistémico de los fenómenos sociales y sus efectos en el contexto sociohistórico.

Referencias

Álvarez Alonso M J. Propuesta de un modelo predictivo del consumo temprano de alcohol en adolescente. https://eprints.ucmes/30982/1/T36188.pdf Madrid 2015

Castaño, G., Sierra, G., Sánchez, D., Torres, Y., Salas, C., & Buitrago, C. (2018). Trastornos mentales y consumo de drogas en la población víctima del conflicto armado en tres ciudades de Colombia. Biomédica, 38(Sup1), 70-85. https://doi.org/10.7705/biomedica.v38i0.3890

Cuadrado Rojas, I. M., Diaz Mercado, M. F., Ramírez Guzmán, A. D. y Vera Sánchez, C. V. (2020). Secuelas psicológicas de las víctimas del conflicto Armado en Colombia (Tesis de pregrado). Recuperado de: http://hdl.handle.net/20.500.12494/16874

Cudris-Torres, Lorena, & Barrios-Núñez, Álvaro. (2018). Malestar psicológico en víctimas del conflicto armado. CS, (26), 75-90. https://dx.doi.org/10.18046/recs.i25.2654

García Arango, D. A., Ortega Carrillo, J. A., Pinto Blanco, A. M., Gutiérrez Álvarez, M. D., & Rendón López, L. M. (2020). Redes neuronales para identificar factores asociados al diseño de una propuesta de formación en línea de artesanos en marketing digital. Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação, 62-73.

García Pereáñez, J. A., & García Arango, D. A. (2020). Conciencia ambiental en estudiantes universitarios: eLearning y eMarketing para la sostenibilidad. Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação, 16-27.

Gervilla, E., & Palmer, A. (2010). Prediction of cannabis and cocaine use in adolescence using decision trees and logistic regression. The European Journal of Psychology Applied to Legal Context, 19-35.

IBM Corporation. (10 de Julio de 2013). IBM SPSS Modeler 16: Algothms Guide & Applications Guide. Obtenido de https://www.ibm.com/support/pages/node/612163#en

Kass, G. V. (1980). An exploratory technique for investigating large quantities of categorical data. Applied Statistics, 119-127.

Minsalud. Instituto Nacional de Salud. (2016). Modelo de atención integral para transtornos por uso de sustancias psicoactivas. https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/VS/PP/ENT/modelo-atencion-integral-sustancias-psicoactivas-2015.pdf

Observatorio de Drogas de Colombia. (2015). Reporte de Drogas de Colombia. Bogotá: Gobierno de Colombia.

Personería de Medellín. (2019). Informe sobre la situación de derechos humanos en la ciudad Medellín. Vida e integridad. http://www.personeriamedellin.gov.co/index.php/informacion-al-ciudadano/documentos/informes-derechos-humanos-ddhh/category/205-informes-ddhh-2019

Unidad para la atención y reparación integral a las víctimas. (2021). Reportes. https://www.unidadvictimas.gov.co/es/reportes

Secretaría de salud de Envigado. (2019). Situación de salud de Envigado año 2019. https://www.envigado.gov.co/secretaria-salud#/situaciones-de-salud,-investigaciones-y-publicaciones/situacion-de-salud-municipal.

risti
Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação
Iberian Journal of Information Systems and Technologies

Recebido/Submission: 07/05/2021
Aceitação/Acceptance: 06/07/2021

Determinación de la aceptación de alimentos mediante reacciones fisiológicas del consumidor: un enfoque basado en aprendizaje automático

Julieta Domínguez-Soberanes[1], Víctor M. Álvarez-Pato[2], Claudia N. Sánchez[2], David E. Mendoza-Pérez[1], Paolo Visconti[3], Ramiro Velázquez[2]

jdominguez@up.edu.mx; valvarez@up.edu.mx; cnsanchez@up.edu.mx; demendoza@up.edu.mx; paolo.visconti@unisalento.it; rvelazquez@up.edu.mx

[1] Universidad Panamericana, Escuela de Negocios Gastronómicos, Aguascalientes 20290, México.

[2] Universidad Panamericana, Facultad de Ingeniería, Aguascalientes 20290, México.

[3] University of Salento, Department of Innovation Engineering, Lecce 73100, Italy.

Pages: 418-434

Resumen: Los productos alimenticios inducen reacciones psicológicas y fisiológicas en los consumidores que influencian sus preferencias y decisiones de compra. En particular, las reacciones fisiológicas hacia los alimentos han cobrado reciente interés en el campo de estudio del comportamiento del consumidor. Para incrementar las oportunidades de éxito en el mercado, las evaluaciones preventa de los productos alimenticios deben incorporar las respuestas fisiológicas de los consumidores. Este artículo presenta un sistema novedoso de análisis sensorial que comprende la medición de diversos parámetros fisiológicos como el reconocimiento de emociones faciales, la respuesta galvánica de la piel y la frecuencia cardiaca o pulso. La fusión de datos y su análisis con métodos de aprendizaje automático permiten predecir la aceptación de los alimentos por parte de los consumidores. Experimentos realizados con un gran número de participantes (120) sugieren que las expresiones faciales por sí solas no son suficientes para determinar la aceptación del consumidor. Sin embargo, cuando se considera también la respuesta galvánica de la piel y el pulso, la predicción de la aceptación mejora significativamente. Este trabajo tiene como objetivo contribuir al entendimiento de las reacciones fisiológicas humanas cuando se interactúa con alimentos y pretende aplicar este conocimiento en la industria de alimentos.

Palabras-clave: Aprendizaje automático; fusión de datos; industria de alimentos; mediciones fisiológicas; redes neuronales convolucionales.

Determining food acceptance with consumer physiological reactions: a machine learning approach

Abstract: Food products elicit both psychological and physiological reactions in consumers that influence their liking and buying decisions. In particular, the physiological reactions toward food products have recently become of interest

to better understand consumer behavior. To increase the chances of success in the market, pre-sale food product assessments must incorporate the consumers' physiological responses. This paper presents a novel sensory analysis system encompassing the measurement of several physiological parameters such as facial emotion recognition, galvanic skin response (GSR), and heart rate or pulse. Data fusion and machine learning methods allow predicting consumer acceptance of food samples. Experiments conducted with a large cohort of participants (120) suggest that facial expressions alone are not sufficient to determine consumer acceptance. However, when GSR and pulse signals are also considered, acceptance prediction is significantly improved. This work aims to contribute to the understanding of the human physiological reactions when interacting with food and to apply this knowledge to the food industry.

Keywords: Convolutional neural networks; data fusion; food industry; machine learning; physiological measurements.

1. Introducción

Las respuestas de los consumidores y sus decisiones de compra son siempre inciertas y cambiantes. Aun así, existe consenso en afirmar que el comportamiento del consumidor tiene componentes tanto psicológicos como fisiológicos y ambos impactan en las decisiones de compra (Bredie et al., 2014).

Dentro de la gran variedad de aspectos psicológicos que afectan el comportamiento del consumidor se encuentran la respuesta afectiva o los sentimientos que un producto induce en quien lo compra: exclusividad, orgullo asociado con un estatus social, entusiasmo, confianza, etc. La respuesta social o el modo en que los diversos grupos sociales (familia, amigos y sociedad en general) influyen en la conducta y determinan la elección de compra, también forma parte de los aspectos psicológicos del consumidor.

Recientemente las reacciones fisiológicas provocadas por un producto han cobrado interés dentro del campo de estudio de comportamiento del consumidor. Se han realizado varios intentos de medir con precisión las reacciones fisiológicas con el fin de predecir el desempeño de un producto en el mercado: ritmo cardiaco, temperatura corporal, respuesta galvánica de la piel (GSR por sus siglas en inglés), electroencefalografía (EEG), atención visual y expresiones faciales. Por ahora, todas ellas se consideran pistas potenciales a seguir para determinar la preferencia del consumidor hacia un producto.

En particular el entendimiento de las reacciones fisiológicas suscitadas por productos alimenticios es una disciplina nueva y los algoritmos necesarios para interpretar correctamente dichas reacciones todavía están en proceso de desarrollo.

En este contexto, (Viejo et al., 2019) examinaron el EEG, el ritmo cardiaco, la temperatura y las expresiones faciales de consumidores de cerveza. (Leitch et al., 2015) midieron la respuesta producida por endulzantes de té a través de cuestionarios sensoriales y expresiones faciales. (Danner et al., 2014) reportaron los cambios en el nivel de conductancia epidérmica, temperatura de la piel, ritmo cardiaco y expresiones faciales de personas mientras probaban distintas muestras de jugo. De manera similar, otros autores han llevado a cabo estudios con jamón ahumado (Kostyra, 2016) y soluciones amargas (Crist et al., 2018). Una característica común entre los proyectos mencionados

es que todos emplean el FaceReader (Noldus, 2020), un software para reconocimiento de emociones faciales (REF) comercialmente disponible y de propósito general.

El REF ha ido cobrando interés en el campo del análisis sensorial. Dentro de su estudio, se pueden identificar dos enfoques: el modelo continuo y el modelo categórico. Mientras que el primero postula un amplio espectro de emociones diferentes, el segundo se aboca a un conjunto discreto de emociones básicas.

En particular, el modelo categórico propuesto por Paul Ekman en (Ekman & Friesen, 1971), sigue siendo el más utilizado. A través de un entrenamiento especializado, el método de Ekman permite identificar emociones mediante el análisis de la activación de los músculos faciales. Muchos trabajos de investigación se han enfocado a diseñar algoritmos computacionales capaces de automatizar el método de Ekman. Las redes neuronales convolucionales (CNNs por sus siglas en inglés) han obtenido buenos resultados en aplicaciones de REF.

Dentro de los diferentes trabajos basados en CNNs para REF están los de (Zhao et al., 2018) quienes implementaron una CNN de arquitectura tridimensional para aprender rasgos de imágenes faciales. (Li et al., 2018) utilizaron un mecanismo de atención en CNNs para clasificar expresiones faciales aún en rostros parcialmente ocultos enfocándose en diferentes regiones de una imagen facial y ponderándolas de acuerdo con el nivel de oclusión que presentan. (Liong et al., 2019) diseñaron una CNN tridimensional capaz de extraer características de alto nivel, así como micro expresiones.

En cuanto al análisis sensorial, se pueden distinguir dos tipos de análisis: los explícitos y los implícitos.

Los análisis explícitos se basan en cuestionarios que utilizan términos descriptivos verbales y no verbales. Dichos análisis presentan algunas ventajas: son fáciles de entender por parte del consumidor y su interpretación es relativamente rápida. Entre sus inconvenientes se encuentran el hecho de que suelen tener un sesgo cognitivo y el no registrar la experiencia del consumidor en el preciso momento en que se prueba el producto. Por otro lado, los métodos implícitos miden el REF y otros cambios fisiológicos como ritmo cardiaco, conductancia de la piel, temperatura y dilatación de la pupila, entre otros, así como respuestas del sistema nervioso autónomo (Mahieu et al., 2019), (Samant & Seo, 2019).

A pesar de que comúnmente se acepta que la percepción de sabores básicos está vinculada a movimientos faciales específicos (por ejemplo; los labios reaccionan a la acidez, los ojos y la frente al sabor amargo), muchas variables distintas pueden afectar las expresiones faciales y las reacciones fisiológicas: qué tanta hambre tiene el consumidor, el tipo de comida que prueba y el tiempo transcurrido desde el inicio de la prueba. Incluso en pruebas de duración tan corta como 10 s, un consumidor puede mostrar varias expresiones faciales distintas (He et al., 2017). Más aún, los cambios en la expresión facial resultan más difíciles de determinar cuándo se prueban productos alimenticios, en comparación con oler un perfume o ver un video (Mahieu et al., 2019), dado que los movimientos de la mandíbula al masticar y las obstrucciones visuales del rostro cuando la mano lleva la comida a la boca, son frecuentemente causa de lecturas incorrectas en los algoritmos de REF. Éstas pueden ser algunas de las razones por las

que estudios similares no parecen ofrecer resultados concluyentes (Viejo et al., 2019), (Le Goff & Delarue, 2017).

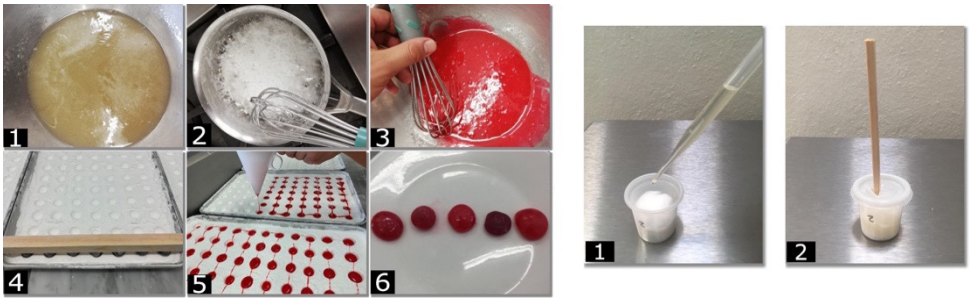
El presente trabajo busca contribuir a este campo proponiendo una predicción más confiable de la aceptación del consumidor por medio de CNNs y otros algoritmos de aprendizaje automático que sean capaces de interpretar expresiones faciales y encontrar posibles correlaciones entre las mediciones de sensores biométricos, el análisis facial y las preferencias reportadas por el consumidor.

El resto del documento está organizado de la siguiente manera: La Sección 2 describe los materiales y métodos utilizados para la implementación del prototipo de sistema de evaluación sensorial. La Sección 3 presenta los resultados obtenidos. La Sección 4 plantea la discusión de dichos resultados. Finalmente, la Sección 5 concluye resumiendo las principales contribuciones del artículo y plantea las perspectivas de trabajo futuro.

2. Materiales y métodos

2.1. Descripción de muestras

Para los experimentos, se utilizaron los siguientes ingredientes y porcentajes para preparar gomas de cinco sabores diferentes: glucosa (36.5%), azúcar (33.21%), agua (23.38%), gelatina sin sabor (5.3%), ácido cítrico (1.28%), sabor (0.3%) y color rojo (0.03%). Para dos sabores (almeja y queso), se sustituyó el azúcar por maltodextrina.



(a) (b)

Figura 1 –Proceso de elaboración de muestras: (a) gomas: a.1-gelatina en agua, a.2-mezcla de azúcar, agua y glucosa, a.3- solución de gelatina mezclada con color, sabor y ácido cítrico, a.4-cama de almidón, a.5-mezcla en la cama de almidón y a.6-gomas resultantes. (b) Olor: b.1- solución aplicada en algodón y b.2-palillo de madera en contenedor sellado.

El procedimiento de elaboración de las gomas se describe a continuación y puede apreciarse en la Figura 1:

1. Se disuelve gelatina sin sabor en agua (10.6 g/L) por 30 min.
2. Se mezcla azúcar y agua (11.5 g/L) y se calienta a 70 °C. Se añade glucosa y se incrementa la temperatura hasta 100 °C.

3. A 100 °C, se añade la solución de gelatina, color y sabor a la mezcla, así como el ácido cítrico diluido (1.28 g/L).
4. Finalmente, se moldea la mezcla en una cama de almidón y se deja reposar por 18 h.

Para evitar que se pudiera adivinar el sabor de las gomas, se procuró que todas presentaran un aspecto similar (ver Figura 1a.6). Las gomas liberaban su sabor al tiempo que se probaban, de este modo la expresión facial podía registrarse en el momento preciso.

Los sabores fueron seleccionados para ofrecer cinco estímulos sensoriales distintos. Se utilizaron tres sabores normalmente considerados agradables: menta, piña, fresa y otros dos considerados desagradables: almeja y queso Gouda.

Adicionalmente, se preparó un conjunto de muestras de olor mojando trozos de algodón en diferentes soluciones y colocándolos dentro de contenedores de plástico sellados. Los participantes utilizaban un palillo de madera para llevar la sustancia hasta su nariz (Figura 1b). Los olores empleados fueron: piña, menta, vinagre, queso Gouda y humo.

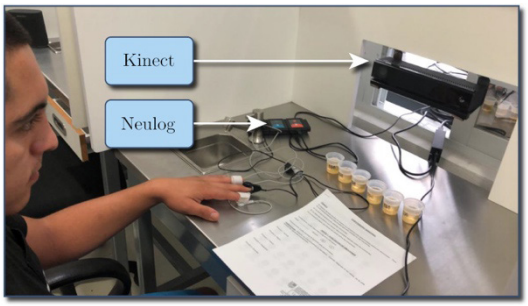


Figura 2 – Plataforma experimental.

2.2. Participantes y plataforma experimental

Un grupo de 120 estudiantes, profesores y administrativos de la Universidad Panamericana (México) accedieron participar voluntariamente en los experimentos. El rango de edades del grupo es amplio: entre 19 y 55 años. Ningún participante manifestó presentar algún padecimiento o disminución (conocida) en sus sentidos del gusto y el olfato.

Los experimentos se llevaron a cabo en el Laboratorio Sensorial de la Escuela de Negocios Gastronómicos de la universidad equipado con una cabina de iluminación controlada. En la cabina se contaba con un dispositivo Kinect, el cual registraba imágenes frontales del rostro de los participantes. Durante la prueba, un sensor Neulog NUL-217 se colocó en los dedos medio y anular del participante. A la vez, un Neulog NUL-208 se colocó en el dedo índice, para medir la respuesta galvánica de la piel (GSR) y el pulso, respectivamente (ver Figura 2).

Un pequeño semáforo indicaba al participante en qué momento debía probar la muestra. Esto permitió una mejor sincronización entre el inicio de la grabación y las

reacciones del usuario. Se solicitó a todos los participantes probar la muestra en el momento señalado por el semáforo mientras eran grabados por el Kinect. Después de cada prueba, los participantes tomaron agua y galletas saladas para neutralizar los sabores. Finalmente, se pidió a cada participante responder un cuestionario sensorial por escrito.

2.3. Cuestionario

Se diseñó un cuestionario con una escala hedónica de siete puntos para evaluar cada una de las cinco muestras de olor y de sabor. Este tipo de cuestionarios se utilizan comúnmente en ciencia sensorial para estimar la aceptación de distintos tipos de productos alimenticios. Los resultados de los cuestionarios fueron comparados con aquellos obtenidos de la evaluación de expresiones faciales utilizando métodos de aprendizaje automático.

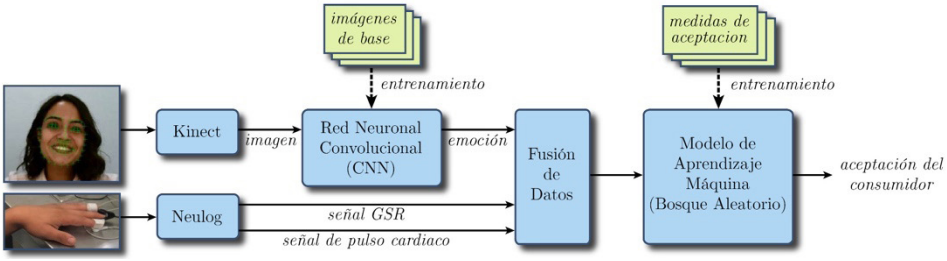


Figura 3 –Arquitectura del sistema de análisis sensorial.

2.4. Arquitectura del sistema

La Figura 3 muestra la arquitectura del sistema y sus módulos principales. El sistema propuesto utiliza tres entradas: imágenes faciales, señal de GSR y señal de pulso. Como se mencionó anteriormente, las imágenes faciales se capturan con el Kinect, mientras que las señales biométricas con los sensores Neulog.

Una red neuronal convolucional (CNN) previamente entrenada analiza las imágenes faciales para determinar las emociones del consumidor. Las emociones detectadas, junto con las señales de GSR y de pulso siguen un proceso de fusión de datos basado en herramientas estadísticas. El resultado se alimenta a un modelo de aprendizaje automático encargado de predecir la aceptación del consumidor.

El modelo de aprendizaje automático está basado en el método de clasificación por bosques aleatorios (Random Forest). Las escalas hedónicas reportadas por el consumidor a través de los cuestionarios y los valores resultantes de la fase de fusión de datos sirven para entrenar el modelo. Una vez terminado el entrenamiento, los cuestionarios ya no son necesarios. En este trabajo se busca eliminar su uso para predecir la aceptación del consumidor y utilizar solamente un método implícito para calibrar la aceptación de modo que se reduzca la influencia de factores externos en los resultados.

2.5. Conjunto de datos de expresiones faciales

Para entrenar y probar la red neuronal se utilizaron dos conjuntos de datos de expresiones faciales: AffectNet y CK+, respectivamente. AffectNet contiene más de 420,000 imágenes faciales clasificadas en 11 etiquetas distintas. Sin embargo, para balancear el proceso de entrenamiento, solamente se emplearon 3800 imágenes para cada una de las siguientes etiquetas: neutral, felicidad, tristeza, sorpresa, miedo, disgusto, enojo, desaprobación, ninguna e incierta. Las imágenes que no contienen rostros fueron descartadas.

Para evaluar el desempeño de la red, se seleccionó CK+ debido a que es un conjunto de datos bien conocido en el medio y comprende un menor número de imágenes.

2.6. Pre-procesamiento de imágenes

Las imágenes del conjunto de datos para entrenamiento tienen algunas características irregulares que la red neuronal no puede procesar. Por ello, fue necesario someterlas a cierto pre-procesamiento para asegurar que la red reciba solo información consistente. En concreto:

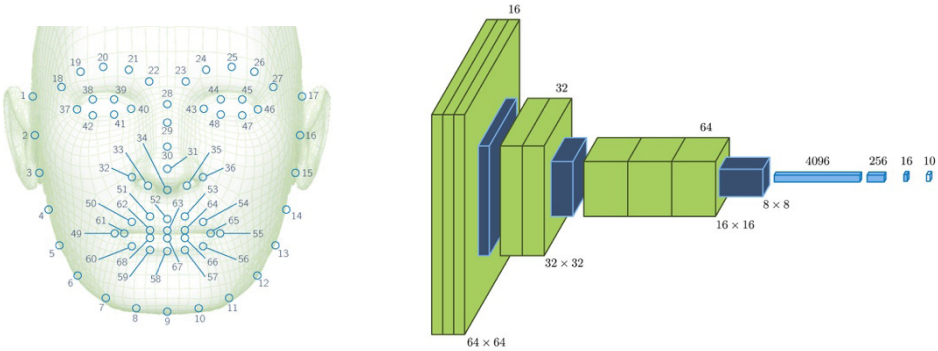
1. Se descarta la información de color, convirtiendo imágenes RGB a imágenes en escala de grises.
2. Se detectan todos los rostros en la imagen junto con sus rectángulos delimitadores correspondientes aplicando un algoritmo basado en histograma de gradientes (HoG).
3. Se localizan 68 puntos de interés en el primer rostro detectado por medio del algoritmo de Kazemi (Kazemi & Sullivan, 2014).
4. Se gira la imagen junto con los puntos de interés para hacer horizontal la línea que une los puntos 40 y 43 procurando que todas las imágenes procesadas tengan la misma alineación (ver Figura 4a).
5. Se divide la imagen facial en cuatro secciones, específicamente secciones derecha e izquierda para ojos y nariz-boca.
6. Se reflejan las secciones derechas en sentido horizontal para poder alimentar las secciones derecha e izquierda a la misma red.
7. Se ecualiza cada sección con ecualización de histograma adaptativo limitada por contraste (CLAHE).
8. Se normalizan los valores de cada píxel del rango (0,255) a (0,1).

Estas operaciones fueron realizadas por medio de las librerías Dlib y OpenCV en el lenguaje de programación Python, mientras que las correspondientes a la red neuronal se apoyan en la librería de aprendizaje profundo Keras sobre TensorFlow. Proyectos previos en aprendizaje profundo (Calabrese et al., 2020), (Pissaloux et al., 2013) han demostrado la eficiencia de las herramientas antes mencionadas.

2.7. Configuración de la red

La primera fase está compuesta por dos redes que fueron entrenadas de distinta manera pero que comparten la configuración mostrada en la Figura 4b: cada sección de la imagen (64 x 64 pixeles) alimenta a tres capas convolucionales y otra de reducción de muestreo (max-pooling). Posteriormente, otros dos bloques de filtros similares reducen

la información 2D para introducirla a otras cuatro capas densas, la última de las cuales produce una clasificación parcial en una de las 10 posibles etiquetas por medio de la función de transferencia *softmax*. Todas las funciones de transferencia anteriores son unidades lineales rectificadas (ReLUs).



(a) (b)

Figura 4 – (a) Puntos faciales de interés numerados.
(b) Configuración de la red neuronal para la primera fase.

La red A produce un vector de 10 números para las secciones correspondientes al ojo izquierdo y al ojo derecho reflejado, mientras que la red B hace lo propio para las secciones correspondientes a la boca y la nariz.

2.8. Entrenamiento de la red

Un total de 40,366 caras del subconjunto seleccionado resultaron aptas para el entrenamiento. Después de reflejar las secciones derechas, se obtuvieron un total de 80,672 imágenes faciales para entrenar las redes A y B. Ambas redes fueron entrenadas durante 50 iteraciones (epochs) con un tamaño de lote de 128. Se usó el 20% del conjunto de entrenamiento para validación y un índice de deserción de 0.4 en algunas de las capas para reducir el riesgo de sobreajuste.

A continuación, las redes procesaron todas las imágenes faciales disponibles para obtener 80,672 vectores de 40 elementos, mismos que se utilizaron como conjunto de entrenamiento para la segunda fase.

2.9. Reconocimiento de emociones

Después del entrenamiento, la red fue alimentada con todas las imágenes pre-procesadas correspondientes a los 120 participantes, generando igual número de archivos CSV con las siguientes columnas: índice de la imagen, número de caras detectadas (o -1 si ninguna fue detectada), nombre del archivo y la probabilidad de clasificación para todas las etiquetas de emociones mencionadas en la Sección 2.5.

2.10. Fusión de datos

Cada experimento obtuvo información de tres fuentes distintas: (1) clasificación de las emociones de cada rostro en una de nueve expresiones faciales en el rango (0,1), (2) lecturas de GSR y (3) pulso. Como se puede apreciar en la Figura 5, las mediciones de los sensores están repartidas a lo largo de una serie temporal (medida en cuadros, a razón de 30 fps).

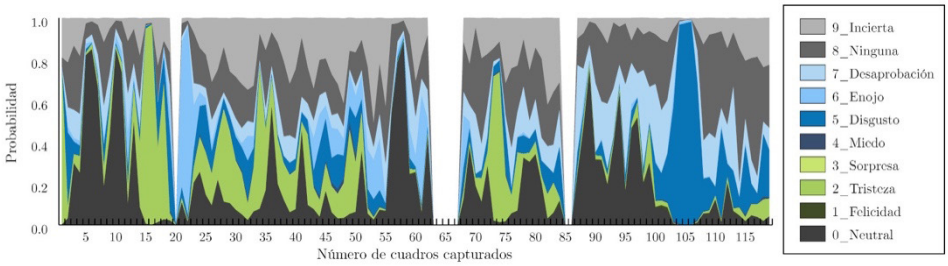


Figura 5 – Ejemplo de probabilidad de emociones detectadas.

Para representar las mediciones obtenidas por los sensores, se utilizaron cuatro métricas estadísticas: el promedio (*avr*), la desviación estándar (*std*), el mínimo (*min*) y el máximo (*max*). En resumen, por cada experimento se obtuvieron 44 características a partir de las cuatro métricas estadísticas de nueve expresiones faciales y las señales de GSR y pulso.

2.11. Predicción de la aceptación

El sistema propuesto emplea técnicas de regresión de aprendizaje automático para predecir la aceptación que los consumidores asignaron a cada muestra. Cada participante evaluó las 10 muestras disponibles (cinco de sabor y cinco de olor).

El modelo de aprendizaje automático que se seleccionó para predecir la aceptación de los participantes fue el de bosques aleatorios. El bosque se compone de un conjunto de árboles aleatorios de decisión (30 en este caso), cada uno creado a partir de un subconjunto aleatorio de muestras y características del conjunto de entrenamiento.

Un árbol de decisión es un modelo de predicción basado en una serie de preguntas sobre los valores de las características. En un árbol de decisión, los datos se separan en un espacio multidimensional por medio de hiperplanos, mismos que se determinan a partir de las preguntas. La idea central es que las muestras con valores similares tiendan a concentrarse en la misma región. Los bosques aleatorios miden y muestran qué tanto contribuye cada característica al modelo final. Los árboles de decisión establecen criterios de selección mientras tratan de minimizar la impureza de la información en cada nodo. En este caso, la impureza se puede calcular como el error medio cuadrático (MSE) definido en la Ecuación (1):

$$MSE\left(\vec{y},\vec{\hat{y}}\right)=\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(y_i-\hat{y}_i)^2 \tag{1}$$

donde $\vec{y}$ e $\vec{\hat{y}}$ son las salidas reales y estimadas, respectivamente y n es el número de muestras. Cuando se define una regla de clasificación, los datos del nodo se dividen en dos regiones. Normalmente se hacen pruebas con varias características y valores. El par característica-valor que minimiza la impureza se selecciona como regla de clasificación.

La importancia de cada característica es proporcional a la reducción de la impureza de todos los nodos relacionados con esa característica. La reducción de impureza *IR* en cada nodo *j* que representa una regla puede calcularse mediante la Ecuación (2):

$$IR_j=\omega_j I_j-(\omega_{izq} I_{izq}+\omega_{der} I_{der}) \tag{2}$$

donde *izq* y *der* representan los nodos hijos del nodo *j*, *I* representa la impureza de cada nodo y los pesos ω son la proporción de cada muestra en los nodos. Éstos se calculan como el número de muestras en el nodo dividido entre el total de muestras. Una vez que se conoce la reducción de impureza en todos los nodos, la importancia FI_k de la característica *k* se calcula por medio de la ecuación (3):

$$FI_k=\frac{\sum_{j\in N_k} IR_j}{\sum_{j\in N} IR_j} \tag{3}$$

Donde N_k representa el conjunto de todos los nodos que se dividen utilizando la variable *j*. *N* representa todos los nodos en el árbol de decisión.

Con el fin de validar los resultados, se utilizó una validación cruzada de 10 iteraciones. Posteriormente se entrenó el modelo 10 veces utilizando nueve bloques para entrenamiento y uno para pruebas. El valor medio absoluto (MAE) se usó para calcular el error del modelo (Ecuación (4)):

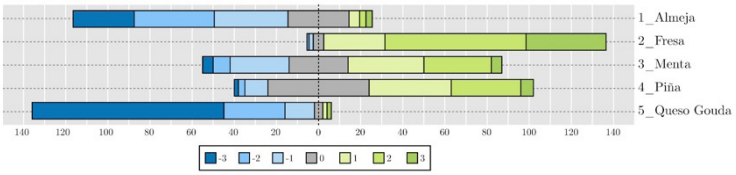
$$MAE(\vec{y},\vec{\hat{y}})=\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\left|y_i-\hat{y}_i\right| \tag{4}$$

Los resultados finales son el promedio de todas las corridas. Se optó por presentar estos resultados con MAE en lugar de con el MSE utilizado para entrenar el modelo pues facilita la interpretación.

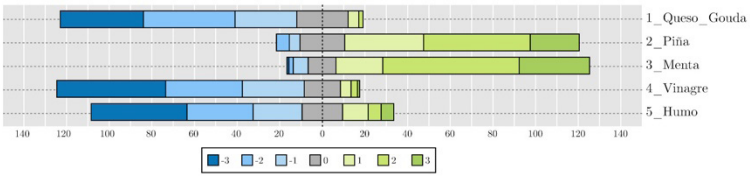
3. Resultados

En las Figuras 6a y 6b se presentan los resultados acumulados para las escalas hedónicas en las evaluaciones de sabor y olor, respectivamente. Las barras, centradas en cero, representan cuántos participantes calificaron cada olor o sabor. Los resultados se presentan con base en la escala de Likert que va desde -3 (el estímulo menos agradable) hasta 3 (el más agradable).

El sabor mejor calificado fue el de fresa, mientras que el de queso parece producir el mayor desagrado, ya que su calificación más común fue -3 y casi toda la barra se encuentra en el lado izquierdo de la gráfica.



(a)

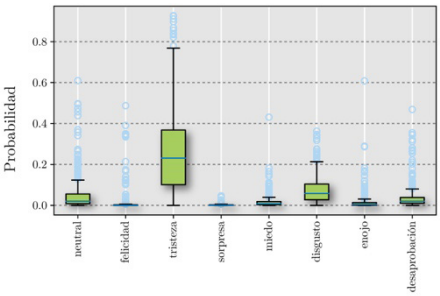


(b)

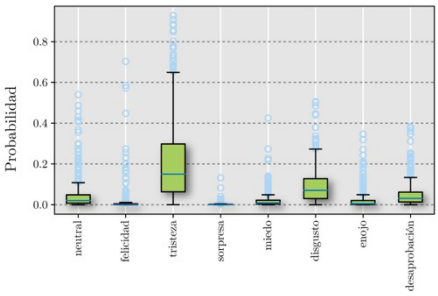
Figura 6 – Resultados de aceptación para: (a) sabores y (b) olores.

El sabor de almeja también tuvo una calificación general negativa. En lo que respecta a las pruebas de olor, piña y menta tuvieron buena aceptación, al contrario de vinagre, queso Gouda y humo. En lo que se refiere a la aceptación reportada en los cuestionarios, se observa un contraste evidente entre las muestras agradables y las desagradables.

En la Figura 7 se pueden apreciar las emociones reconocidas durante las pruebas de sabor (Figura 7a) y olor (Figura 7b). Las gráficas de caja representan el valor de probabilidad promedio para cada emoción medida entre todos los participantes durante los cinco experimentos. Puede observarse que la emoción que aparece con mayor frecuencia es la tristeza seguida de disgusto.



(a)



(b)

Figura 7 – Emociones reconocidas para las muestras de: (a) sabor y (b) olor.

Nuestros resultados son similares a los obtenidos en el estudio de (He et al., 2017) donde se midieron los cambios en la expresión facial para sabores iguales, similares y diferentes. He y sus colegas concluyeron que el placer de consumir un producto alimenticio disminuye rápidamente; por ello se encontró una clara prevalencia en las expresiones de tristeza y enojo. Adicionalmente, se observó que las expresiones de tristeza y disgusto pueden deberse al nerviosismo y las expectativas inciertas con las que los participantes llegan al experimento o a la concentración que ejercen para percibir los estímulos.

La Figura 8 muestra las matrices de correlación entre los resultados del REF, las respuestas de los sensores y la aceptación del consumidor en los experimentos. Los valores de las matrices representan el coeficiente de correlación absoluta de Pearson. No se encontraron correlaciones significativas entre la aceptación del consumidor y otras características. Sin embargo, las características que muestran una mayor correlación con la aceptación son las siguientes: en la Figura 8a: miedo, felicidad, disgusto, pulso y GSR; en la Figura 8b: neutral y felicidad; en la Figura 8c: GSR, felicidad y disgusto; en la Figura 8d: disgusto y neutral.

Puede verse que miedo, felicidad, disgusto, neutral, pulso y GSR son las variables que presentan mayor correlación con la aceptación del consumidor. Aun así, sus índices de correlación son muy bajos. Miedo es la expresión más difícil de reconocer con exactitud en imágenes estáticas y las expresiones de miedo son comúnmente confundidas con sorpresa tanto por humanos como por modelos automáticos de REF (Calvo & Nummenmaa, 2016).

La Tabla 1 muestra el MAE del modelo de regresión tal como se describe en la Ecuación (4), misma que predice la aceptación a partir del REF y las respuestas registradas por los sensores biométricos. La primera columna describe el tipo de datos utilizados para entrenar el bosque aleatorio. El modelo propuesto obtuvo las mejores predicciones cuando se entrenó únicamente con las mediciones de GSR. Estos resultados coinciden con los obtenidos previamente (Álvarez, 2018).

Dato	**Gusto**	**Olfato**
sensores + emociones	1.8216	1.8593
solo emociones	1.8408	1.8273
solo sensores	1.7896	1.8493
solo GSR	1.7649	1.7817
solo pulso	1.8173	1.9655

Tabla 1 – El valor medio absoluto (MAE) para el modelo de regresión.

Como se mencionó en la Sección 2.11, el modelo de bosque aleatorio califica la importancia de cada característica tomada en cuenta para predecir la aceptación.

Las 10 características más importantes para cada conjunto de pruebas se muestran en la Figura 9. Las desviaciones estándar de pulso y GSR aparecen como las variables más relevantes a considerar para predecir la aceptación. El promedio de las mediciones de sorpresa resalta como la variable más importante en la columna de la izquierda.

No obstante, en la columna derecha no aparece. Esto puede deberse a que el sentido del olfato suele producir emociones más intensas que el gusto.

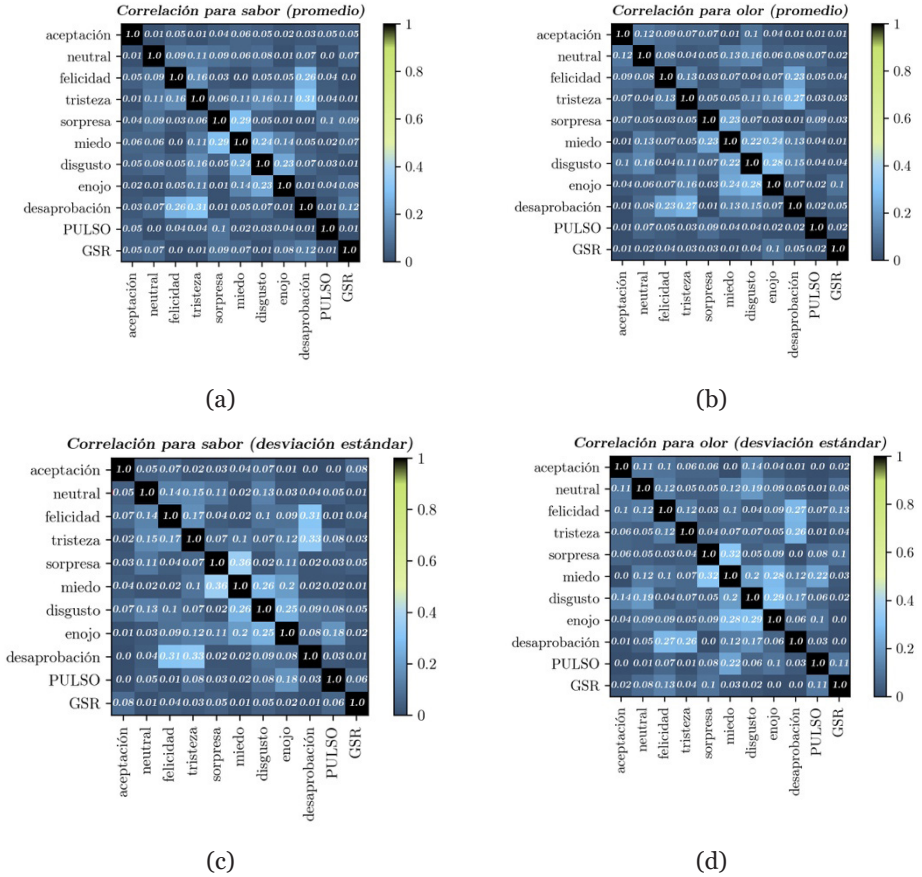
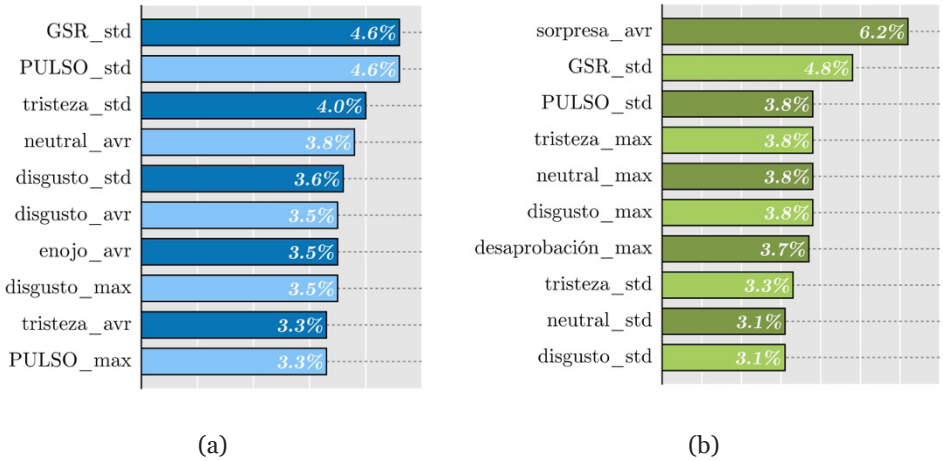


Figura 8 –Matrices de correlación para el REF, respuestas de los sensores y aceptación del consumidor: (a,c) matrices de correlación para las pruebas de sabor, (b,d) matrices de correlación para las pruebas de olor.

A pesar de ello, las medidas de emoción fueron muy similares tanto en las pruebas de sabor como en las de olor (ver Figura 7). Esto indica que los sensores de pulso y GSR funcionan mejor como predictores que la misma red neuronal. En los diagramas de caja de la Figura 7 es posible observar que no fue posible encontrar variaciones relevantes entre ellas. Por esta razón, solamente fueron incluidos los valores promedio de cada emoción detectada.



(a) (b)

Figura 9 –Importancia de características: modelos de regresión para (a) sabor y (b) olor.

4. Discusión

El reconocimiento automático de expresiones faciales (REF) no es un problema con una solución única; es necesario tomar en consideración un conjunto de variables diversas. Hasta ahora, la mejor referencia para evaluar emociones es la capacidad humana, propensa a errores de clasificación incluso habiendo recibido el entrenamiento adecuado debido a que el reconocimiento de emociones está supeditado al contexto (Calvo & Nummenmaa, 2016) y por ello está intrínsecamente ligado a la comprensión de las circunstancias en que se producen las emociones. Por añadidura, en experimentos similares al aquí presentado (Kostyra, 2016), (Le Goff & Delarue, 2017), los consumidores prácticamente no muestran expresiones faciales, incluso bajo la acción de estímulos intensos y algunos gestos asumidos como innatos raramente son observados. Tal vez esto explique por qué nuestro sistema de REF, al igual que otros similares, constantemente detecta solamente un par de emociones.

A pesar de esto, (Bredie et al., 2014) y (Crist et al., 2018) consiguieron exitosamente producir expresiones de disgusto por medio de soluciones concentradas de cafeína, ácido cítrico y cloruro de sodio. (Gunaratne et al., 2019) reporta expresiones de tristeza asociadas al chocolate salado. Esto podría apuntar en el sentido correcto para averiguar por qué el sistema de REF propuesto frecuentemente detecta tristeza. Finalmente, las correlaciones encontradas entre emociones y escalas hedónicas fueron muy bajas, al igual que las reportadas por (Leitch et al., 2015). Se podría entonces concluir que la conexión entre el consumo de alimentos y emociones experimentadas, así como la

que existe entre emociones reales y las encontradas por el sistema REF son mucho más débiles de lo esperado, al menos cuando se busca determinarlas de esta manera.

Por otro lado, el REF aplicado a la evaluación de productos alimenticios ha sido sujeto de muy pocos estudios y los algoritmos necesarios aún no han sido desarrollados. Empero, nuestros resultados, junto con los obtenidos por (Samant & Seo, 2019) sugieren que las mediciones de GSR son confiables y relevantes para la detección de reacciones emotivas.

5. Conclusiones

La medición de señales fisiológicas y el uso de imágenes para determinar la aceptación del consumidor, como parte de, o como complemento a otras pruebas sensoriales, va cobrando creciente interés dentro de la ciencia sensorial. En este contexto, el presente trabajo ha presentado un sistema novedoso de análisis sensorial automático con el objetivo de predecir la aceptación del consumidor en materia de productos alimenticios nuevos.

El sistema comprende reconocimiento de expresiones faciales (REF), respuesta galvánica de la piel (GSR) y pulso, junto con cuestionarios de usuarios. Se ha propuesto también un enfoque basado en aprendizaje automático para la fusión de los datos disponibles en imágenes faciales y señales biométricas con el fin de predecir la preferencia hacia productos alimenticios. Se emplearon y compararon dos canales de entrada: olor y sabor.

Los experimentos realizados para validar este enfoque incluyeron la participación de 120 voluntarios. La gran cantidad de información obtenida fue procesada por medio de técnicas de aprendizaje automático tales como redes neuronales, métricas estadísticas y árboles de decisión.

Los resultados muestran que el REF por sí mismo no resulta suficiente para determinar la aceptación del consumidor. En consonancia con trabajos anteriores, se detectaron frecuentemente expresiones de tristeza y disgusto, probablemente a causa de nerviosismo, ansiedad o estado de concentración asociados con la participación en el experimento. A pesar de ello, cuando se toman en cuenta las señales de pulso y GSR, es posible mejorar la predicción. Nuestros experimentos muestran que la variable más relevante en las predicciones de aceptación es la GSR. La frecuencia cardiaca o pulso, aunque en menor medida, puede estar relacionada a la intensidad emotiva causada por los alimentos.

El enfoque propuesto ha probado su eficiencia en el procesamiento y correlación de distintos tipos de señales y grandes cantidades de información. El trabajo futuro contempla el uso de señales EEG como entrada adicional al modelo, así como el uso de sabores y olores más intensos para inducir expresiones faciales detectables.

Referencias

Álvarez, V.M., Sánchez, C.N., Gutiérrez, S., Domínguez-Soberanes, J., & Velázquez, R. (2018). Facial emotion recognition: A comparison of different landmark-based classifiers. In *Proceedings of the 2018 International Conference on Research in Intelligent and Computing in Engineering*, San Salvador, El Salvador, 1–4.

https://doi.org/10.1109/RICE.2018.8509048

Bredie, W.L., Tan, H.S., & Wendin, K. (2014). A comparative study on facially expressed emotions in response to basic tastes. *Chemosensory Perception*, 7, 1–9. https://doi.org/10.1007/s12078-014-9163-6

Calabrese, B., Velázquez, R., Del-Valle-Soto, C., de Fazio, R., Giannoccaro, N.I., & Visconti, P. (2020). Solar-powered deep learning-based recognition system of daily used objects and human faces for assistance of the visually impaired. *Energies*, 13, 6104. https://doi.org/10.3390/en13226104

Calvo, M.G. & Nummenmaa, L. (2016). Perceptual and affective mechanisms in facial expression recognition: An integrative review. *Cognition and Emotion*, 30, 1081–1106. https://doi.org/10.1080/02699931.2015.1049124

Crist, C., Duncan, S., Arnade, E., Leitch, K., O'Keefe, S., & Gallagher, D. (2018). Automated facial expression analysis for emotional responsivity using an aqueous bitter model. *Food Quality and Preference*, 68, 349–359. https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2018.04.004

Danner, L., Haindl, S., Joechl, M., & Duerrschmid, K. (2014). Facial expressions and autonomous nervous system responses elicited by tasting different juices. *Food Research Int.*, 64, 81–90. https://doi.org/10.1016/j.foodres.2014.06.003

Ekman, P. & Friesen, W.V. (1971). Constants across cultures in the face and emotion. *Journal of Personality and Social Psychology*, 17, 124–129. https://doi.org/10.1037/h0030377

Gunaratne, T., Fuentes, S., Gunaratne, N.M., Torrico, D.D., Gonzalez-Viejo, C., & Dunshea, F.R. (2019). Physiological responses to basic tastes for sensory evaluation of chocolate using biometric techniques, *Foods*, 8, 243. https://doi.org/10.3390/foods8070243

He, W., Boesveldt, S., Delplanque, S., de Graaf, C., & De Wijk, R.A. (2017). Sensory-specific satiety: Added insights from autonomic nervous system responses and facial expressions. *Physiology and Behavior*, 170, 12–18. https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2016.12.012

Kazemi, V. & Sullivan, J. (2014). One millisecond face alignment with an ensemble of regression trees. In *Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*, Columbus, OH, USA, 1867–1874. https://doi.org/10.1109/CVPR.2014.241

Kostyra, E., Rambuszek, M., Waszkiewicz-Robak, B., Laskowski, W., Blicharski, T., & Polawska, E. (2016). Consumer facial expression in relation to smoked ham with the use of face reading technology. *Meat Science*, 119, 22–31. https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2016.04.018

Le Goff, G. & Delarue, J. (2017). Non-verbal evaluation of acceptance of insect-based products using a simple and holistic analysis of facial expressions. *Food Quality and Preference*, 56, 285–293. https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2016.01.008

Leitch, K. et al. (2015). Characterizing consumer emotional response to sweeteners using an emotion terminology questionnaire and facial expression analysis. *Food Res. Int.*, 76, 283–292. https://doi.org/10.1016/j.foodres.2015.04.039

Li, Y., Zeng, J., Shan, S., & Chen, X. (2018). Occlusion aware facial expression recognition using CNN with attention mechanism. *IEEE Transactions on Image Processing*, 28, 2439-2450. https://doi.org/10.1109/TIP.2018.2886767

Liong, S.T., Gan, S., See, J., Khor, H., & Huanget, Y. (2019). Shallow triple stream three-dimensional CNN (STSTNet) for micro-expression recognition. In *Proceedings of the 2019 IEEE Int. Conf. on Automatic Face & Gesture Recognition*, Lille, France, 1–5. https://doi.org/10.1109/FG.2019.8756567

Mahieu, B., Visalli, M., Schlich, P., & Thomas, A. (2019). Eating chocolate, smelling perfume or watching video advertisement: Does it make any difference on emotional states measured at home using facial expressions? *Food Quality and Preference*, 77, 102–108. https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2019.05.011

Noldus Information Technology. (2020). *FaceReader Online*. Updated information at: https://www.noldus.com/facereader/

Pissaloux, E., Maybank, S., & Velázquez, R. (2013). On image matching and feature tracking for embedded systems: A state of the art. In Chatterjee, A., Nobahari, H. & Siarry, P. (Eds.), *Advances in Heuristic Signal Processing and Applications*, (pp. 357-380). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-642-37880-5_16

Samant, S.S., & Seo, H.S. (2019). Using both emotional responses and sensory attribute intensities to predict consumer liking and preference toward vegetable juice products. *Food Quality and Preference*, 73, 75–85. https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2018.12.006

Viejo, C.G. et al. (2019). Integration of non-invasive biometrics with sensory analysis techniques to assess acceptability of beer by consumers. *Physiology and Behavior*, 200, 139–147. https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2018.02.051

Zhao, J., Mao, X., & Zhang, J. (2018). Learning deep facial expression features from image and optical flow sequences using 3D CNN. *The Visual Computer*, 34, 1461–1475. https://doi.org/10.1007/s00371-018-1477-y

risti
Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação
Iberian Journal of Information Systems and Technologies

Recebido/Submission: 03/04/2021
Aceitação/Acceptance: 09/06/2021

Inclusión digital mejora rendimiento académico del adulto como estudiante de una segunda carrera profesional

María del Pilar Quezada Castro[1], María del Pilar Castro Arellano[2], Manuel Antonio Cardoza Sernaqué[1], Guillermo Alexander Quezada Castro[2]

c20853@utp.edu.pe; m_castro_ar@doc.uap.edu.pe; mcardoza@utp.edu.pe; g_quezada_ca@doc.uap.edu.pe

[1] Universidad Tecnológica del Perú, Piura, Perú.

[2] Universidad Alas Peruanas, Piura, Perú.

Pages: 435-449

Resumen: El presente estudio planteó como objetivo determinar la relación entre la inclusión digital y el rendimiento académico de los estudiantes adultos matriculados en una segunda carrera profesional en universidades peruanas. El diseño fue no experimental, de corte transversal, correlacional, enfoque cuantitativo y paradigma positivista. Se concluyó que sí existe relación directa y significativa entre las variables mencionadas, resultado que se obtuvo a través del coeficiente de Rho de Spearman (0,062), lo cual reflejó el deber de las autoridades universitarias para promover la alfabetización digital entre sus estudiantes, originando igualdad de oportunidades en el acceso a las TIC y beneficio en la formación de competencias desde el espacio físico o virtual.

Palabras-clave: Alfabetización digital; competencias; estudiante adulto; TIC.

Digital inclusion improves adult academic performance as a student of a second professional caree

Abstract: The objective of this study was to determine the relationship between digital inclusion and the academic performance of adult students enrolled in a second professional career in Peruvian universities. The design was non-experimental, cross-sectional, correlational, quantitative approach and positivist paradigm. It was concluded that there is a direct and significant relationship between the mentioned variables, a result that was obtained through the Spearman Rho coefficient (0.062), which reflected the duty of university authorities to promote digital literacy among their students, causing equality opportunities in access to ICT and benefit in the training of skills from the physical or virtual space.

Keywords: Digital literacy; competencies; adult student; ICT.

1. Introducción

La adquisición y trasmisión de conocimientos derivados de una carrera profesional es una constante en la sociedad; en el plano laboral, por lo general, está acompañada de incrementos remunerativos o ascensos en la organización, lo cual constituyen la aceptación de retos para competir entre jóvenes y adultos.

Las universidades ofertan servicios educativos con tal finalidad, siendo la presencialidad la esencia de las mallas curriculares; sin embargo, a consecuencia de la pandemia denominada COVID-19 el estudiante se adaptó ante la virtualidad de la enseñanza, reconociéndose el inicio de una nueva normalidad que fue integrada a la educación superior.

Los adultos al retornar a las aulas universitarias para optar una segunda carrera profesional perciben que la metodología y pedagogía han variado a consecuencia de la tecnología, por lo tanto, podría ser la condición para aprobar o no las asignaturas que integran la malla curricular; es en tal sentido, que surge como objetivo de investigación determinar la relación que existe entre la inclusión digital y el rendimiento académico, siendo importante porque permitiría maximizar la oferta en las instituciones de educación superior.

Por tal motivo, en la investigación realizada por León-Latorre, Martos-Enrique & Galiana-Camacho (2020), se concluyó que existe escasa alfabetización digital en personas adultas y que la tecnología podría reducir el aislamiento social que se percibe en cada hogar; esta concepción podría representar un obstáculo pasible de ser analizado en el presente estudio.

A nivel académico el uso de las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) representó la oportunidad de vinculación con la formación universitaria, pero al mismo tiempo correspondía ser nexo para disminuir la brecha digital; por ejemplo, en adultos mayores (Aguilar-Flores & Chiang-Vega, 2020), derivó en una relación a largo plazo, toda vez que cada actividad está contextualizada por la modernidad.

Ante lo cual, Salinas & De Benito (2020) consideran que reducir la brecha digital requiere del uso de las TIC para contribuir en la formación de ciudadanos activos, desarrollar habilidades en el estudiante y optar por la mejor decisión ante un determinado problema; para que esto funcione se requiere incluir digitalmente a la sociedad (Martelo, Jiménez & Jaimes, 2017).

2. Importancia de las TIC

Según Padilla-Carmona, Suárez-Ortega & Sánchez-García (2016), las personas mayores de 45 años que ingresan a la universidad se encuentran en desventaja en el uso de las TIC, situación que genera incertidumbre en la reducción de la brecha digital y revela la necesidad de adquirir conocimientos tecnológicos; de lo cual se trasluce la importancia de las TIC como sustento para la formación de competencias en la universidad.

En la investigación realizada por Casamayou & Morales (2017), se concluyó que las personas mayores que adquieren conocimientos tecnológicos son agentes de cambio e inspiración hacia las distintas generaciones; razón por la cual, Escuder, et al. (2020)

agregaron que el uso de las TIC por parte de personas mayores evita el incremento de la exclusión digital, máxime si aprender estas competencias no limita ni física o cognitivamente al usuario, por lo tanto, se convierte en una necesidad básica para navegar por la red de internet.

Sin embargo, Chacón-Penagos, et al. (2017) sostienen que desde la universidad se debe promover espacios que permitan la consagración de la inclusión digital como derecho de todo ciudadano; solo así, para Feijoo & García (2017), las TIC serán consideradas como complemento de la educación digital.

2.1. Descubriendo la ciudadanía digital

Una vez reconocida la importancia de las TIC es necesario analizar un concepto que permita la sostenibilidad del uso de la tecnología, no como una imposición si no como parte de una actuación coherente.

Como primer término, se debe tener en cuenta la cultura digital, la misma que según Ricaurte (2018), está vinculada con el contexto legal, político y tecnológico; ante lo cual, Lazo (2017) agrega que los contenidos serán generados a partir del conocimiento que se tiene sobre el internet, por lo tanto, el estudiante debe interiorizar la innovación producida por las TIC como proceso de aprendizaje (Cicero, 2018).

En cuanto a su relación con la docencia, Castellanos (2020) afirma que el profesor es un aliado en el proceso de aprendizaje porque tiene la responsabilidad de utilizar las TIC en la enseñanza, ello permitiría reconocer un proceso dinámico en la formación de estudiantes universitarios, es decir, las instituciones no deben improvisar en la elaboración de un plan institucional direccionado al desarrollo tecnológico que incluya una evaluación permanente de los actores (Casillas & Ramírez, 2019).

De igual forma, Zapatero, et al. (2020) sostienen que son los jóvenes quienes con mayor notoriedad utilizan la red de internet para realizar sus peticiones y ello se produce a causa de la estrategia educativa centralizada en el desarrollo de competencias para la ciudadanía digital (Arredondo, et al., 2020).

En ese orden de ideas, en la investigación realizada por Torres-Gastelú, et al. (2019) se estableció que para analizar la ciudadanía digital se requiere conocer previamente los derechos y obligaciones inherentes al uso de internet, ello podría producir notoriedad entre la generación Z y la adultez, siendo la diferencia principal, que el primer grupo desde su infancia está surmergido en el mundo digital (Lozano-Díaz & Fernández-Prados, 2018), lo cual podría representar una ventaja de la población juvenil respecto a la adulta.

Sin embargo, Fueyo, et al., (2018) son firmes al expresar que no todas las personas tienen igualdad de posibilidades para acceder y participar de la ciudadanía digital y que antes bien suelen ser excluidos o segmentados atendiendo a género, discapacidad, recursos económicos, entre otros, situación que podría originar un incremento de la brecha digital.

Por su parte, Catalina-García, et al. (2018) afirman que la ciudadanía digital respalda el derecho de intercomunicación entre usuarios, por ejemplo, a través de plataformas que permitan desarrollar la alfabetización y viabilizar su legítimo ejercicio; claro es que para

lograr ello se requiere la transformación social con equidad y valores (Cabero-Almenara, et al., 2019).

De igual forma, se tiene que la ciudadanía digital origina la formalización de derechos digitales, situación que deslumbra el uso responsable de la tecnología (Mandujano, 2017), es decir, los ciudadanos que navegan por internet asumen el derecho de buscar información y al mismo tiempo son creadores de contenidos, circunstancia que se trasluce a través de la generación de información por dicha red (Ramos, 2019).

2.2. Caminando hacia la inclusión digital

Para concebir la inclusión digital se requiere que los ciudadanos sean alfabetizados, con este nuevo conocimiento podrían actuar de forma íntegra y socialmente responsable (García, et al., 2017), a través de la concepción del proceso dinámico y multidisciplinario que éste representa para la sociedad (Lara-Rivera & Grijalva-Verdugo, 2018).

La actual pandemia reveló la necesidad de replantearse la forma de estar interconectados, toda vez que millones de personas utilizan la red de internet como un sistema de construcción social (Martí-Noguera, 2020); sin embargo, no es factible profundizar en esta idea, si previamente no se tiene en cuenta que la brecha digital representa un evidente distanciamiento en el acceso a las TIC (Fuente-Cobo, 2017).

En tal sentido, Bárbara (2020) sostiene que la inclusión digital permite mejorar las oportunidades de comunicación en la red, pero también comprende el compromiso de usar de forma adecuada la tecnología, ante lo cual, Villarreal-Villa, et al., (2019) agregan que ello es visible, principalmente, en el proceso de enseñanza y aprendizaje, por lo tanto, es un reto para los docentes que se concretiza en la adquisición de competencias y habilidades, siendo ello así, se deduce que la proyección del servicio educativo que ofertan las universidades está encaminado hacia la digitalización.

2.3. Integridad y rendimiento académico

La integridad forma parte del proceso de aprendizaje en la universidad, toda vez que la falta de motivación en los estudiantes origina la masificación de conductas deshonestas que son vinculadas al fraude en actividades académicas (Eraña, et al., 2020), razón por la cual, Vanegas-Carvajal, et al., (2020) consideran que la educación es un servicio, por lo tanto, debe desarrollarse con ética pública, ello permitiría reducir actos de corrupción que afectan la dignidad humana y derechos fundamentales.

En tal sentido, las instituciones no deben contribuir a las malas praxis y antes bien corresponde prevenir aquellas conductas que alteren la integridad y valores básicos en la formación universitaria (Sureda-Negre, et al., 2020); por ejemplo, el plagio académico es una conducta fraudulenta que se caracteriza por desconocer la autoría de un texto, con lo cual se evita reconocer el esfuerzo y beneficios al autor de la idea u obra académica (Espinoza, 2020), este hecho se produce por la mala gestión del tiempo, situación que podría afectar al estudiante universitario en obtener mejores resultados académicos (Castro-Rodríguez, 2020).

La educación superior debe conducir hacia la excelencia humana, concebir que las universidades están diseñadas para otorgar solamente un título profesional es un

error cuyas consecuencias se comprobarán en el ejercicio profesional, por lo tanto, es indispensable que la formación universitaria se caracterice por la práctica de la ética (Casado, et al., 2018), ello disminuiría la existencia de estudiantes deshonestos y antes bien se direccionaría hacia la integridad académica como forma de vida (Schonhaut, 2019).

En cuanto a la práctica investigativa, la integridad permite conducir a resultados confiables y válidos, lo cual se convierte en un hábito en el estudiante (Espinoza & Calva, 2020), que tiene por finalidad evitar actitudes académicas deshonestas (Arévalo-Avecillas, et al., 2019), que podrían afectar el rendimiento académico.

Al respecto, autores como Hinojo, et al. (2019) consideran que el rendimiento académico está construido a partir del proceso formativo del estudiante; asimismo, Miranda, et al., (2019) reconocen que en dicho proceso se reflejará el estrés, situación que influenciaría en el desenvolvimiento de la vida cotidiana, máxime si para Villavicencio, et al. (2020) configuran que la universidad es un escenario para crear y practicar estilos de vida, lo cual permitiría mejorar la calidad de vida y el rendimiento académico de los estudiantes.

Para Montoya, et al. (2019) el rendimieto académico es un predictor de éxito o fracaso y como tal influye en el proceso de aprendizaje del sistema educativo, a mayor complemento, Gedda, et al. (2021) agregan que las universidades deben promover el fortalecimiento del autoconcepto académico de los estudiantes, es decir, se reconoce el protagonismo que le permitirá resolver problemas con meridiana claridad, cuando ello se obtiene es factible argumentar que la educación e investigación alcanzaron sus propósitos (Zamora-Araya, 2020).

Por otra parte, existen autores como Miguel-Revilla (2020) que atribuyen una relación entre el uso del internet y el rendimiento académico, circunstancia que podría diferenciar a todo centro de estudio para ser reconocido por sus elementos digitales, los cuales serán evaluados a través del ejercicio de la docencia universitaria (Cañadas & Santos-Pastor, 2020) o de la aplicación de estrategias de aprendizaje (Valiente-Barroso, et al., 2020) de tal forma, que es factible desde un salón de clases aquellas actitudes positivas como negativas que podrán interferir en el proceso de enseñanza (Rocha, et al., 2020; Martínez-Garrido & Lange, 2019).

3. Metodología

La presente investigación tiene por finalidad relacionar la inclusión digital y el rendimiento académico en personas adultas que son estudiantes de una segunda carrera profesional en Perú. El diseño es no experimental, de corte transversal, correlacional, enfoque cuantitativo y paradigma positivista.

La población de estudio estuvo conformada por 122 estudiantes adultos matriculados en universidades peruanas y que se desenvuelven en una segunda carrera profesional perteneciente a las Facultades de Administración, Contabilidad y Derecho.

La selección de la población se realizó por conveniencia del equipo investigador y se les remitió formulario google form, toda vez que por el aislamiento social obligatorio es pertinente conservar la distancia para evitar contagio masivo.

Se aplicó un cuestionario que fue elaborado por el equipo investigador y sometido a la intervención de diez expertos: 2 Doctores en Educación, 1 Doctor en Pedagogía, 2 Doctores en Ciencias, 1 Doctor en Administración, 1 Doctor en Ingeniería, 1 Doctor en Contabilidad y 2 Doctores en Derecho, todos vinculados con la formación de estudiantes universitarios, a quienes se les seleccionó teniendo en cuenta los siguientes criterios: años de experiencia en la enseñanza en universidades, haber participado como experto en investigaciones relacionadas con la educación superior y haber publicado en coautoría sobre alguna de las variables de la presente investigación. Las observaciones brindadas por los expertos consolidaron la versión final del instrumento que se aplicó.

Asimismo, se obtuvo la validez del instrumento atendiendo a cuatro criterios: claridad, precisión, finalidad y coherencia; se trabajó con la escala (5) totalmente de acuerdo, (4) en acuerdo, (3) ni en acuerdo ni en desacuerdo, (2) en desacuerdo y (1) totalmente en desacuerdo.

Con respecto a la validez del contenido del instrumento se utilizó el coeficiente V de Aiken "este coeficiente permite cuantificar la validez de contenido de un instrumento y se aplica como un método lógico de validez cuando se tiene la opinión de expertos sobre la validez de un material evaluativo" (Robles, 2018, p.197) y se obtuvo como resultado 0.83, siendo aceptable para su uso en la presente investigación; de igual forma, se utilizó el coeficiente de alfa de Cronbach, obteniéndose como resultado 0,817; en consecuencia, existió fiabilidad en el instrumento para ser aplicado.

En cuanto al procedimiento utilizado se tiene dos variables y sus respectivas dimensiones, conforme se resume: inclusión digital (alfabetización digital, igualdad de oportunidades y formación universitaria) y rendimiento académico (calificación obtenida, nivel de percepción de problemas y automotivación).

Se formularon 14 ítems presentados a los participantes con respuesta múltiple, conforme se aprecia a continuación:

Inclusión digital

1. La inclusión digital requiere preparación previa en internet.
2. La alfabetización digital contribuye con la navegación en internet.
3. Las TIC se fundamentan en el uso adecuado de la red de internet.
4. La inclusión digital otorga igualdad de oportunidades en los usuarios de internet.
5. La inclusión digital debe ser promovida solamente por los usuarios de internet.
6. La formación universitaria comprende la inclusión digital.
7. La formación universitaria comprende la alfabetización digital.

   Rendimiento académico
8. El rendimiento académico de estudiantes adultos se debe evaluar solo por la calificación obtenida.
9. El rendimiento académico de estudiantes adultos que ingresan a una segunda carrera profesional se caracteriza por la automotivación.
10. El rendimiento académico permite percibir problemas en el estudiante.
11. El nivel del rendimiento académico de un estudiante adulto podría modificar ante problemas técnicos.
12. Al ingresar a una segunda carrera profesional se requiere conocimientos tecnológicos.

13. El rendimiento académico es influenciado por la metodología que se utiliza en la modalidad de la enseñanza: presencial o virtual.
14. La virtualidad de la enseñanza requiere que el estudiante universitario asuma la responsabilidad de adaptarse a la metodología y pedagogía.

Asimismo, se deja constancia que los participantes del presente estudio brindaron su consentimiento, el mismo que fue previamente informado por parte del equipo investigador y aceptado como corresponde.

4. Análisis y discusión de los resultados

El procesamiento y análisis de datos obtenidos se realizó a través del programa estadístico SPSS versión 24, permitiendo establecer la importancia de la inclusión digital y si ello mejora el rendimiento académico del adulto como estudiante de una segunda carrera profesional.

Asimismo, se deja constancia que los resultados de la presente investigación no son concluyentes, toda vez que la selección de la población surge a partir del conocimiento del significado de inclusión digital que ostentaban los estudiantes universitarios, circunstancia que es permitida, a pesar de ser una posible limitación, y ha sido descrita en el punto de metodología de la presente investigación.

4.1. Inclusión digital

Se aprecia que el 83.6% de los participantes consideraron que la inclusión digital solo es factible si el ciudadano tiene un alto nivel de conocimiento que le permita navegar por la red de internet sin mayor preocupación; aceptar lo contrario, representaría tácitamente una opinión favorable respecto al incremento de la brecha digital, lo cual podría generar desde un aislamiento social hasta actos de discriminación entre los ciudadanos de distintas generaciones.

Por otra parte, el 91.8% de los participantes manifestaron que para navegar en internet se requiere la alfabetización digital, de lo cual resulta ser un porcentaje alto pasible de ser analizado, toda vez que no todos los ciudadanos son conocedores de las ventajas de la red de internet y la falta de experiencia o conocimiento en un tema podría originar situaciones de rechazo; esta situación es entendible especialmente al realizar transacciones comerciales o financieras, siendo el caso que la información recepcionada podría contribuir a disfrutar de manera diferente los avances tecnológicos en beneficio de mejorar la calidad de vida de la población.

El 96.7% de los participantes expresaron que el uso adecuado de las TIC representa la esencia de la red de internet, con lo cual se aprecia que existe una vinculación conceptual entre los citados términos y al mismo tiempo un reto a fin de plasmar en la práctica diaria de cada ciudadano lo que hasta ahora solo se menciona como parte teórica; profundizar en ello podría ser una oportunidad para reducir la brecha digital en la sociedad peruana.

El 86% de los participantes consideraron que la inclusión digital sí otorga igualdad de oportunidades en los usuarios de internet, ello representa la necesidad que requiere la población, toda vez que desconocerlo, podría originar actos de discriminación, los cuales

no deben ser aceptados porque la red de internet permite la interconexión total de los ciudadanos, por lo tanto, el acceso y navegación deben ser garantizados por el Estado.

El 84.4% de los participantes manifestaron que la inclusión digital debe ser promovida solamente por los usuarios de internet, al respecto se reconoce la tendencia de autorregulación de contenidos, es decir, son los propios usuarios quienes asumen control ante actos contrarios a las normas impuestas por el mismo grupo que integra la red social, esta modalidad fomenta la libertad de expresión y evita restricciones por parte Estado.

El 89.3% de los participantes señalaron que la formación universitaria comprende la inclusión digital, de lo cual se deduce que el uso de las TIC es vital para el desarrollo de competencias en los estudiantes, máxime si en este caso corresponde a los adultos mayores matriculados en una segunda carrera profesional, quienes forman parte de la brecha digital, por lo tanto, las universidades deben continuar con las iniciativas a largo plazo que permitan a todo estudiante, sin distinción de edad, acceder de forma adecuada a los beneficios derivados de la red de internet.

El 57.3% de los participantes consideraron que la formación universitaria sí comprende la alfabetización digital; sin embargo, se aprecia que el porcentaje alcanzado ligeramente supera la mitad de la población, de lo cual se deduce que se reconoce los beneficios de la alfabetización digital pero no existe profundización en dicho tema, situación que representa una tarea pendiente por parte de las autoridades universitarias.

4.2. Rendimiento Académico

El 64.7% de los participantes expresaron que el rendimiento académico de estudiantes adultos se debe evaluar solo por la calificación obtenida, por ejemplo, en la investigación realizada por Bernal, et al. (2019) se concluyó que la prueba académica es utilizada para categorizar al estudiante y así detectar el deficiente rendimiento académico; sin embargo, debe considerarse que esta concepción es tradicional y que podría estar desligada de la actitud vinculada con la competitividad laboral, la misma que supera todo concepto aprobatorio o no, máxime si la característica del estudiante adulto está orientada hacia el aprendizaje como condición necesaria para ejercer de forma eficiente un determinado puesto o cargo a nivel organizacional.

El 72.9% de los participantes manifestaron que la automotivación es la característica del estudiante adulto matriculado en una segunda carrera profesional, este resultado se vincula con la investigación realizada por Broc (2019) quien concluyó que el bajo rendimiento académico es originado por problemas de tipo emocional; siendo ello así, se deduce que la perspectiva de la población es especial, por lo tanto, corresponde establecer lineamientos institucionales hacia dicha finalidad y evitar la desafiliación universitaria.

El 52.4% de los participantes consideraron que el rendimiento académico sí permite percibir problemas en el estudiante, este resultado, se relaciona con la investigación realizada por Pullido & Herrera (2019) quienes concluyen que el nivel de conocimientos y destrezas exhibidas son parte del concepto de rendimiento académico; de lo cual se deduce que el bajo rendimiento podría ser un indicador de aprendizaje alrededor del estudiante, situación que debe ser detectada en forma oportuna por cada docente a fin de establecer un mecanismo de solución.

El 80.3% de los participantes expresaron que para optar por una segunda carrera profesional sí se requiere conocimientos tecnológicos, este resultado se relaciona con la investigación realizada por Mendoza (2019) quien concluyó que la teoría del conectivismo y del aprendizaje originó que al estudiante se le atribuya la responsabilidad en su formación, para lo cual fue necesario mejorar su rendimiento académico; de lo descrito se deduce que adquirir competencias tecnológicas es una realidad y como tal está vinculada con la educación superior, por lo tanto, es necesario fortalecer en cursos de informática que permitan desarrollar competencias digitales aplicables en las mallas curriculares de las diferentes carreras profesionales con esta finalidad.

El 72.1% de los participantes consideraron que el rendimiento académico sí es influenciado según la modalidad de estudios sea presencial o virtual, este resulltado está relacionado con la investigación realizada por Amaya & Rafael (2019) quienes concluyeron que la aplicación de estrategias de aprendizaje mejora el rendimiento académico; de lo cual se deduce que el docente que labora en un aula física desarrollará diferente metodología y pedagogía en relación al docente que se desenvuelve en un entorno virtual, por lo tanto, la universidad debe preparar y orientar a sus docentes para asegurar el éxito del rendimiento académico del estudiante en ambas modalidades.

El 85.2% de los participantes manifestaron que la virtualidad de la enseñanza sí requiere que el estudiante asuma la responsabilidad de adaptarse a la metodología y pedagogía, este resultado se relaciona con la investigación realizada por Morales, Guzmán & Baeza (2019) quienes concluyeron que el rendimiento académico es consecuencia de la toma de decisiones del estudiante; asimismo, se relaciona con la investigación realizada por González-Valenzuela & Martín-Ruiz (2019) quienes agregaron que el rendimiento académico es el resultado del esfuerzo y trabajo del estudiante; no obstante ello, autores como Rodríguez & Guzmán (2019) sostienen que el apoyo familiar es vital para que el estudiante culmine su carrera profesinal, con lo cual podría contribuir a consolidar su responsobabilidad como protagonista de su proceso de formación como futuro profesional.

4.3. Correlación entre inclusión digital y rendimiento académico

			Inclusión digital	**Rendimiento Académico**
Rho de Spearman	Inclusión digital	Coeficiente de correlación	1,000	,062**
		Sig. (bilateral)	.	,004
		N	122	122
	Rendimiento Académico	Coeficiente de correlación	,062**	1,000
		Sig. (bilateral)	,004	.
		N	122	122

**. La correlación es significativa en el nivel 0,01 (2 colas).

Tabla 1 – Correlación de variables

En el presente estudio se consignó como objetivo determinar la relación que existe entre la inclusión digital y el rendimiento académico; asimismo, se estableció como Hipótesis nula: Las variables inclusión digital y rendimiento académico son independientes y como Hipótesis alternativa: Las variables inclusión digital y rendimiento académico no son independientes; para tal efecto, se utilizó el coeficiente de Rho de Spearman, conforme se aprecia en la Tabla 1, se aprecia que sí existe correlación entre las variables estudiadas; se observa un nivel de significación de 0,04 y existe evidencia estadística que hay una relación directa entre la inclusión digital y el rendimiento académico, toda vez que el resultado fue de 0.062, por lo tanto, se deduce que los estudiantes adultos matriculados en una segunda carrera profesional al tener mayores oportunidad de inclusión digital mayor será su rendimiento académico.

5. Conclusiones

En la presente investigación se determinó que sí existe relación directa - significativa entre la inclusión digital y el rendimiento académico de los estudiantes adultos matriculados en una segunda carrera profesional, por lo tanto, corresponde a las autoridades universitarias implementar políticas que promuevan la alfabetización digital y desarrollen competencias digitales en beneficio de la sociedad.

La inclusión digital permite igualdad de oportunidades entre estudiantes universitarios de distintas generaciones, lo cual contribuye al intercambio de experiencias derivadas del uso de las TIC, convirtiéndose en lecciones aprendidas que contribuyen a la formación universitaria.

El rendimiento académico está relacionado con la calificación obtenida, la automotivación para culminar la carrera profesional y la percepción de problemas que le permite establecer alternativa de solución, lo cual es factible ser utilizado por los estudiantes adultos.

Existe evidencia estadística que establece que la inclusión digital mejora el rendimiento académico del adulto como estudiante de una segunda carrera profesional en Perú.

Los resultados de la presente investigación no pueden ser considerados como concluyentes toda vez que la población ha sido seleccionada por conveniencia del equipo investigador, antes bien, sería recomendable profundizar esta experiencia en un próximo estudio de las variables inclusión digital y rendimiento académico, es decir, en un nivel explicativo, el mismo que permita diversificar la población y modificar el método utilizado.

Referencias

Aguilar-Flores, S. M. & Chiang-Vega, M. M. (2020). Factores que determinan el uso de las TIC en adultos mayores en Chile. Revista Científica, 39(3), 296-308.

Amaya, R. A. & Rafael, A. E. (2019). Estrategias de aprendizaje y rendimiento académico universitario: Una mirada desde los estudiantes de tecnológicos públicos. Revista Venezolana de Gerencia, 24(87), 938-953.

Arévalo-Avecillas, D., Padilla-Lozano, C., Perez-Villamar, J. & Matute-Fernández, M. (2019). Diferencias entre las actitudes frente a la deshonestidad académica entre estudiantes de pregrado de Administración y de Economía en la provincia del Guayas, Ecuador. Revista Formación Universitaria, 12(5), 41-50.

Arredondo, F. G., Vásquez, J.C. & Gonzáles, M. (2020). Digital Citizenship Approach and Teacher Profile. Education in the Knowledge Society, 21, 1-11.

Bárbara, J. J. (2020). Competencia digital y apropiación de las TIC: claves para la inclusión digital. Revista Campus Virtuales, 9(2), 99-111.

Bernal, M. I., Lamos, A. F., Vargas, O. I., Camargo, G. E. & Sanchez, N. (2019). Enfoques de aprendizaje, rendimiento académico y factores relacionados en estudiantes que cursan último año de los programas de la Facultad de Ciencias de la Salud. Revista Educación Médica, 20, 10-17.

Broc, M. A. (2019). Inteligencia emocional y rendimiento académico en alumnos de educación secundaria obligatoria. Revista Española de Orientación y Psicopedagogía, 30(1), 75-92.

Cabero-Almenara, J., Torres-Barzabal, L. & Hermosilla-Rodríguez, J. M. (2019). ICT and the creation of critical digital citizenship. Education in the Knowledge, 20, 1-10.

Cañadas, L. & Santos-Pastor, M. L. (2020). Rendimiento académico del alumnado universitario participante en un programa de Aprendizaje-Servicio. Revista Publicaciones, 50(1), 229-243.

Casado, M., Martínez, M., Patrão, M., Ayuste, A., Badia, A., Buxarrais, M. R., Carrio, A., Corcoy, M., Esteban, F., Font, A., Gual, A., Gómez, S., Hogan, P., De Lecuona, I., Leyton, F., López, M., Marfany, G., Payà, M., Puig, J. M.,... Viader, M. (2018). Declaración sobre ética e integridad en la docencia universitaria. Revista de la Fundación Educación Médica, 21(2), 65-74.

Casamayou, A. & Morales, M. J. (2017). Personas mayores y tecnologías digitales: desafíos de un binomio. Revista Psicología, Conocimiento y Sociedad, 7(2), 199-226.

Casillas, M. A. & Ramírez, A. (2019). Cultura digital y cambio institucional de las universidades. Revista de la Educación Superior, 48 (191), 97-111.

Castellanos, J. (2020). Innovación docente y tecnologías de la información y la comunicación desde la perspectiva de la docencia en derecho. Revista Pedagógica Universitaria y Didáctica del Derecho, 7(2), 167-184.

Castro-Rodríguez, Y. (2020). El plagio académico desde la perspectiva de la ética de la publicación científica. Revista Cubana de Información en Ciencias de la Salud, 31(4), 1-24.

Catalina-García, B., López de Ayala López, M. & Martín, R. (2018). Medios sociales y la participación política y cívica de los jóvenes. Una revisión del debate en torno a la ciudadanía digital. Revista Doxa Comuniación, 27, 81-97.

Chacón-Penagos, A. M., Ordóñez-Córdoba, J. A. & Anichiarico-González, A. M. (2017). Hacia el reconocimiento de la inclusión digital como un derecho fundamental en Colombia. Revista Vniversitas, 134, 139-168.

Cicero, N. K. (2018). Innovar la enseñanza del derecho. ¿Solo se trata de tecnologías de la información y comunicación? Revista Pedagógica Universitaria y Didáctica del Derecho, 5(2), 91-109.

Eraña, I. E., López, D. M., Díaz, R. & López, M. V. (2020). En nuestra escuela esto no pasa: percepciones sobre la deshonestidad académica con estudiantes de medicina. Revista de Educación Médica, 21(2), 100-105.

Escuder, S., Liesegang, R. & Rivoir, A. (2020). Usos y competencias digitales en personas mayores beneficiarias de un plan de inclusión digital en Uruguay. Revista Psicología, Conocimiento y Sociedad, 10(1), 54-80.

Espinoza, E. E. (2020). El plagio un flagelo en el ámbito académico ecuatoriano. Revista Universidad y Sociedad, 12(3), 407-415.

Espinoza, E. E. & Calva, D. X. (2020). La ética en las investigaciones educativas. Revista Universidad y Sociedad, 12(4), 333-340.

Feijoo, B. & García, A. (2017). El entorno del niño en la cultura digital desde la perspectiva intergeneracional. Revista Aposta, 72, 9-27.

Fuente-Cobo, C. (2017). Públicos vulnerables y empoderamiento digital: el reto de una sociedad e-inclusiva. Revista Internacional de Información y Comunicación, 26(1), 5-12.

Fueyo, A., Rodríguez, C. & Hoechsmann, M. (2018). Construyendo Ciudadanía Global en Tiempos de Neoliberalismo: Confluencias entre la Educación Mediática y la Alfabetización Digital. Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado, 91, 57-68.

García, M., Fernández, C. & Del Hoyo, M. (2017). Ciudadanía informada, ciudadanía participativa. La movilización de los jóvenes en el entorno digital. Revista Prisma Social, 18, 124-143.

Gedda, R., Valdés, P. & Villagrán, N. (2021). Asociación entre el autoconcepto académico con el rendimiento académico en estudiantes universitarios físicamente activos e inactivos. Revista Retos, 41, 1-8.

González-Valenzuela, M-J. & Martín-Ruiz, I. (2019). Rendimiento académico, lenguaje escrito y motivación en adolescentes españoles. Revista Universitas Psychologica, 18(4), 1-13.

Hinojo, F. J., Aznar, I.M., Romero, J. M. & Marín, J. A. (2019). Influencia del aula invertida en el rendimiento académico. Una revisión sistemática. Revista Campus Virtuales, 8(1), 9-18.

Lara-Rivera, J. A. & Grijalva-Verdugo, A. A. (2018). E-ciudadanía y educación universitaria: evaluación de saberes digitales en una IES Mexicana. Revista científica electrónica de Educación y Comunicación en la Sociedad del Conocimiento, 18 (II), 298-315.

Lazo, C. M. (2017). Los jóvenes en la cultura digital. Revista Internacional de Comunicación y Desarrollo, 5, 23-28.

León-Latorre, M. I., Martos-Enrique, M. & Galiana-Camacho, T. (2020). Técnicas de comunicación en las personas adultas mayores ante el aislamiento social y la soledad. Revista Española de Comunicación en Salud, 11(2), 268-277.

Lozano-Díaz, A. & Fernández-Prados, J. S. (2018). Ciudadnía digital y su medida: propiedades psicométricas de una escala y retos para la educación superior. Education in the knowledge society, 19(3), 83-101.

Mandujano, M. (2017). Ciudadanía y competencia digital: Sobre los presupuestos de una civilización digital global a partir de la iniciativa Europa 2020. Revista Argumentos de la Razón Técnica, 20, 103-117.

Martelo, R. J., Jiménez, I. A. & Jaimes, J. D.C. (2017). Apoyo al Ciudadano desde la Extensión Universitario para la Accesibilidad e Inclusión Digital. Revista Formación Universitaria, 10(3), 49-60.

Martí-Noguera, J. J. (2020). Sociedad digital: gestión organizacional tras el COVID-19. Revista Venezolana de Gerencia, 25(90), 394-401.

Martínez-Garrido, C. & Lange, R. (2019). Rendimiento académico y miedo. Un estudio exploratorio. Profesorado. Revista de currículum y formación del Profesorado, 23(4), 280-297.

Mendoza, H. G. (2019). El rendimiento académico relacionado con el uso adecuado del móvil de los estudiantes de Ingeniería de universidad privada en Arequipa 2017. RISTI – Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologías de Informacao, 21, 70-80.

Miguel-Revilla, D. (2020). Rendimiento académico y tecnllogía: evolución del debate en las últimas décadas. Revista Cadernos de Pesquisa, 50(178), 1122-1137.

Miranda, E., Terrazas, L. E., Sandoval, D. A. & Tarango, L. E. (2019). Relación entre el estrés y rendimiento académico de los estudiantes de Cálculo Integral en el Tecnológico de ciudad de Juárez un enfoque sistémico. Revista Turismo: Estudos & Prácticas, 4, 1-17.

Montoya, G., Oropeza, R. & Ávalos, M. L. (2019). Rendimiento académico y prácticas artísticas extracurriculares en estudiantes de bachillerato. Revista Electrónica de Investigación Educativa, 21, 1-10.

Morales, M., Guzmán, E. & Baeza, C. G. (2019). Rasgos de personalidade, percepción de apoyo social y motivación del logor como predictores del rendimiento académico en estudiantes pertenecientes a programas de inclusión y permanencia en la educación universitaria (PACE). Revista Pedagógica Universitaria y Didáctica del Derecho, 6(2), 59-80.

Padilla-Carmona, M. T., Suárez-Ortega, M. & Sánchez-García, M. F. (2016). Inclusión digital de los estudiantes adultos que acceden a la universidad: análisis de sus actitudes y competencias digitales. Revista Complutense de Educación, 27(3), 1229-1246.

Pullido, F. & Herrera, F. (2019). Influencia de la felicidad en el rendimiento académico en primaria: importancia de las variables sociodemográficas en un contexto pluricultural. Revista Española de Orientación y Psicopedagogía, 30(1), 41-56.

Ramos, H. A. (2019). Ciudadanía e información en ambientes digitales. Revista Investigación bibliotecológica, 33(78), 146-163.

Ricaurte, P. (2018). Jóvenes y cultura digital: abordajes críticos desde América Latina. Revista Chasqui, 137, 13-28.

Robles, B. F. (2018). Índice de validez de contenido: Coeficiente V de Aiken. Revista Pueblo Continente, 29(1), 193-197.

Rocha, G., Juárez, J. A., Fuchs, O. L. & Rebolledo-Méndez, G. (2020). El rendimiento académico y las actitudes hacia las matemáticas con un sistema tutor adaptativo. Revista PNA, 14(4), 271-294.

Rodríguez, D. & Guzmán, R. (2019). Rendimiento académico y factores sociofamiliares de riesgo. Variables personales que moderan su influencia. Revista Perfiles Educativos, 40 (164), 118-134.

Salinas, J. & De Benito, B. (2020). Competencia digital y apropiación de las TIC: calves para la inclusión digital. Revista Campus Virtuales, 9(2), 99-111.

Sureda-Negre, J., Cerdà-Navarro, A., Calvo-Sastre, A. & Comas-Forgas, R. (2020). Las conductas fraudulentas del alumnado universitario español en las evaluaciones: valoración de su gravedad y propuestas de sanciones a parir de un panel de expertos. Revista de Investigación Educativa, 38(1), 201-219.

Torres-Gastelú, C. A., Cordero-Guzmán, D. M., Soto-Ortiz, J.L. & Mory-Alvarado, A. (2019). Influencia de factores sobre la manifestación de la ciudadanía digital. Revista Prisma Social, 26, 27-49.

Valiente-Barroso, C., Suárez-Riveiro, J. M. & Martínez-Vicente, M. (2020). Rendimiento académico, aprendizaje y estrés en alumnado de primaria. Revista Complutense de Educación, 31(3), 365-374.

Vanegas-Carvajal, E. A., Moreno-López, V. & Echeverri-Rendón, P. (2020). Ética de lo público: formar para la integridad humana y profesional en el contexto de la educación superior en Colombia. Revista CS, 31, 297-326.

Villarreal-Villa, S., García-Guliany, J., Hernández-Palma, H. & Steffens-Sanabria, E. (2019). Competencias Docentes y Transformaciones en la Educación en la Era Digital. Revista Formación Universitaria, 12(6), 3-14.

Villavicencio, M., Deza, I. & Dávila, R. (2020). Estilos de vida y el rendimiento académico de los estudiantes de una facultad de enfermería en Perú. Revista Conrado, 16(74), 112-119.

Zamora-Araya, J. A. (2020). Las actitudes hacia la matemática, el desarrollo social, el nivel educativo de la madre y la autoeficacia como factores asociados al rendimiento académico en matemática. Revista Uniciencia, 34(1), 74-87.

Zapatero, M.D., Brändle, G., Román, J. A. & Corral, E. M. (2020). Digital citizenship: Youth activismo n e-petitions plataforms. Revista Prisma Social, 31, 328-351.

risti
Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação
Iberian Journal of Information Systems and Technologies

Recebido/Submission: 13/05/2021
Aceitação/Acceptance: 29/07/2021

Modelo de Gestión de Desarrollo de Software Ágil mediante Scrum y Kanban sobre la Programación Extrema

Hubner Janampa Patilla[1], Edgar Gómez Enciso[2], José Carlos Juárez Pulache[1], Jorge Luis Lozano Rodríguez[1], Eder Solórzano Huallanca[1], Yudith Meneses Conislla[1]

hubner.janampa@unsch.edu.pe; edgar.gomez3@unmsm.edu.pe; jose.juarez@unsch.edu.pe; jorge.lozano@unsch.edu.pe; eder.solorzano.27@unsch.edu.pe; yudith.meneses@unsch.edu.pe

[1] Unidad de Investigación e Innovación FIMGC, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, Ayacucho, 05002, Huamanga, Perú.

[2] Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, 150121, Perú.

Pages: 450-466

Resumen: Para desarrollar software, es menester, la elección de una metodología. En este contexto aparecen las metodologías ágiles. Este enfoque muestra su efectividad en proyectos con requisitos muy cambiantes, asimismo permite reducir los tiempos de desarrollo, pero manteniendo una alta calidad. Entre las metodologías agiles más populares tenemos: Programación Extrema (XP), Scrum y Kanban. El primero está enfocado en la parte de la programación, el segundo está enfocado en las prácticas de organización y gestión, el tercero gestiona un óptimo flujo de trabajo dentro del proceso, en consecuencia, estas metodologías pueden complementarse y obtener un producto de mejor calidad. El objetivo de esta de investigación es implementar el modelo de desarrollo de software de la Programación Extrema sobre Scrum y Kanban para permitir la gestión de software ágil. Se extrae conceptos relevantes de la Programación Extrema, Scrum y Kanban, para presentar modelo hibrido que permitirá desarrollar software ágil.

Palabras-clave: Programación Extrema sobre Scrum y Kanban; gestión de software ágil; metodologías agiles; modelo híbrido.

Agile Software Development Management Model using Scrum and Kanban on Extreme Programming

Abstract: To develop software, it is necessary to choose a methodology. Agile methodologies appear in this context. This approach shows its effectiveness in projects with very changing requirements, it also allows reducing development times, but maintaining high quality. Among the most popular agile methodologies

we have: Extreme Programming (XP), Scrum and Kanban. The first is focused on the programming part, the second is focused on organization and management practices, the third manages an optimal work flow within the process, consequently, these methodologies can be complemented and obtain a better quality product. The objective of this research is to implement the Extreme Programming software development model on Scrum and Kanban to allow agile software management. Relevant concepts are extracted from Extreme Programming, Scrum and Kanban, to present a hybrid model that will allow the development agile software.

Keywords: Extreme Programming on Scrum and Kanban; agile software management; agile methodologies; hybrid model.

1. Introducción

Para desarrollar aplicaciones, es necesario seleccionar una metodología de desarrollo de software. En la actualidad, las metodologías agiles son las más utilizadas, sin embargo, la problemática surge cuando necesitamos una metodología ágil para gestionar el proceso de desarrollo de software y al mismo tiempo que se utilice las prácticas de programación; con la metodología Scrum, una metodología ágil para gestionar el proceso de desarrollo de software, lo integramos con la metodología ágil de la Programación Extrema, y finalmente incorporar a Kanban para la gestión de un flujo óptimo de trabajo dentro del marco del proceso propuesto.

Se logró: a) Proponer un modelo de desarrollo de software iterativo e incremental de la Programación Extrema sobre Scrum y Kanban que permita la gestión de software ágil a través de la planificación del Sprint. b) Se propone un modelo de desarrollo de software a través de las pruebas unitarias continuas de la Programación Extrema sobre Scrum y Kanban para permitir la gestión de software ágil a través de la revisión del Sprint. c) Se propone un modelo de desarrollo de software a través de la refactorización del código de la Programación Extrema sobre Scrum y Kanban que permita la gestión de software ágil a través de la retrospectiva del Sprint. d) Se propone un modelo de desarrollo de software a través de la corrección de errores y código compartido de la Programación Extrema sobre Scrum y Kanban que permita la gestión de software ágil a través del Scrum diario.

2. Metodología

2.1. Estrategia de Integración

Se consolidará las mejores prácticas de XP que está más enfocado a las técnicas de programación y pruebas del software, combinándolo con Scrum que está más enfocado a las prácticas de gestión y organización, Kanban más enfocado en gestionar de manera general como se van completando las tareas, y en la mejora continua, adaptándose como la base del nuevo marco de trabajo. En base a estas premisas se procede a generar un modelo de integración de las metodologías XP, Scrum y Kanban expresadas en las siguientes matrices (tablas del 1 al 8):

	XP	SCRUM	KANBAN	NOTA
ROLES	*Cliente*	*Product Owner*	*Service Request Manager*	*Similares funciones*
	Encargado de seguimiento	*Scrum Master*	*Service Delivery Manager*	*Similares funciones*
	Programador	*Scrum Team*		*Similares funciones*
	Encargado de pruebas			*Adoptado en la propuesta de modelo de gestión ágil*

Tabla 1 – Modelo de integración de las metodologías XP, Scrum y Kanban (Roles)

	XP	SCRUM	KANBAN	NOTA
ACTIVIDADES Y PROCESOS	*Planeación*	*Product Backlog (pila del producto)* *Sprint Planning*	*Concientización de la metodología*	*Similares funciones* *Complementar con el análisis de requerimientos* *Diseño simple fácilmente entendible que ayudará en la comunicación y desarrollo* *Adoptado en la nueva propuesta*
	Análisis			
	Diseño			
	Codificación	*Sprint*	*Implementar priorizando componentes con más dificultades* *Implementar el resto de componentes*	
	Pruebas unitarias *Pruebas de aceptación* *Pruebas de integración*			
		Scrum diario	*Revisión del sistema Kanban*	*Adoptado en esta nueva propuesta de modelo de gestión de trabajo ágil*
		Sprint Review Meeting		
		Retrospectiva		
		Re Release Planning Meeting		

Tabla 2 – Modelo de integración de las metodologías XP, Scrum y Kanban (Actividades y procesos)

	XP	SCRUM	KANBAN	NOTA
ARTEFACTOS	Historias de usuario	Product Backlog (pila del producto)		Combinadas unas con otras para mejorar las especificaciones del cliente
	Tarjetas CRC	Sprint Backlog		
	Task Cards			
		Burn down chart	Tablero Kanban	
		Burn up chart	Cartas Kanban	

Tabla 3 – Modelo de integración de las metodologías XP, Scrum y Kanban (Artefactos)

	XP	SCRUM	KANBAN	NOTA
VALORES	Comunicación	Comunicación	Transparencia	Similitud conceptual
			Colaboración	
			Entendimiento	
	Retroalimentación	Retroalimentación	Equilibrio	
			Enfoque al cliente	
	Sencillez		Flujo	
	Valentía	Responsabilidad		
	Respeto		Liderazgo	
			Acuerdo	
			Respeto	

Tabla 4 – Modelo de integración de las metodologías XP, Scrum y Kanban (Valores)

	XP	SCRUM	KANBAN	NOTA
PRACTICAS	Cliente in situ	Cliente presente en todo el proceso		Combinar unas con otras para poder mejorar pruebas, y estandarizar código.
	Semana de 40 horas	Iteración de 2 a 4 semanas	Visualizar el flujo de trabajo	
	Metáfora		Gestionar el flujo	
	Diseño simple		Políticas explícitas	
	Re factoring		Retroalimentación	
	Programación en parejas		Eliminar interrupciones	
	Liberaciones cortas	Liberaciones cortas		
	Pruebas			
	Código estándar			
	Integración continua	Integración continua		
	Propiedad colectiva			
	Juego de planificación			

Tabla 5 – Modelo de integración de las metodologías Xp, Scrum y Kanban (Practicas)

De esta manera el nuevo marco de trabajo “XP + Scrum + Kanban”, propuesto se da en las siguientes matrices:

	XP+SCRUM+KANBAN
ROLES	*Product Owner*
	Scrum Master
	Scrum Team
	Encargado de pruebas

Tabla 6 – Nuevo marco de trabajo "XP + Scrum + Kanban" – Roles

	XP+SCRUM+KANBAN			***NOTA***
ACTIVIDADES Y PROCESO	*Planeación*			*Concientizar nueva metodología*
	Análisis			
	Diseño	*Políticas explícitas*	*Sprint Planning*	
		Diseño simple		
	Codificación		*Sprint*	*Implementación de todos los componentes*
	Pruebas	*Pruebas unitarias*		
		Pruebas de aceptación		
		Pruebas de integración		
	Scrum diario			*Revisión del sistema*
	Sprint Review Meeting			
	Retrospectiva			
	Re Release Planning Meeting			

Tabla 7 – Nuevo marco de trabajo "XP + Scrum + Kanban" – Actividades y Procesos

	XP+SCRUM+KANBAN		
ARTEFACTOS	*Historias de Usuario*	*Product Backlog*	*Tablero Kanban*
	Tarjetas CRC	*Sprint Backlog*	
	Task Cards		*Cartas Kanban*
	Burn down chart		
	Burn up chart		

	XP+SCRUM+KANBAN	
VALORES	*Comunicación*	
	Enfoque al cliente	
	Sencillez	
	Responsabilidad	
	Retroalimentación	
PRÁCTICAS TÉCNICAS	*Iteración de 2 a 4 semanas*	*Limitar el WIP*
	Visualizar el flujo de trabajo	
	Liberaciones cortas	
	Programación en parejas	
	Refactoring	
	Código estándar	
	Integración continua	
	Propiedad colectiva	

Tabla 8 – Nuevo marco de trabajo "XP + Scrum + Kanban" – Artefactos, Valores y Prácticas Técnicas

3. Resultados

Producto de la integración de las metodologías ágiles analizadas se obtuvo el siguiente esquema, figura 1:

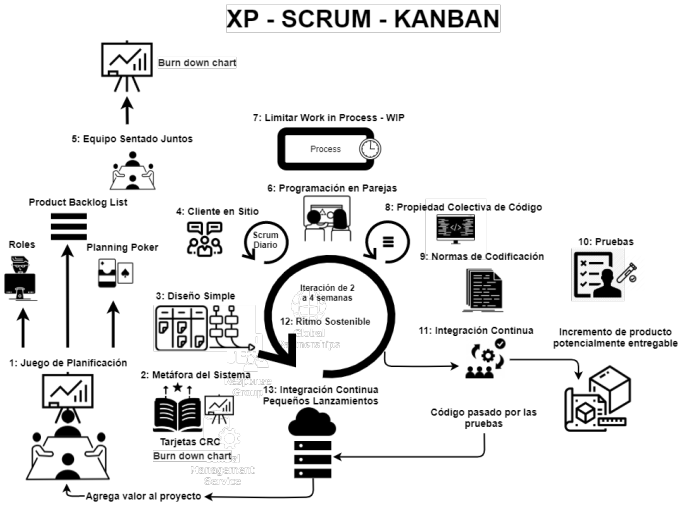


Figura 1 – Marco de trabajo "XP + Scrum + Kanban"

Visto el marco propuesto a través de la figura 1, definiremos cada una de ellas.

3.1. Juego de planificación

Se define el trabajo que se va a realizar en el proyecto, se especifican funciones generales, es decir aquellas que tienen mayor importancia y pueden ser realizadas en un periodo de tiempo fijo. "Al comienzo de cada Sprint se hace la Reunión de Planificación del Sprint. Se divide en dos reuniones" (Deemer, Benefield, Larman, & Bas, 2009).

Los miembros del equipo discuten sobre requisitos con el propietario del producto y revisan los criterios de aceptación para asegurarse del común entendimiento de lo que esperan (Cifuentes Lozano, 2014).

Los proyectos XP generalmente se realizan en iteraciones de 2 semanas, entregando código listo para el cliente al final de cada iteración. El equipo se reúne con el cliente en el primer día de una iteración, identifica las características que se implementarán en la siguiente iteración y presenta los resultados al cliente al final de la iteración (Stober & Hansman, 2010).

3.2. Planning Poker

Técnica ágil de estimación y planificación basada en el consenso. El proceso de planificación del póker se repite hasta que se logre el consenso o hasta que los estimadores decidan una ágil estimación y planificación de un artefacto, en particular debe diferirse hasta que se pueda adquirir información adicional (Cohn, 2006). A través del análisis de 101 estimaciones de historias de usuarios, realizadas por un equipo de XP para la planificación de lanzamientos, investigamos que la introducción del proceso de estimación de la planificación del póker mejora la capacidad de estimación del equipo. Los resultados muestran que la planificación del póker mejoró el rendimiento de la estimación del equipo en la mayoría de los casos, pero que aumentó el error de estimación en los casos extremos (Haugen, 2006).

3.3. Metáfora del Sistema

Usar glosarios de términos y una correcta especificación de nombres de los métodos y clases, ayudará a comprender el diseño, y facilitará sus posteriores ampliaciones, así como la reutilización del código. Debe ser una explicación coherente del sistema que se descompone en trozos más pequeños de historias. Las historias siempre deben expresarse en el vocabulario de la metáfora, y el lenguaje de la metáfora debe ser común tanto para el cliente como para los desarrolladores (Dooley, 2017, p.17).

Los equipos comienzan a descomponer la lista de requerimientos seleccionados en tareas, que para entregarlas deben estar completas. En esta parte se definen las tareas necesarias para complementar cada objetivo o requisito creando la lista de tareas de la iteración (Sprint Backlog) basándose en la definición de hecho (Cifuentes Lozano, 2014). En esta actividad se realizan las siguientes sub actividades: detallar las tareas, determinar responsabilidades, identificar los riesgos, estimación del tiempo de cada miembro del equipo, crear el tablero de tareas – Task Board, crear la figura de producto – Burn Up Chart.

Permite conocer al Product Owner las versiones previstas, las funcionalidades de cada una, velocidad estimada, fechas previstas, margen error y velocidad real. (Palacio, 2007).

3.4. Tarjetas CRC (Clase Responsabilidad Colaboración)

Se presentan sus responsabilidades en la parte izquierda de la tarjeta y en la parte derecha la lista de los colaboradores de la clase. Luego en el estadio de diseño avanzado o en la implementación del sistema, las tarjetas CRC se convierten en clases con métodos, atributos, relaciones de herencia, composición o dependencia (Casas & Reinaga, 2009).

3.5. Diseño Simple

Un diseño simple se implementa más rápidamente que uno complejo. Se sugiere nunca adelantar la implementación de funcionalidades que no correspondan a la iteración en la que se esté trabajando (Joskowicz, 2008).

Se diseña el código de la manera más sencilla posible para cumplir con los requisitos de la historia actual. Usan el diseño más simple que satisface los requisitos inmediatos (Koch, 2005, p.178).

3.6. Kanban

Kanban es una herramienta para aprender y gestionar un óptimo flujo de trabajo dentro del proceso (Klipp, 2014).

3.7. Tablero Kanban

Según (Kanbanize, 2020), es una gran herramienta de ayuda que sirve para mejorar la eficiencia del flujo de trabajo porque visualiza todas las tareas en un proceso de trabajo y proporciona una transparencia general de la organización, permitiendo a los equipos tener una clara visión de todos los elementos de trabajo y controlarlos a través de las diferentes etapas de su flujo de trabajo. Las cartas Kanban ayudan en la identificación de las tareas que estaban por hacer, las que se están haciendo y las que ya se hicieron.

3.8. Cliente en el sitio

Se propone que exista una interacción constante entre el cliente y el equipo de desarrollo. Esta colaboración entre ambos será la que marque la marcha del proyecto y asegure su éxito (Letelier & Penadés, 2006).

Un cliente es parte del equipo, está en el sitio, escribe y ejecuta pruebas funcionales y ayuda a aclarar los requisitos. La capacidad del cliente para dar la retroalimentación inmediata a los cambios en el sistema también aumenta la confianza del equipo en que están construyendo el sistema correcto todos los días (Dooley, 2017, p.18).

3.9. Equipo Sentado Juntos

"El entorno físico debe ser un ambiente que permita la comunicación y colaboración entre todos los miembros del equipo durante todo el tiempo, cualquier resistencia del cliente o del equipo de desarrollo hacia las prácticas y principios puede llevar el

proceso al fracaso (el clima de trabajo, la colaboración y la relación contractual son claves), el uso de tecnologías que no tengan un ciclo rápido de realimentación o que no soporten fácilmente el cambio, etc." (Letelier & Penadés, Repositorio institucional de la Universidad de Las Tunas, 2012).

El motivo de esta práctica es garantizar la facilidad para compartir la información. Esta práctica también mantiene a todos en el equipo comprometidos mientras trabajan para garantizar una carga de trabajo equilibrada (Canty, p.40).

3.10. Marco de trabajo Scrum

Según PMI (2017) es un marco de proceso que se utiliza para gestionar el desarrollo de productos. El marco consta de roles, artefactos y reglas de Scrum, utiliza un enfoque iterativo para entregar un producto funcional. Scrum se ejecuta en timeboxes de un mes o menos con duraciones consistentes llamados sprints donde se produce un incremento de producto potencialmente liberable (p.101).

Según Dimes (2015) es un marco de referencia dentro de la metodología de desarrollo de software ágil, el cual lo habilitará para crear software excelente, mediante la aplicación de un conjunto de directrices a seguir por los equipos de trabajo y el uso de roles concretos.

Scrum se puede describir mejor como una metodología de desarrollo de producto con aspiraciones de gestión de proyectos leves, ya que se centra en la gestión de los requisitos de software y desarrollo (Mora, 2015, p.19).

Los roles del marco de trabajo Scrum, son tres:

El propietario del producto (Product Owner). Schwaber y Sutherland (2017) señalan que el dueño de producto es el responsable de maximizar el valor del producto y del trabajo del equipo de desarrollo. El cómo se lleva a cabo esto podría variar ampliamente entre distintas organizaciones, equipos Scrum e individuos. El dueño de producto es la única persona responsable de gestionar el Product Backlog (p.6).

Scrum Master. Es el responsable del cumplimiento de las reglas del marco de Scrum. Se asegura que éstas son entendidas por la organización y de que se trabaja conforme a ellas. Asesora y da la formación necesaria al propietario del producto y al equipo, y configura, diseña y mejora de forma continua las prácticas ágiles de la organización (Palacio, 2019).

Equipo de desarrollo (Development Team). Según Schwaber y Sutherland (2017), consiste en los profesionales que desempeñan el trabajo de entregar un incremento de producto "terminado", que potencialmente se pueda poner en producción, al final de cada sprint. Solo los miembros del equipo de desarrollo participan en la creación del incremento. Los miembros del equipo de desarrollo son estructurados y empoderados por la organización para organizar y gestionar su propio trabajo. La sinergia resultante optimiza la eficiencia y efectividad del Equipo de Desarrollo (p.7).

Según Rubin (2013), las actividades de Scrum son los siguientes:

Sprint. Es un bloque de tiempo (time-box) de un mes o menos durante el cual se crea un incremento de producto "terminado", utilizable y potencialmente desplegable.

Es más conveniente si la duración de los sprints es consistente a lo largo del esfuerzo de desarrollo. Cada nuevo sprint comienza inmediatamente después de la finalización del sprint previo (Schwaber y Sutherland, 2017, p. 9).

Sprint Planning. Durante la planificación del sprint, el propietario del producto y el equipo de desarrollo acuerdan un objetivo de sprint que define lo que se supone que alcanzará el próximo sprint. Usando este objetivo el equipo de desarrollo revisan el backlog de producto y determina los elementos de alta prioridad que el equipo puede lograr de manera realista en el próximo sprint trabajando a un ritmo sostenible, un ritmo al que el equipo de desarrollo pueda trabajar cómodamente por un periodo de tiempo (Rubín, 2013, p.21).

Scrum diario. Las reuniones diarias para Scrum, son "conversaciones" de no más de 5-15 minutos, que el Scrum master tendrá al comienzo de cada día, con cada miembro del equipo. En esta conversación, el Scrum Master deberá ponerse al día de lo que cada miembro ha desarrollado (en la jornada previa), lo que hará en la fecha actual, pero, sobre todo, conocer cuáles impedimentos estén surgiendo, a fin de resolverlos y que el Scrum team pueda continuar sus labores, sin preocupaciones (Bahit, 2012, p.52).

Ejecución del Sprint. La ejecución del sprint es el trabajo que realiza el equipo Scrum para cumplir con el objetivo del sprint. Durante la ejecución del sprint, los miembros del equipo de desarrollo realizan activamente trabajo creativo de diseño, construcción, integración y prueba de elementos de la lista de productos en incrementos de funcionalidad. Para hacer esto, se auto organizan y deciden como planificar, administrar y comunicar el trabajo. El equipo de desarrollo pasa la mayor parte de su tiempo realizando ejecución de sprint (Rubin, 2013, p.347).

Revisión del sprint. Afirma que el objetivo de esta actividad es inspeccionar y adaptar el producto que se está construyendo. Crítico para esta actividad es la conversación que tiene lugar entres sus participantes, que incluyen el equipo Scrum, stakeholders, patrocinadores, clientes y miembros interesados de otros equipos. La conversación se centra en revisar las características que se acaban de completar en el contexto del esfuerzo de desarrollo general. Todos los asistentes obtienen una visibilidad clara de lo que está ocurriendo y tiene la oportunidad de ayudar a guiar el próximo desarrollo para garantizar la solución más adecuada para el negocio (Rubin, 2013, p.26).

Retrospectiva del sprint. Esta actividad ocurre con frecuencia después de la revisión del sprint y antes de la próxima planificación del sprint. Durante la retrospectiva del Sprint el equipo de desarrollo, Scrum master y el propietario del producto se unen para discutir que funciona y que no funciona con Scrum y las prácticas técnicas asociadas. La retrospectiva es una oportunidad para inspeccionar y adaptar el proceso. Al final de una retrospectiva de sprint, el equipo Scrum debería tener identificado y comprometido un número práctico de acciones de mejora de procesos que será llevado a cabo por el equipo Scrum en el próximo sprint (Rubin, 2013, p.27). En la retrospectiva del sprint a nivel de proceso de gestión y organización, planteamos los siguientes ejercicios.

1. **Cronología de eventos.** Crear una línea de tiempo del evento es una forma simple pero poderosa de generar un artefacto compartido que representa visualmente el flujo de eventos durante un sprint (Rubin, 2013).

2. **Sismógrafo de emociones.** El sismógrafo de emociones es un complemento del ejercicio de cronología del evento. Esta es una representación gráfica de los altibajos emocionales del participante en el transcurso del sprint (Rubin, 2013).

Según Rubin (2013), los artefactos de Scrum son los siguientes:

Product backlog. Es una lista ordenada de todo lo que podría ser necesario en el producto, y es la única fuente de requisitos para cualquier cambio a realizarse en el producto. La lista de producto enumera todas las características, funcionalidades, requisitos, mejoras y correcciones que constituyen cambios a ser hechos sobre el producto para entregas futuras. Los elementos de la lista de producto tienen como atributos la descripción, la ordenación, la estimación y el valor (Schwaber y Sutherland, 2017, p. 15).

Sprint backlog. El Sprint Backlog consiste en los ítems del backlog del producto pronosticados por el equipo de desarrollo en el sprint actual. También contiene el desglose de tareas para mostrar cómo convertir estos ítems en un incremento de producto "terminado". El equipo de desarrollo lo crea durante la reunión de planificación de sprint y es el único responsable de eso. Las personas ajenas al equipo no tienen voz en su creación o uso. El Sprint Backlog es un artefacto vivo, que potencialmente se refina, actualiza y corrige cada día. Siempre muestra el estado actual del sprint. El sprint backlog nunca puede usarse como una herramienta para aplicar presión sobre el equipo de desarrollo (Maximini, 2015, p.299).

Incremento. El incremento es la parte de producto producida en un sprint, y tiene como características que está completamente terminada y operativa en condiciones de ser entregada al cliente final (Palacio, 2020).

3.11. Fase de preparación (Sprint cero).

Es un periodo preparatorio a lo largo del cual, según los casos, se establecen los elementos técnicos necesarios para el proyecto (Subra y Vannieuwenhuyze, 2018, p.124). Asimismo, durante este periodo se debe escribir las historias de usuario que serán estimados y priorizados para su implementación en la reunión de planificación del sprint, estos artefactos son relevantes como expresa Cohn (2009), una historia de usuario describe la funcionalidad que será valiosa para el usuario u comprador de un sistema software (p.4). En consecuencia, debe cumplir ciertas características desde el punto de vista de Wake (2003), los criterios que definen los atributos de una historia de usuario efectiva son identificados con el acrónimo INVEST.

3.12. Programación en pareja

Dos desarrolladores trabajan en equipo en una computadora en la misma tarea, ya que de los dos programadores se quedará uno que tendrá el conocimiento suficiente sobre lo que estaba haciendo la pareja como para poder seguir adelante. Sin embargo, también en este caso, las condiciones que se dan en el desarrollo de software libre hacen que esto no sea tan problemático (Robles & Ferrer, 2002). La programación en parejas generalmente requiere algo de práctica para ser realmente efectiva y puede parecer un poco extraño para los desarrolladores al principio (Stober y Hansman, 2010, p.49).

3.13. Limitar el WIP

La mejor opción es optar por un límite alto e irlo bajando a cada dos o tres semanas hasta encontrar el equilibrio (Bermejo, 2011).

3.14. Propiedad colectiva de código

La propiedad del código compartido promueve que todo el personal pueda involucrarse para corregir y ampliar cualquier parte del código, además, todo lo anterior en conjunto con las pruebas frecuentes garantizan que los errores sean detectados de manera temprana (Balza, Briceño, Lobo, & Nuñez, 2017).

El equipo es dueño de todo, lo que implica que cualquiera puede cambiar cualquier cosa en cualquier momento. En algunos lugares, esto se conoce como "programación sin ego". Los programadores deben aceptar la idea de que cualquiera puede cambiar su código y que la propiedad colectiva se extiende desde el código a todo el proyecto; esto es un proyecto de equipo, no uno individual (Dooley, 2017, p.17). El código compartido establece que todos los miembros del equipo que descubren que algo anda mal en el sistema tienen derecho a corregir cualquier parte del código en cualquier momento, esta práctica requiere que todos actúen con responsabilidad (Janes & Succi, 2014, p.91).

3.15. Estándares de codificación

Entendemos como estándar de código a un conjunto de convenciones establecidas de ante mano (denominaciones, formatos, etc.) para la escritura de código. Estos estándares varían dependiendo del lenguaje de programación elegido y además varían en cobertura, algunos son más extensos que otros (ohmyroot, 2017).

Para practicar la propiedad colectiva del código en un proyecto XP, es necesario que todos los desarrolladores sigan un código estándar para asegurarse de que el código se vea como si una persona hubiera creado cambios. No se requiere un código estándar especifico, sin embargo, todos los desarrolladores deben ser consistentes con el método de escritura del código (Canty, 2015, p.39).

3.16. Pruebas

La prueba de aceptación del usuario también se deriva de criterios de aceptación y se automatizará tanto como sea posible. El desarrollo basado en pruebas requiere que el equipo escriba las pruebas antes de desarrollar el código. La idea detrás del desarrollo basado en pruebas es que el ciclo de pruebas y retroalimentación es lo más corto posible para que la retroalimentación pueda ocurrir temprano (Canty, 2015, p.39).

3.17. Refactoring

Las refactorizaciones son ampliamente reconocidas como formas de mejorar la estructura interna del software orientado a objetos mientras se mantiene su comportamiento externo. (Du Bois, Demeyer, & Verelst, 2004).

Un cambio realizado en la estructura interna del software para que sea más fácil de entender y más barato de modificar sin cambiar su comportamiento observable (Fowler, 2019, p.56).

3.18. Integración continúa

En este marco la integración continua ofrece un esquema que permite realizar integraciones a medida que se lleva a cabo el desarrollo, generando incrementos pequeños y mostrando los resultados obtenidos (Salamon, y otros, 2014).

Esta práctica se refiere a la integración del código y asegura que todo el código funcione bien junto. Esta práctica es importante porque los problemas se pueden detectar rápidamente antes de integrar un código defectuoso o un diseño no coincidente. La integración continua garantiza que las pruebas de integración se realicen en el código cada vez que se agrega una nueva funcionalidad. Esto da como resultado problemas detectados inmediatamente (Canty,2015, p.39).

3.19. Ritmo sostenible

Planificar el trabajo para mantener un ritmo constante y razonable, sin sobrecargar al equipo (Rosas, 2017). XP entiende que el equipo debe mantener un nivel constante de productividad. Esto solo se puede lograr si el equipo mantiene un ritmo sostenible que se traduce en 40 horas semanales de trabajo (Canty, 2015, p.39).

3.20. Re Release Planning Meeting

Reunión con el cliente para revisar y replantear las prioridades del proyecto. El problema de la planificación de lanzamiento (RP) puede investigarse desde dos dimensiones: qué liberar y cuándo liberar. Una desventaja importante de los métodos de RP existentes es que no consideran los sistemas existentes al tomar decisiones de RP (Saliu & Ruhe, 2007).

3.21. Retrospectiva

Última ceremonia de un Sprint. Oportunidad para el equipo de inspeccionarse a sí mismo, y crear un plan de mejora para el siguiente Sprint (Tesei, Cabrera, Vaquero, & Tedini, 2019).

3.22. Pequeños lanzamientos

Como anteriormente se ha comentado, las metodologías ágiles priorizan las entregas y/o animan a realizar pequeños entregables de manera que haya una evaluación continua y constante. En Scrum estas entregas se controlan a través de iteraciones llamadas sprints (Moré Martín, 2011). En XP se obliga a que los incrementos sean lo más corto posible limitando el contenido de cada lanzamiento. Se supone que cada lanzamiento demuestra una pequeña cosa que tiene valor para el cliente. Debido a esta regla, el cliente tiene muchas oportunidades para ver el progreso del proyecto y guiar al equipo en la construcción del producto adecuado (Koch, 2005, p.110).

4. Conclusiones

Los puntos de mejora que se han visto beneficiados con este marco de trabajo ágil pasan a ser descritos a continuación:

Se ha logrado que el equipo de trabajo esté enfocado en un determinado proyecto y no en varios a la vez, esto permite que el equipo reaccione y se ajuste a las necesidades de un solo proyecto y esté totalmente concentrado en este trabajo a tiempo completo. Se crearon equipos multidisciplinarios y auto organizados con una visión clara de roles y responsabilidades, haciendo que el trabajo en equipo se convierta en una herramienta eficiente.

Al trabajar con el esquema de iteraciones cortas y entregas de código funcional, esto permite en gran medida que los proyectos sean entregados a tiempo y con calidad. Las historias de usuario usadas permiten tener una forma documentada de lo que se va a ir creando además de darle al usuario la posibilidad de priorizar la importancia de las mismas, así como también ayudaron a que los miembros del equipo se comprometan en la entrega de resultados finales. De igual manera con la entrega de software funcional en cada iteración y con la revisión y pruebas realizadas se puede medir la satisfacción del cliente. Al tener reuniones periódicas con el equipo de trabajo y los usuarios se logró que los miembros del equipo de desarrollo tengan una visión mucho más amplia del proyecto. Otro de los puntos que se ha visto mejorado es la elección del trabajo por parte de los miembros del equipo de acuerdo a sus aptitudes. El hecho de llevar una plantilla de lecciones aprendidas es de gran ayuda puesto que permite registrar errores y soluciones que bien documentadas puede ayudar a otros equipos a no caer en las mismas problemáticas.

La reunión de retrospectiva permitió ayudar al equipo a ver las deficiencias que se dieron en el trabajo de las iteraciones y ver cómo solucionarlos para los futuros sprint. Las expectativas del cliente en las iteraciones han sido resueltas en la mayoría de los casos, se han mantenido en constante comunicación con el mismo y se lo ha involucrado en el proyecto de una forma muy activa tanto en el levantamiento de los requerimientos como en las pruebas del mismo. La entrega de resultados anticipados, puesto que de esta manera el cliente está en posición de comenzar a usar partes de su producto antes de que el proyecto se encuentre finalizado, de esta forma se puede ir midiendo el progreso que va teniendo el proyecto.

Al usar las mejores prácticas de XP, Scrum y Kanban se ha logrado:

La creación de software con calidad mediante la aplicación de las correspondientes pruebas unitarias, de concepto y de aceptación, se ha logrado que en la primera iteración el producto entregable final sea de un alto grado de calidad, adaptado totalmente a las necesidades del cliente, y probado por el mismo cliente. El uso de tarjetas CRC han dado una gran ventaja y ayuda al momento de levantar las historias de usuario de cada uno de los requerimientos. Definitivamente un gran aporte ha sido el tener una codificación mucho más simple y entendible con lo que se reduce el número de errores gracias al uso del refactoring.

El uso de la práctica de programación en pares, si bien es cierto que para muchas personas puede resultar tediosa, ha sido de gran aporte, ya que ha permitido a los programadores aplicar buenas prácticas al momento de codificar, probar y controlar el código. Los usos por separado de estas metodologías hubieran dado buenos resultados, pero, por ejemplo, si el proyecto se hubiese realizado estrictamente con XP, la calidad de las aplicaciones tendría un mayor grado, la propiedad colectiva del código se manejaría

de mejor manera, la programación en pares hubiera permitido trabajar de mejor forma a los programadores, pero la gestión de desarrollo y con el cliente pudiera ser menos eficaz, lo que ocasionaría que existan muchos reprocesos. Si se hubiese usado únicamente Scrum en el proyecto, se hubiera podido realizar el trabajo de levantamiento de requerimientos, desarrollo y entrega de producto en iteraciones, pero de una forma tradicional y monótona, el seguimiento y gestión de desarrollo se llevaría a cabo de una forma controlada, pero la calidad del software tendría sus cuestionamientos ya que no se hubieran tomado las consideraciones de pruebas. Si se hubiese realizado únicamente con Kanban, se hubiese tenido una mejor forma de ver las tareas de todo el proyecto, aquellas por hacer, aquellas en proceso y aquellas ya realizadas, así como el limitar la cantidad de tareas en las que trabaja el equipo simultáneamente, consiguiendo un mayor control de las fases del proyecto, flexibilidad y disminución del tiempo dedicado a tareas poco productivas, pero hubiésemos tenido un resultado de poca calidad, además de reducir la interacción del equipo.

El uso combinado de las características expuestas de estas metodologías referentes a XP, Scrum y Kanban han permitido que este marco de trabajo logre tener aparte de una adecuada gestión de desarrollo de productos de software, el de llevar un control y mejorar la comunicación tanto internamente como externamente, la gestión de calidad en los productos que se van desarrollando se puede apreciar a través de estrictos controles, tales como el uso de pruebas de software, refactorización de código, propiedad colectiva, así como tener una clara visualización del flujo de trabajo.

Referencias

Balza, L. M., Briceño, T., Linares, B., Lobo, R., & Nuñez, C. (2007). Informe sobre XP. Universidad Valle del Momboy. Trujillo, Venezuela.

Bahit, E. (2012). Scrum y Extreme Programming. Argentina, Buenos Aires.

Bermejo, M. (2011). El Kanban. Barcelona, España: UOC.

Casas, S., Reinaga, H. (2009). Aspectos tempranos: Un enfoque basado en tarjetas CRC.Sociedad Colombiana de Computación. https://www.researchgate.net/publication/220136724_Aspecto s_tempranos_Un_enfoque_basado_en_tarjetas_CRC

Canty, D. (2015). Agile for Project Managers. U.S: Taylor & FrancisGroup.

Cifuentes Lozano, A. (2012). Integración de Buenas Prácticas. Recuperado el 24 de noviembre de 2014, de: http://bibliotecadigital.icesi.edu.co/biblioteca_digital/bitstream /10906/68430/5/modelo_integracion_practicas.pdf

Cohn, M. (2006). Planning Poker. Mountain Goat Software, 56-59.

Deemer, P., Benefield, G., Larman, C., & Bas, V. (2009). The Scrum Primer Versión en Español. California, Estados Unidos.

Deemer, P., Benefield, G., Larman, C., & Bas, V. (2009). Información Básica de Scrum the Scrum Primer Version 1.1. Scrum Training Institute. Traducción de Leo Antoli. Agile-Spain. Disponible en: http://www.goodagile.com/scrumprimer/scrumprimer_es.pdf. Consulta: 30 de mayo del 2011

Dimes, T. (2015). Conceptos Básicos de Scrum. (1st Ed.). Babelcube, Inc.

Dooley, J.F. (2017). Software Development, Design and Coding. (2nd Ed.). Springer Science.

Du Bois, B., Demeyer, S., & Verelst, J. (2004, November). Refactoring-improving coupling and cohesion of existing code. In 11th working conference on reverse engineering. IEEE.144-151.

Haugen, N. C. (2006, July). An empirical study of using planning poker for user story estimation. In AGILE 2006 (AGILE'06). IEEE.9.

Janes, A. & Succi, G. (2014). Lean Software Development in Action. Springer Verlag Berlin. doi: 10.1007/978-3-642-00503-9

Joskowicz, J. (2008). Reglas y prácticas en eXtreme Programming. Universidad de Vigo, 22.

Letelier, P., & Penadés, M. C. (2006). Metodologías ágiles para el desarrollo de software: eXtreme Programming (XP). Ciencia y Técnica Administrativa.

Letelier, P., & Penadés, M. C. (13 de marzo de 2012). Repositorio institucional de la Universidad de Las Tunas. Obtenido de http://roa.ult.edu.cu/bitstream/123456789/476/1/TodoAgil.pdf

Kanbanize (2020). Kanbanize. Recuperado el 3 de enero de 2020, de: https://kanbanize.com/es/recursos-de-kanban/primeros-pasos/que-es-tablero-kanban/

Koch, A. S. (2005). Agile Software Development. U.S, Norwood: Artech House Inc.

Klipp, P. (2014). Getting Started with Kanban.

Mora, A. (2015). Managing Agile Strategy, Implementation, Organisation and people. Springer International. doi: 10.1007/978-3-319-16262-1.

Maximini, D. (2015). The Scrum Culture Introducing Agile Methods in Organizations. Switzerland: Springer International Publishing.

Moré Martín, A. (2011). MPlu+ a Ágil: el modelo de proceso centrado en el usuario como metodología ágil. Recuperado el 9 de febrero de 2011, de: https://repositori.udl.cat/handle/10459.1/45841.

Ohmyroot. Estándares de codificación. Recuperado el 12 de enero de 2017, de: https://www.ohmyroot.com/buenas-practicas- legibilidad-del-codigo/

Palacio, J. (2007). Flexibilidad con Scrum Principios de diseño e implantación de campos de Scrum. Safe Creative.

Palacio, J. (2019). Scrum Master. España: Lubaris Info 4 Media SL.

Project Management Institute. (2017). Agile Practice Guide. Pennsylvania, U.S. Project Management Institute, Inc.

Robles, G., & Ferrer, J. (2002). Programación eXtrema y Software Libre. Universidad Politécnica de Madrid. España.

Rosas, A.K. (2017). Sistema web para control de inventarios y rendimientos. Repositosio Institucional de Investigación. Universidad Tecnológica del Centro de Veracruz, Recuperado el 4 de abril de 2017, de: http://reini.utcv.edu.mx/handle/123456789/239

Rubin, K. (2013). Essential Scrum. USA: Pearson Education, Inc.

Salamon, A., Maller, P. A., Boggio, A., Mira, N., Perez, S., & Coenda, F. (2014). La integración continua aplicada en el desarrollo de software en el ámbito científico–técnico. In XX Congreso Argentino de Ciencias de la Computación (Buenos Aires, 2014).

Saliu, M. O., & Ruhe, G. (2007). Bi-objective release planning for evolving software systems. In Proceedings of the the 6th joint meeting of the European software engineering conference and the ACM SIGSOFT symposium on The foundations of software engineering (pp. 105-114).

Subra, J.P. & Vannieuwenhuyze, A. (2018). Scrum un Método Ágil Para sus Proyectos. España: ENI.

Schwaber, K. & Sutherland, J. (2017). The Scrum Guide. USA: Org and Scrum Inc.

Stober, T. y Hansmann, U. (2010). Best Practices for Large Software Development Projects. Heidelberg, Germany: Springer-Verlag.

Tesei, F., Cabrera, M., Vaquero, M., & Tedini, D. (2019). Acercando la academia al mundo real: una experiencia de aplicación de Metodologías Agile al proceso de enseñanza-aprendizaje en una asignatura de desarrollo de software. In I Simposio Argentino de Educación en Informática.

Wake, B (2003). Extreme Programming Explored. Massachusetts, U.S: Addison Wesley.

risti
Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação
Iberian Journal of Information Systems and Technologies

Recebido/Submission: 30/04/2021
Aceitação/Acceptance: 28/06/2021

Métodos de Autenticación en Aplicaciones Web bajo un Enfoque de Usabilidad: Una Revisión Sistemática de Literatura

Verónica Pailiacho Mena[1], Omar S. Gómez[1,2]

vpailiacho@pucesa.edu.ec; ogomez@espoch.edu.ec

[1] Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ambato, Ecuador.

[2] GrIISoft Research Group - Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ecuador.

Pages: 467-483

Resumen: Las aplicaciones web requieren aplicar medidas de seguridad cada vez más exigentes para evitar accesos no autorizados, lo que ha incrementado el grado de dificultad en el manejo de credenciales para los usuarios. En este artículo se presenta una revisión sistemática de literatura sobre los métodos de autenticación web que han sido analizados desde el punto de vista de la usabilidad, nuestros hallazgos indican que los métodos de autenticación más analizados son los de autenticación gráfica y los de factor único, utilizando los métodos de indagación para la evaluación de usabilidad y como parámetros de medición: tiempo total, facilidad de aprendizaje, sin esfuerzo de memoria, eficiencia y satisfacción. Una particularidad es que los estudios se han aplicado mayormente a los adultos jóvenes que oscilan entre los 20 y 40 años, dejando abierta la posibilidad para futuras investigaciones sobre el análisis a personas de la tercera edad, con discapacidad, entre otros.

Palabras-clave: Métodos de autenticación web, evaluación de usabilidad, parámetros de usabilidad.

Authentication Methods in Web Applications under a Usability Approach: A Systematic Review of Literature

Abstract: Web applications require increasingly demanding security measures to prevent unauthorized access, which has increased the degree of difficulty in handling credentials for users. This article presents a systematic review of the literature on web authentication methods that have been analyzed from the point of view of usability. Our findings indicate that the most analyzed authentication methods are graphical authentication and single-factor authentication, using inquiry methods for usability evaluation and as measurement parameters: time of use, ease of learning, effortless memory and efficiency. One particularity is that the studies have been applied mostly to young adults between the ages of 20 and 40, leaving open the possibility for future research on the analysis of elderly people, with disabilities, among others.

Keywords: Web authentication methods, usability evaluation, usability parameters.

1. Introducción

La migración acelerada de los servicios públicos y privados al internet, ha incrementado su uso; por lo que se ha visto la necesidad de acrecentar las medidas de seguridad en las aplicaciones web, para evitar la pérdida y/o modificación de los datos, garantizando la confidencialidad, integridad y disponibilidad de las mismas. (Guillén Núñez et al., 2014).

La autenticación y la autorización son los primeros parámetros de seguridad que las aplicaciones web consideran para protegerse de accesos no autorizados (Deitel et al., 2014). Para el National Institute of Standards and Technology (NIST) el paradigma clásico de los sistemas de autenticación identifica tres factores fundamentales: algo que conoce, algo que tiene o algo que es (Burr et al., 2013), se han definido métodos generales de autenticación web que han sido desarrollados a lo largo del tiempo: Autenticación de factor único (Mendoza et al., 2020), Autenticación de doble factor (Ramírez et al., 2019), Autenticación gráfica (Rodríguez Valdés et al., 2018), Autenticación por token (Rodríguez Valdés et al., 2018), Autenticación biométrica (Mantovani & Hecht, 2019). Si bien estos métodos han evolucionado para brindar mayor seguridad a los usuarios, es necesario analizarlos desde el punto de vista de la usabilidad, para determinar su facilidad de uso y aportar con un parámetro más de la calidad del Software. La International Organization for Standardization (ISO 9244-11:2018, 2018) considera que la usabilidad es "la medida en la que un producto se puede usar por determinados usuarios para conseguir objetivos específicos con efectividad, eficiencia y satisfacción en un contexto específico". La efectividad es el grado de cumplimiento de las tareas realizadas por el usuario, la eficiencia es la relación entre los recursos empleados con el grado de cumplimiento de las tareas y la satisfacción es la percepción del usuario que mide la ausencia de incomodidad frente al uso de un sistema.

El objetivo de este artículo es reportar los resultados de una Revisión Sistemática de Literatura (RSL) sobre los métodos de autenticación en aplicaciones web que han sido analizados desde el punto de vista de la usabilidad a partir del 2010, que métodos de evaluación de usabilidad se han aplicado, que parámetros han sido considerados, cuáles usuarios han participado en la evaluación y qué inconvenientes de usabilidad se han reportado. El resto del documento está organizado de la siguiente manera: la sección 2 presenta el método utilizado en esta RSL con sus respectivas fases desde la planeación hasta la presentación los resultados obtenidos y finalmente la Sección 3 presenta las conclusiones.

2. Revisión sistemática de Literatura

Para este estudio se utilizará el protocolo de Revisión Sistemática de Literatura de Kitchenham, BA & Charters, Stuart (2007) que consta básicamente de las etapas de planeación, ejecución y reporte de resultados. Este método permite seguir un proceso ordenado y sistematizado, que identifica los estudios que responden a las preguntas de

investigación planteadas, evitando la dispersión y el sesgo, para así, obtener una síntesis de la evidencia existente. (Luque & Adrián, 2019)

2.1. Planeación

En esta primera etapa se debe plantear la necesidad de la revisión, formulación de preguntas de investigación, selección de fuentes de datos, definición de la cadena de búsqueda y determinación de los criterios de inclusión y exclusión

Identificación de la necesidad

La autenticación es el primer contacto de seguridad que tiene el usuario con una aplicación Web, sin embargo, los desarrolladores enfocan sus esfuerzos en la funcionalidad y la seguridad dejando muchas veces de lado la usabilidad. En este afán, se han incrementado exigencias en el manejo de contraseñas, como el uso simultáneo de mayúsculas, minúsculas, números y caracteres especiales, que deben ser recordadas por los usuarios en los siguientes inicios de sesión, entonces, muchos optan por usar la misma contraseña en todos los sitios web, lo que desencadena una vulnerabilidad critica de administración de contraseñas. Por otro lado, se han añadido otros factores de autenticación como la interpretación y escritura de palabras distorsionadas, selección de imágenes segmentadas, uso de dispositivos adicionales que talvez resultan incómodos y molestos para el usuario. Entonces surge la necesidad de conocer que métodos de autenticación en aplicaciones web se han analizado desde el punto de vista de la usabilidad, con que métodos de evaluación, que parámetros han sido evaluados, cuales usuarios han sido parte de los experimentos y que inconvenientes se han reportado. Y así tener una línea base para futuras investigaciones.

Formulación de las preguntas de investigación

Se han definido las siguientes:

P1: ¿Qué métodos de autenticación en aplicaciones web han sido analizados desde el punto de vista de la usabilidad?

P2: ¿Qué métodos de evaluación de usabilidad han sido aplicados en la autenticación de las aplicaciones web?

P3: ¿Qué parámetros de usabilidad han sido analizados en los métodos de autenticación en aplicaciones web?

P4: ¿Qué usuarios han sido parte del estudio de usabilidad de los métodos de autenticación en las aplicaciones web?

P5: ¿Qué inconvenientes existen en los métodos de autenticación desde el punto de vista de la usabilidad?

Selección de la fuente

Se ha seleccionado como fuente a SCOPUS, por ser la mayor base de datos de publicaciones de alto impacto en el ámbito técnico-científico, contiene metadatos de IEEE, ELSEVIER, SPRINGER, ACM, entre otros. Además, su motor de búsqueda es robusto, confiable y posee herramientas que facilitan la exportación de resultados, como menciona Dieste & Padua (2007).

Definición de la cadena de búsqueda

Se definió con los términos claves de las preguntas de investigación planteadas y en el tiempo establecido para esta RSL, quedando definida así:

TITLE-ABS-KEY (authentication AND web AND usability) AND PUBYEAR > 2009

Determinación de los criterios de inclusión y exclusión

Los artículos deben cumplir con los siguientes criterios de inclusión: Artículos relacionados con los métodos de autenticación web y su evaluación de usabilidad desde el 2010, deben estar escritos en inglés o español, publicados en revistas, conferencias o capítulos de libros indizados en Scopus, se realizó el corte el 29 de septiembre de 2020.

De la misma manera, se ignoran los estudios que cumplan con los siguientes criterios de exclusión: literatura que este publicada en un idioma distinto al inglés o al español, posters y cartas al editor y publicaciones realizadas antes del 2010

2.2. Ejecución

En esta etapa se realiza la selección de los estudios primarios, se extraen los datos encontrados y se valida la calidad de los estudios.

Selección de estudios primarios

Para identificar los estudios relevantes se efectuaron 4 etapas que se evidencian en la figura 1. En la etapa 1 se ejecutó la cadena de búsqueda en SCOPUS y se obtuvieron 175 resultados. Luego se seleccionaron y descartaron los estudios con base a la relación del título, resumen y palabras claves con las preguntas de investigación, donde se seleccionaron 68 estudios potenciales. En la siguiente etapa estos fueron evaluados por los criterios de inclusión y exclusión, descartando 2 estudios. En la última etapa se descartaron 25 estudios porque su contenido no ayuda a responder las preguntas de investigación planteadas y 10 no se pudieron leer porque no son de acceso abierto. Al final de este proceso se seleccionaron 31 estudios relevantes para la presente RSL.

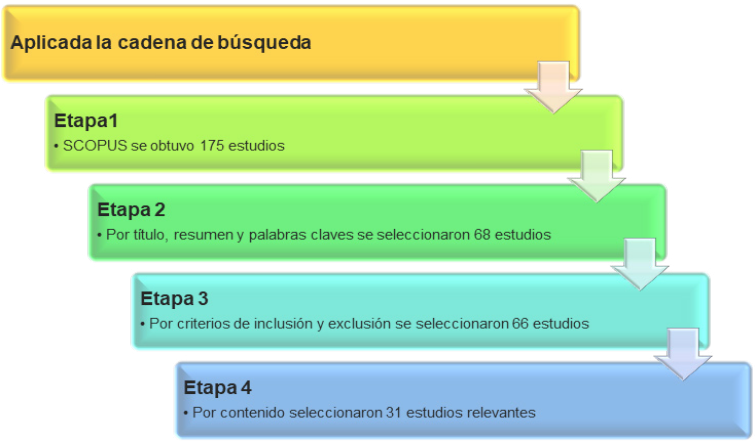


Figura 1 – Etapas de selección de estudios para la RSL

El listado de los artículos relevantes se encuentra en las referencias. Los estudios relevantes están representados por años en la figura 2, aquí se puede visualizar que ha sido un tema de análisis frecuente en el rango de tiempo establecido, siendo el 2019, el año que más publicaciones del tema ha generado, he aquí la importancia del tema en estudio.

Figura 2 – Número de publicaciones por año

Estrategia para la extracción y síntesis de la información

Una vez definidos los estudios relevantes se procede a la extracción de la información, para la organización de los artículos se utilizó como gestor bibliográfico Zotero, luego con la ayuda de una Hoja de Excel se llenó una matriz que contiene año, autor, título del artículo, resumen, URL, respuestas a las preguntas de investigación P1, P2, P3, P4, P5, esta estrategia basada en respuestas permite que se apliquen los mismos criterios de extracción de datos para todos los estudios.

Evaluación de la calidad

Cada artículo seleccionado fue evaluado para medir su nivel de calidad, los criterios utilizados fueron adaptados de la evaluación de Rodríguez et al. (2021), y se muestran en la tabla 1, esta evaluación fue consensuada por cada uno de los autores de esta RSL. La puntuación total de cada artículo se calculó mediante una escala de porcentaje, en la tabla 2 se muestran los resultados de la evaluación de los trabajos relevantes.

Todos los artículos de en esta RSL tienen un puntaje de calidad que va de muy bueno a excelente. El promedio de esta evaluación arrojó 83,5% que representa la buena calidad de los trabajos relevantes.

Criterios de evaluación	Puntaje
Año de publicación	Menos de 5 años (5pts), más de 5 años (2pts)
¿Está claramente establecido el objetivo del estudio?	Escala de Likert (1 más bajo, 5 más alto)
¿Se describe claramente el contexto del problema?	
¿El artículo contiene una sección de resultados?	
¿Es posible replicar el estudio?	
¿Responde el artículo a sus propias preguntas de investigación o cumple los objetivos propuestos?	
¿El estudio informa hallazgos claros e inequívocos basados en evidencia y argumentos?	

Tabla 1 – Criterios de evaluación

Puntuación porcentual por categoría	Número de artículos	Porcentaje de artículos
Excelente (>86%)	8	25,8 %
Muy bueno (66%-85%)	23	74,2 %
Bueno (46%-65%)	0	0,0 %
Regular (26%-45%)	0	0,0 %
Malo (<26%)	0	0,0 %
Total	31	100%

Tabla 2 – Evaluación de la calidad de los trabajos relevantes

2.3. Reporte de resultados

En esta sección se muestran los resultados obtenidos de la RSL.

P1: ¿Qué métodos de autenticación en aplicaciones web han sido analizados desde el punto de vista de la usabilidad?

Para el análisis en la tabla 3, se han listado los métodos generales de autenticación web y los métodos de específicos de cada uno de ellos, con los estudios que los han analizado desde el punto de vista de la usabilidad.

La autenticación gráfica es la más analizada, pues se busca mejorar el reconocimiento de imágenes y los esquemas para recordar con señales, que básicamente consiste en la selección de imágenes o partes de ellas como contraseñas; muy de cerca se ha analizado la autenticación de factor único, sin embargo, las contraseñas textuales que son las más utilizadas han sido las menos analizadas. Como método de autenticación de doble factor el OTP basado en SMS, representa la alternativa más común analizada, y los token por hardware que corresponden a las llaves de seguridad también han buscado conocer la aceptación de los usuarios, el resto de métodos no han sido muy analizados aún. Gracias a estos estudios los métodos de autenticación web están innovándose.

Métodos Generales	Métodos específicos analizados desde el punto de vista de la usabilidad	Referencias
Autenticación de factor único	Preferencias de la interfaz de usuario	E1
	BraillePassword	E3
	Autenticación NRT T	E7
	Emojis	E10
	Escenario invitado	E11
	Federado	E11, E15, E23
	Aislado	E11
	Código QR	E15, E22
	Correo electrónico	E15
	Contraseña de 6 caracteres generada por el sistema	E21
	Contraseña generada por el usuario con restricciones	E21, E26
	Contraseña larga generada por el usuario	E21
	Contraseña mnemotécnica	E26
	Contraseña pasiva	E29
	Contraseña secundaria	E30
Autenticación de doble factor	SecuriCast	E2
	One-Time Password (OTP) basadas en SMS	E4, E6, E16, E23, E30
	Aplicaciones OTP	E4, E22, E23, E28
	Aviso en dispositivo	E4
	Preguntas secretas	E4
	Aislado con Federado	E11
	Dispositivo portátil	E16
	Preguntas de desafío basadas en texto	E17
Autenticación gráfica	CAPTCHA	E5, E11, E18
	CAPTCHA de conversación contextual llamado HIP	E18
	ReCaptcha	E5, E18
	Esquema Recordar	E13, E23
	Esquema Recordar con señales	E13, E23, E24, E31
	Doodles Scan System (DSS)	E14
	Reconocimiento de imágenes	E19, E25, E26, E27, E31
	Esquema patrón de bloqueo	E20
	Esquema señalar inicio y fin	E20
	Esquema eliminar puntos de cuadrícula	E20
Autenticación por token	Llave de seguridad	E4, E6, E16, E23, E30
	Esquema BTADDR	E8
	Token en papel	E23
Autenticación biométrica	Huella dactilar, iris y voz	E23
Otro	Inicio de sesión seguro en tres pasos	E12

Tabla 3 – Métodos de autenticación web analizados desde la usabilidad

P2: ¿Qué métodos de evaluación de usabilidad han sido aplicados en la autenticación de las aplicaciones web?

Varios son los métodos utilizados para evaluar la usabilidad, de acuerdo a Maris Massa et al. (2012) se los clasifica en: métodos de inspección, de indagación y de test, Ivory & Hearst (2001) añade a estos, el método de modelo analítico. Dentro de los mencionados existen métodos específicos, que se detallan en la tabla 4, además, se encontrarán las referencias de los estudios que han aplicado dichos métodos para evaluar la usabilidad en la autenticación web.

Método general	**Método específico**	**Referencias**
De inspección	Evaluación Heurística	E23
	Recorrido Cognitivo	E8, E11
	Inspección de características	E7, E23
	Inspección de estándares	----
De indagación	Indagación contextual	E24
	Focus Group	E24, E27
	Entrevistas	E3, E6, E27, E28
	Cuestionarios	E1, E2, E5, E6, E10, E12, E13, E14, E15, E16, E18, E21, E22, E24, E25, E26, E29, E30, E31
	Grabación del uso	
De test	Medida de las prestaciones	E2, E3, E4, E6, E7, E17, E19, E20, E21, E26, E27
	Pensando en voz alta	E5, E6, E10, E28
	Seguimiento ocular	E20
Modelo analítico	Método de simulación	----

Tabla 4 – Métodos de evaluación de usabilidad aplicados en la autenticación web.

Basado en	**Parámetros**	**Referencias**
Cuestionario de aceptación de usuarios basado en el TAM	Utilidad percibida	E1
	Facilidad de uso percibida	E1, E12, E16, E29, E30, E31
	Actitud hacia el uso - confianza	E1, E10, E16
	Intención conductual de uso	E1, E29

Basado en	Parámetros	Referencias
Marco para la autenticación web propuesto por Bonneau et al.	Sin esfuerzo de la memoria	E2, E3, E4, E7, E8, E9, E10, E11, E12, E13, E16, E18, E19, E23
	Escalable para usuarios	E2, E7, E8, E23
	Nada que llevar	E2, E4, E7, E8, E9 E23
	Físicamente sin esfuerzo	E2, E7, E8, E9, E23
	Fácil de aprender - capacidad de aprendizaje	E2, E7, E8, E9, E11, E12, E18, E22, E23, E30
	Eficiencia en el uso	E2, E3, E7, E8, E11, E12, E14, E18, E23, E25
	Errores poco frecuentes	E2, E7, E8, E23
	Fácil recuperación de pérdidas	E2, E7, E8, E9, E23
	Accesibilidad	E2, E3, E7, E8, E11, E23, E28
IEEE	Satisfacción / percepción	E6, E10, E12, E14, E18, E20, E25, E30
	Eficacia	E14, E25
Heurísticas de usabilidad de Nielsen	Visibilidad del estado del sistema	E24
	Control y libertad del usuario	E24
	Consistencia y estándares	E24
	Prevención de errores	E24
	Diseño estético y minimalista	E24
	Ayuda a los usuarios a reconocer, diagnosticar y recuperarse de errores	E24
	Ayuda y documentación	E24
Otros	Tiempo total de ejecución	E2, E3, E5, E6, E9, E11, E12, E13, E16, E17, E19, E20, E21, E22, E26, E27, E31
	Tasa de falla	E3, E5, E13, E17, E21, E27
	Fricción	E4
	No uso de recursos adicionales en la red	E4
	Puntuación CSUQ	E5
	Índices de carga de trabajo (NASA-TLX)	E5, E21, E26
	Clasificación de preferencias	E2, E5, E11
	Longitud de la clave	E27
	Precisión	E18, E31
	Escala de usabilidad del sistema (SUS)	E5, E15, E21
	Número de accesos exitosos	E13, E17, E19, E20, E26, E30, E31

Tabla 5 – Parámetros de usabilidad analizados en la autenticación web

Los métodos de indagación son los más utilizados, siendo el cuestionario post experimento el más aplicado, pues permite directamente conocer la opinión de los usuarios. Seguido están los métodos de test, donde la medida de prestaciones que permite la recolección de datos objetivos como tiempo, números de acceso, entre otras, es el más aplicado. En muchos estudios combinan ambos métodos específicos para mejores resultados.

P3: ¿Qué parámetros de usabilidad han sido analizados en los métodos de autenticación en aplicaciones web?

Se han utilizado parámetros de usabilidad que provienen de varias fuentes como del Cuestionario de aceptación de usuarios basado en el Technology Acceptance Model (TAM) que es un modelo de aceptación de tecnología que se basa en el uso de cuestionarios que midan la usabilidad y facilidad de uso de la herramienta o aplicación (Pérez et al., 2006). Así también se han utilizado los parámetros de evaluación con base al Marco para la autenticación web propuesto por Bonneau et al. (2012), que evalúa tres áreas: Usabilidad, Seguridad y Desarrollo, para este caso se analiza únicamente los parámetros de usabilidad. Se ha considerado los parámetros de la IEEE (Jebriel et al., 2015), Heurísticas de usabilidad de Nielsen (Min et al., 2012) y otros de manera independiente, como se puede observar en la tabla 5.

Los 5 parámetros de usabilidad más frecuentemente utilizados son: Tiempo total de ejecución que incluye el proceso desde la creación de la cuenta hasta el siguiente inicio de sesión, Sin esfuerzo de la memoria de modo que el usuario no tenga que recordar pasos adicionales a los intuitivos, Fácil de aprender, Eficiencia en el uso y Satisfacción.

P4: ¿Qué usuarios han sido parte del estudio de usabilidad de los métodos de autenticación en las aplicaciones web?

Para el análisis en la tabla 6 se ha clasificado a los usuarios en rangos de edad, considerándose niño hasta los 14 años, joven de 15 a 19 años, adulto joven de 20 a 40 años, adulto medio de 41 a 59 años y adulto mayor desde los 60 años. Como se observa en el 72% de los estudios si se consideró el género para la selección de los usuarios, sin embargo, solo en E30 el número de mujeres era equitativo al de hombres, en los demás estudios el porcentaje de participación de hombres era superior al de mujeres, además el 50% de usuarios fueron los adultos jóvenes, seguidos del 19% de adultos medios, apenas el 6% con jóvenes, el 6% porcentaje con adultos mayores y el 3% con niños. En el 16% de estudios que no especifican ni edad, ni género.

Edad	**Género**		**Porcentaje**
	Si se especifica	**No se especifica**	
Niño	E18		3%
Joven	E18, E28		6%
Adulto joven	E2, E5, E6, E13, E18, E19, E25, E26, E28, E29, E30, E31	E3, E10, E20, E24	50%
Adulto medio	E16, E18, E24, E28, E30	E3	19%
Adulto Mayor	E18, E28		6%
No se especifica	E22	E12, E15, E17, E27	16%

Tabla 6 – Tipos de usuarios

Otra característica encontrada es la preparación académica, el 48% las pruebas de usabilidad son aplicadas sin especificar esta preparación, el 30% corresponde a pruebas aplicadas a estudiantes por lo general universitarios, el 18% corresponde a profesionales y a penas el 5% a no profesionales. Además, es importante mencionar que apenas en el 6% de los estudios se consideraron a personas con discapacidad visual y dislexia como participantes de las pruebas de usabilidad.

P5: ¿Qué inconvenientes existen en los métodos de autenticación desde el punto de vista de la usabilidad?

Son varios los inconvenientes que se han reportado en los estudios pertinentes. En E3 se determina que los métodos de autenticación por contraseña de texto, autenticación gráfica y autenticación por biometría presentar problemas para personas ciegas debido a que deben presionar una combinación de teclas, seleccionar visualmente claves o enfocar su rostro a la pantalla, lo que resulta poco accesibles y usable, pues el diseño de interfaz es inadecuado.

En E10 se detalla que el método de **autenticación de un solo factor** Emojis, pese a los buenos resultados de usabilidad, los usuarios informaron que probablemente no usarían emojis en sus contraseñas personales, lo que le vuelve poco práctico. En E11 se menciona que mientras se intente aumentar seguridad agregando más pasos, se aumenta la carga del usuario, lo que provoca una caída de la usabilidad. En E15 se reportó que, en la autenticación por correo electrónico, a varios usuarios se les marco como spam los correos, por lo que los participantes no pudieron completar el registro; en la autenticación basada en código QR varios participantes no eran nativos del idioma inglés y no pudieron comprender las instrucciones.

Con respecto a los métodos de **autenticación de doble factor**: En E6 se determinó que uno de los inconvenientes a parte de los retrasos en la recepción del mensaje en OTP basada en SMS, es que se debe habilitar el roaming si se viaja al extranjero. En E16 se tuvo un participante atípico como ellos lo mencionan una persona de 72 años que fue el único usuario que nunca había usado un segundo factor de autenticación y mencionó que era pequeño el tamaño de fuente de la pantalla del token y el contraste dificultaba la lectura, además que "el tiempo proporcionado para leer la OTP es demasiado corto, por lo que tuvo que solicitar una nueva OTP 3 veces" (Chen & Goh, 2015). El inconveniente en SecuriCast, mencionado en E6, es que se necesita establecer la comunicación con bluetooth y eso implica un paso adicional para el usuario, e incluso un problema en el caso que no se logre el emparejamiento. Además, los usuarios consideran que, si se usa un dispositivo extra para la autenticación que sea de tamaño pequeño, fácilmente se podría olvidar conectado al computador. En E16 se menciona que llevar un dispositivo extra puede ser problemático, pues si se olvida no se puede realizar la autenticación. En E8 además se menciona que, para lograr el emparejamiento se requiere de algún conocimiento previo o capacitación, lo que no es accesible para todos. Algo similar ocurre en E14 Doodles Scan System donde el uso de la impresora y el escáner provocaron que 75,61% de los participantes abandonen este tipo de registros de cuentas.

Con respecto a la **autenticación gráfica** CAPTCHA, en E5 se da a conocer que uno de los inconvenientes es el alto nivel de distorsión y asimetría, lo que dificulta reconocer el texto a los usuarios, causando incluso fatiga ocular. Con respecto a CAPTCHA HIP

en E18 se menciona que no es adecuado para personas con discapacidad visual o con dificultades de aprendizaje.

En E4 se determina que cuando los usuarios se enfrentaron a la **autenticación por token** con la llave de seguridad entre el 25% y 64% de los usuarios abandonaron el intento de inicio de sesión, mientras que del 16% al 28% optaron por resolver un desafío alternativo, esto indica que no es muy aceptable el uso de dispositivos hardware para la autenticación.

3. Conclusiones

En esta RSL se han encontrado varios hallazgos importantes entre ellos están: todos los métodos generales de autenticación para aplicaciones web han sido analizados desde el punto de vista de la usabilidad, siendo específicamente los métodos de reconocimiento de imágenes, los esquemas de recordar con señales, OTP basado en SMS y autenticación con llave de seguridad (token) los métodos específicos más analizados, sin embargo la autenticación por contraseña textual es la más utilizada hoy en día, y la que más exigencias de caracteres presenta, siendo uno de los métodos que menos estudios de satisfacción de usuarios tiene, es decir, se ha incrementado el nivel de seguridad en las contraseñas textuales dejando en segundo plano la usabilidad.

En cuanto a los métodos de evaluación de usabilidad se puede apreciar que los métodos de indagación son los más utilizados, es decir, se basan en la opinión de los usuarios, pocos estudios han sido analizados a través de los métodos de inspección, es decir, considerando a los expertos en el área de la usabilidad, y si a esto se le suma que la muestra tomada para los estudios de usabilidad es limitada a ciertos factores como la edad, pues el 50% de los estudios se han aplicado a los adultos jóvenes que oscilan entre los 20 y 40 años, y aunque el 16% de los estudios no especifican la edad, solo en el 6% se ha considerado hacer el estudio con los adultos mayores, quienes debido al avance tecnológico han tenido que migrar al uso de internet, lo que ha resultado complicado e inseguro para esta población; como se menciona en las limitantes de los estudios muchas veces se usan métodos poco fáciles de aprender y usar, por lo que los adultos mayores prefieren revelar sus claves a sus familiares o incluso a desconocidos y así poder hacer uso de la tecnología. Otro de los factores limitantes es el conocimiento académico de los participantes en los estudios de esta revisión, solo el 5% definió como requisito personas no profesionales, que de igual manera se ven obligados a usar el internet y por ende los métodos de autenticación web para el acceso a sus diferentes cuentas. Así también, se ha sesgado los participantes en el 94% de los estudios analizados excluyendo a las personas con discapacidad visual o con problemas de aprendizaje como la dislexia Entonces con estos hallazgos se evidencia la necesidad del desarrollo de trabajos futuros en las áreas relacionadas a adultos mayores, personas con poca formación académica y personas con discapacidad visual o problemas de aprendizaje, para facilitar así, su inclusión en el uso de la autenticación web.

Los métodos de evaluación específicos de usabilidad más utilizados son: los cuestionarios que son preparados considerando los parámetros de usabilidad que se requieren medir, y el método de las medidas de prestaciones que corresponde a la obtención de valores objetivos del experimento como: tiempo de interacción, número de accesos exitosos,

fallidos, entre otros. En esta RSL se han destacado como parámetros de usabilidad los siguientes: Fácil de aprendizaje, Eficiencia en el uso, Satisfacción, Tiempo total de ejecución y Sin esfuerzo de memoria.

Finalmente, se han reportado los inconvenientes de usabilidad en varios métodos de autenticación web, y las nuevas propuestas, aunque mejoran la satisfacción de usuario, aún no han sido aplicadas en ambientes productivos a gran escala, por lo que se puede requiere una mayor difusión e investigación para mejorar la usabilidad en los métodos de autenticación web y así sea otro factor determinante en el desarrollo de software al igual que la funcionalidad y la seguridad.

Referencias

Bonneau, J., Herley, C., Oorschot, P. C. van, & Stajano, F. (2012). The Quest to Replace Passwords: A Framework for Comparative Evaluation of Web Authentication Schemes. 2012 IEEE Symposium on Security and Privacy, 553-567. https://doi.org/10.1109/SP.2012.44

Burr, W. E., Dodson, D. F., Newton, E. M., Perlner, R. A., Polk, W. T., Gupta, S., & Nabbus, E. A. (2013). Electronic Authentication Guideline. National Institute of Standards and Technology. https://doi.org/10.6028/NIST.SP.800-63-2

Chen, A., & Goh, W. (2015). Two Factor Authentication Made Easy. https://doi.org/10.1007/978-3-319-19890-3_29

Deitel, P., Deitel, H., & Deitel, A. (2014). Cómo programar Internet & World Wide Web (5a. Ed.). Pearson Educación.

Dieste, O., & Padua, A. G. (2007). Developing Search Strategies for Detecting Relevant Experiments for Systematic Reviews. First International Symposium on Empirical Software Engineering and Measurement. https://doi.org/10.1109/ESEM.2007.19

Guillén Núñez, P., Castro Simón, M. Á. de, & Gómez López, J. (2014). Hackers: Aprende a atacar y a defenderte (2a. ed.). RA-MA Editorial.

ISO 9244-11:2018. (2018). ISO 9241-11:2018(en), Ergonomics of human-system interaction—Part 11: Usability: Definitions and concepts. https://www.iso.org/obp/ui/es/#iso:std:iso:9241:-11:ed-2:v1:en:en.

Ivory, M. Y., & Hearst, M. A. (2001). The state of the art in automating usability evaluation of user interfaces. ACM Computing Surveys, 470-516. https://doi.org/10.1145/503112.503114

Jebriel, S. M., Alali, H., & Abuzaraida, M. A. (2015). Investigating the usability of using Doodles Scan System (DSS): The case of Misurata. IEEE International Conference on Service Operations And Logistics, And Informatics, 186-191. https://doi.org/10.1109/SOLI.2015.7367617

Kitchenham, BA & Charters, Stuart. (2007). Guidelines for performing Systematic Literature Reviews in Software Engineering.

Luque, L., & Adrián, N. (2019). Herramienta de apoyo a revisiones sistemáticas de la literatura en el área de la computación. http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/170457

Mantovani, I. V., & Hecht, D. J. P. (2019). Autenticación de Múltiples factores (MFA).

Maris Massa, S., De Giust, A., & Pesado, P. (2012). Métodos de evaluación de usabilidad: Una propuesta de aplicación en Objetos de Aprendizaje. https://core.ac.uk/download/pdf/301039825.pdf

Mendoza, A. G., Burgos, F. B., Sarmiento, C. C., & Rivas, W. R. S. (2020). La importancia de la autenticación multifactor para el usuario final en un entorno financiero. Informática y Sistemas: Revista de Tecnologías de la Informática y las Comunicaciones. https://doi.org/10.33936/isrtic.v4i1.2347

Min, Z., Ryan, B., & Atkinson, S. (2012). The Factors Affect User Behaviour in a Picture-Based User Authentication System: PixelPin. Computer Science and Convergence. Vol. 114. Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/978-94-007-2792-2_4

Pérez, A., Mata, W., Iñiguez Carrillo, A., Cobian, M., & Luis, A. (2006). Uso del TAM en la implementación de la plataforma educativa móvil. El Hombre y la Máquina.

Ramírez, J. G., Jiménez, H. H., & Font, V. G. (2019). Autenticación de doble factor mediante OTPs.

Rodríguez Valdés, O., Legón, C. M., & Socorro Llanes, R. (2018). Seguridad y usabilidad de los esquemas y técnicas de autenticación gráfica. Revista Cubana de Ciencias Informáticas.

Rodríguez, I, Arcos, G., Pástor, D., Oñate, A., & Gómez, O. S. (2021). Open Data in Higher Education—A Systematic Literature Review. Advances in Emerging Trends and Technologies (pp. 75-88). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-63665-4_6

Referencias de Estudios primarios

(E1) Karim, N. A., Shukur, Z., & AL-banna, A. M. (2020). UIPA: User authentication method based on user interface preferences for account recovery process. Journal of Information Security and Applications. https://doi.org/10.1016/j.jisa.2020.102466

(E2) Dressel, T., List, E., & Echtler, F. (2019). SecuriCast: Zero-touch two-factor authentication using WebBluetooth. Proceedings of the ACM SIGCHI Symposium on Engineering Interactive Computing Systems. https://doi.org/10.1145/3319499.3328225

(E3) Alnfiai, M., & Sampalli, S. (2019). BraillePassword: Accessible web authentication technique on touchscreen devices. Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing. https://doi.org/10.1007/s12652-018-0860-x

(E4) Doerfler, P., Thomas, K., Marincenko, M., Ranieri, J., Jiang, Y., Moscicki, A., & McCoy, D. (2019). Evaluating Login Challenges as aDefense Against Account Takeover. The World Wide Web Conference on - WWW. https://doi.org/10.1145/3308558.3313481

(E5) Chalil Madathil, K., Greenstein, J. S., & Horan, K. (2019). Empirical studies to investigate the usability of text- and image-based CAPTCHAs. International Journal of Industrial Ergonomics. https://doi.org/10.1016/j.ergon.2018.12.003

(E6) Ciolino, S., Parkin, S., & Dunphy, P. (2019). Of Two Minds about Two-Factor: Understanding Everyday FIDO U2F Usability through Device Comparison and Experience Sampling.

(E7) Dou, Z., Khalil, I., & Khreishah, A. (2018). A Novel and Robust Authentication Factor Based on Network Communications Latency. IEEE Systems Journal. https://doi.org/10.1109/JSYST.2017.2691550

(E8) Varshney, G., & Misra, M. (2017). Push notification-based login using BLE devices. 2017 2nd International conferences on Information Technology, Information Systems and Electrical Engineering (ICITISEE). https://doi.org/10.1109/ICITISEE.2017.8285554

(E9) Komarova, A., Menshchikov, A., Negols, A., Korobeynikov, A., Gatchin, Y., & Tishukova, N. (2018). Comparison of Authentication Methods on Web Resources. Proceedings of the Second International Scientific Conference "Intelligent Information Technologies for Industry". Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-68321-8_11

(E10) Seitz, T., Mathis, F., & Hussmann, H. (2017). The bird is the word: A usability evaluation of emojis inside text passwords. Proceedings of the 29th Australian Conference on Computer-Human Interaction-OZCHI'17. https://doi.org/10.1145/3152771.3152773

(E11) Bostani, H., & Gregoire, J.-C. (2017). Usable authentication systems for real time web-based audio/video communications. 20th Conference on Innovations in Clouds, Internet and Networks. https://doi.org/10.1109/ICIN.2017.7899400

(E12) Ranjan, A. K., & Kumar, B. (2016). Three Steps Secure Login: A systematic approach. Proceedings of the Ninth Annual ACM India Conference on - ACM COMPUTE '16. https://doi.org/10.1145/2998476.2998484

(E13) Kayem, A. V. D. M. (2016). Graphical Passwords—A Discussion. 30th International Conference on Advanced Information Networking and Applications Workshops. https://doi.org/10.1109/WAINA.2016.31

(E14) Jebriel, S. M., Alali, H., & Abuzaraida, M. A. (2015). Investigating the usability of using Doodles Scan System (DSS): The case of Misurata. IEEE International Conference on Service Operations, Logistics, and Informatics. https://doi.org/10.1109/SOLI.2015.7367617

(E15) Ruoti, S., Roberts, B., & Seamons, K. (2015). Authentication Melee: A Usability Analysis of Seven Web Authentication Systems. Proceedings of the 24th International Conference on World Wide Web. https://doi.org/10.1145/2736277.2741683

(E16) Chen, A., & Goh, W. (2015). Two Factor Authentication Made Easy. https://doi.org/10.1007/978-3-319-19890-3_29

(E17) Ullah, A., Xiao, H., & Barker, T. (2015). Usability of Activity-Based and Image-Based Challenge Questions in Online Student Authentication. Human Aspects of Information Security, Privacy, and Trust. Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-20376-8_12

(E18) Nayeem, M. T., Rashid, M., Sakib, N., & Kabir, Md. W. U. (2014). Design of a Human Interaction Proof (HIP) using human cognition in contextual natural conversation. IEEE 13th International Conference on Cognitive Informatics and Cognitive Computing. https://doi.org/10.1109/ICCI-CC.2014.6921454

(E19) Aljahdali, H. M., & Poet, R. (2013). The Affect of Familiarity on the Usability of Recognition-Based Graphical Passwords: Cross Cultural Study between Saudi Arabia and the United Kingdom. 12th IEEE International Conference on Trust, Security and Privacy in Computing and Communications. https://doi.org/10.1109/TrustCom.2013.187

(E20) Arianezhad, M., Stebila, D., & Mozaffari, B. (2013). Usability and Security of Gaze-Based Graphical Grid Passwords. Financial Cryptography and Data Securit. Springer Berlin Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-642-41320-9_2

(E21) Bhuyan, S., Greenstein, J. S., & Juang, K. A. (2013). Evaluating the Usability of System-Generated and User-Generated Passwords of Approximately Equal Security. Human Aspects of Information Security, Privacy, and Trus. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-642-39345-7_1

(E22) Dodson, B., Sengupta, D., Boneh, D., & Lam, M. S. (2012). Secure, Consumer-Friendly Web Authentication and Payments with a Phone. Mobile Computing, Applications, and Services. Springer Berlin Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-642-29336-8_2

(E23) Bonneau, J., Herley, C., Oorschot, P. C. van, & Stajano, F. (2012). The Quest to Replace Passwords: A Framework for Comparative Evaluation of Web Authentication Schemes. IEEE Symposium on Security and Privacy. https://doi.org/10.1109/SP.2012.44

(E24) Min, Z., Ryan, B., & Atkinson, S. (2012). The Factors Affect User Behaviour in a Picture-Based User Authentication System: PixelPin. Computer Science and Convergence. Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/978-94-007-2792-2_4

(E25) Chowdhury, S., & Poet, R. (2011). Comparing the usability of Doodle and Mikon images to be used as authenticators in graphical authentication systems. International Conference on User Science and Engineering (i-USEr). https://doi.org/10.1109/iUSEr.2011.6150536

(E26) Ma, Y., & Feng, J. (2011). Evaluating Usability of Three Authentication Methods in Web-Based Application. Ninth International Conference on Software Engineering Research, Management and Applications. https://doi.org/10.1109/SERA.2011.18

(E27) Mihajlov, M., & Jerman-Blažič, B. (2011). On designing usable and secure recognition-based graphical authentication mechanisms. Interacting with Computers. https://doi.org/10.1016/j.intcom.2011.09.001

(E28) Fuglerud, K., & Dale, O. (2011). Secure and Inclusive Authentication with a Talking Mobile One-Time-Password Client. IEEE Security & Privacy Magazine. https://doi.org/10.1109/MSP.2010.204

(E29) Aslam, B., Wu, L., & Zou, C. C. (2010). PwdIP-Hash: A Lightweight Solution to Phishing and Pharming Attacks. Ninth IEEE International Symposium on Network Computing and Applications. https://doi.org/10.1109/NCA.2010.35

(E30) Weir, C. S., Douglas, G., Richardson, T., & Jack, M. (2010). Usable security: User preferences for authentication methods in eBanking and the effects of experience. https://doi.org/10.1016/j.intcom.2009.10.001

(E31) Jali, M. Z., Furnell, S. M., & Dowland, P. S. (2010). Assessing image-based authentication techniques in a web-based environment. Information Management & Computer Security. https://doi.org/10.1108/09685221011035250

risti
Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação
Iberian Journal of Information Systems and Technologies

Recebido/Submission: 25/05/2021
Aceitação/Acceptance: 31/07/2021

Aplicación de reactivos para el control del desequilibrio del sistema eléctrico de potencia por incertidumbre de la demanda

Jair Salazar[1], Diego Carrión[2]

jsalazarl3@est.ups.edu.ec; dcarrion@ups.edu.ec

[1] Universidad Politécnica Salesiana, residencia, Av. Isabel La Católica N. 23-52 y Madrid, Quito, Ecuador.

[2] Universidad Politécnica Salesiana, residencia, Av. Isabel La Católica N. 23-52 y Madrid, Quito, Ecuador.

Pages: 484-500

Resumen: El presente artículo propone un levantamiento de información de artículos de alto impacto el cual será la base para el estudio de ubicación de compensación reactiva donde el principal objetivo es brindar calidad y confiabilidad al SEP mejorando así el perfil de voltaje y potencia reactiva, con la característica de que ocurren variaciones en la demanda en la que se debe tener un criterio correcto porque a medida que pasa el tiempo la demanda crece siendo otro problema de estudio, por lo tanto tener una idea de que país o autor elabora más investigaciones con referencia a compensación reactiva permite una mejor visión de posibles opciones de solución resaltando aquellas con mayor impacto, para el análisis se parte de una base de datos en este caso Scopus para obtener todos los autores y países que han trabajado en referencia a la temática, es así que el presente artículo ayudará a futuras investigaciones y orientará por el camino correcto de investigación.

Palabras-clave: Confiabilidad; Perfil de voltaje; Potencia Reactiva; Compensación Reactiva; demanda.

Application of reactives to control the imbalance of the electrical power system due to the uncertainty of the demand

Abstract: This article proposes a survey of information from high impact articles which will be the basis for the study of reactive compensation location where the main objective is to provide quality and reliability to the SEP, thus improving the voltage and reactive power profile, with the characteristic that variations in demand occur in which a correct criterion must be had because as time passes the demand grows being another study problem, therefore having an idea of which country or author does more research with reference to reactive compensation allows a better vision of possible solution options, highlighting those with the greatest impact, for the analysis we start from a database in this case Scopus to obtain all the authors and countries that have worked on the subject, so the this article will help future research and guide you on the right path of research.

Keywords: Reliability; Voltage Profile; Reactive Power; Reactive Compensation; Demand.

1. Introducción

En la actualidad con el aumento de demanda que se presenta en los sistemas eléctricos de potencia y la incertidumbre de dicha demanda genera algunos retos a solucionar los cuales ocasionan pérdidas en el sistema, entonces proponen una solución que es el uso de compensación reactiva el cual puede ayudar a mantener los voltajes de cada barra en condiciones operables y como resultado reducir las pérdidas de la línea de alimentación, esta acción ayudará hacer frente a cualquier aumento de carga futuro (Fagundes, Cardoso, Stangler, Neves, & Mezaroba, 2020; Soto & Hinojosa, 2016).

En (Karmakar & Bhattacharyya, 2020) se propone una planificación de energía reactiva (RPP), mediante una estrategia de dos niveles basado en la sensibilidad para minimizar el costo operativo del sistema en áreas de una óptima (RPP) en donde es un desafío en una red eléctrica, la cual comprende diferentes configuraciones de parámetros de control óptimo como la generación de potencia reactiva (VAr) de generadores, ajustes del tap del transformador, etc.

La efectividad de generación distribuida (GD) para el apoyo de energía reactiva depende en gran medida de las reglas y requisitos de planificación de la red aplicados en el interfaz de transmisión-distribución (Kraiczy, Wang, Schmidt, Wirtz, & Braun, 2018).

La capacidad de soporte de potencia reactiva dinámica puede ser una alternativa, cuando se combina con un retiro adecuado del equipo y esquema de actualizaciones, entonces el controlador de potencia reactiva incluye dos partes la primera es por medio de las variables de estado estimadas y el estado del modelo de control, la segunda es la señal de control que se calcula utilizando un algoritmo difuso según la desviación de voltaje del sistema en la línea el cual permite obtener mejores resultados y control del mismo (Ding et al., 2018; J. Liu, Xu, Dong, & Wong, 2018; Mi, Song, Fu, & Wang, 2020).

Durante la planificación de compensación de potencia reactiva, los métodos descentralizados solo proporcionan una ubicación óptima del capacitor para una situación de carga particular donde primero incluye explícitamente varios costes de tecnología compensadora y dinámica en la optimización de espacio de búsqueda, segundo evita las restricciones de la barra candidata, por lo tanto permite soluciones distribuidas, y tercero asegura la resolución de todo lo que se refiere a perturbaciones y para manejar la incertidumbre de los parámetros de entrada propone un método en donde intenta inmunizar la planificación de (VAr) (Chen, Eddy, Gooi, Wang, & Lu, 2015; Shojaei, Ghadimi, Miveh, Gandoman, & Ahmadi, 2021; Tahboub, El Moursi, Woon, & Kirtley, 2018).

La mayoría de los dispositivos de compensación como TCR, SVC STATCOM, TCSC y SSSC están diseñados para operar bajo límites especificados, estos límites corresponden a sus condiciones normales de funcionamiento, sin embargo, durante condiciones defectuosas en la red estas están fuera de los límites operativos (Dike & Mahajan, 2015). La ubicación óptima se resuelve incorporando variables operativas y de inversión en la

optimización y la instalación de FACTS introduce grados de libertad adicionales que se ajustan independientemente para cada escenario dentro de la instalación, en otras palabras, la ubicación se resuelve teniendo en cuenta la conciencia operativa (Frolov, Thakurta, Backhaus, Bialek, & Chertkov, 2019).

En (Zhou et al., 2020) los autores proponen una planificación de optimización estocástica, para minimizar el costo total de inversión y el costo operativo por medio de flujo de energía de CA linealizado e implementa pérdidas de trabajo para acomodar mejor la generación renovable, los bancos de capacitores y los compensadores (VAr) estáticos se incluyen como compensación reactiva.

Las inyecciones de energía reactiva sujeto a ciertas restricciones del flujo y voltaje operativo por medio de sistemas de almacenamiento están basados en una optimización multiobjetivo estos sistemas de almacenamiento que se consideran son baterías por lo que requieren sistemas convertidores de potencia electrónicos como interfaz entre las baterías y la red donde utiliza esos convertidores para proporcionar un servicio auxiliar más específicamente, compensación de potencia reactiva (Pires, Pombo, & Lourenço, 2019; Todescato, Simpson-Porco, Dorfler, Carli, & Bullo, 2018).

En (Liudvinavičius, 2017) se propone un nuevo método de compensación de potencia reactiva donde el objetivo es aumentar el factor de potencia del sistema, para soportar la potencia real extraída del sistema, para compensar la regulación de voltaje y para eliminar armónicos de corriente, proporcionando los esquemas de conexión de bancos de capacitores para la compensación de potencia reactiva.

La ubicación óptima y dimensionamiento del capacitor en redes de distribución es uno de los problemas importantes de energía para ello se emplea un algoritmo híbrido basado en la combinación de optimización de enjambre de partículas (PSO) y algoritmos de tipo electromagnético (EM) (Shefaei, Vahid-Pakdel, & Mohammadi-ivatloo, 2018).

La desviación del voltaje de carga se aplica para una mejora de resultados, el problema de planificación de la potencia reactiva y los problemas de minimización de la desviación del voltaje de carga se resuelven utilizando el algoritmo de búsqueda diferencial (DSA) y otra dinámica de optimización de planificación (VAr) basado en un algoritmo de casos de mapeo de tiendas mejorado (Amrane, Boudour, & Belazzoug, 2015; Yang, Cheng, Ma, Yao, & Zhu, 2018).

La estrategia de planificación es reducir la potencia reactiva para garantizar la calidad de la energía y la continuidad del servicio en este estudio confirma claramente que la reconfiguración flexible de conmutadores múltiples de varias salidas en coordinación con ubicación óptima y control dinámico de potencia reactiva de dispositivos mejorará la calidad de la energía, en particular en situaciones críticas (Mahdad, 2019).

El propósito del presente artículo es realizar el levantamiento de información de artículos de alto impacto el cual será la base para el estudio de ubicación de compensación reactiva, el levantamiento de la información se realizará con todas las referencias citadas para encontrar las restricciones del problema y las soluciones al problema de compensación reactiva con sistemas desbalanceados, para obtener información a nivel mundial se utilizará una base de datos Scopus para el análisis por países y por investigadores que más han aportado a la temática.

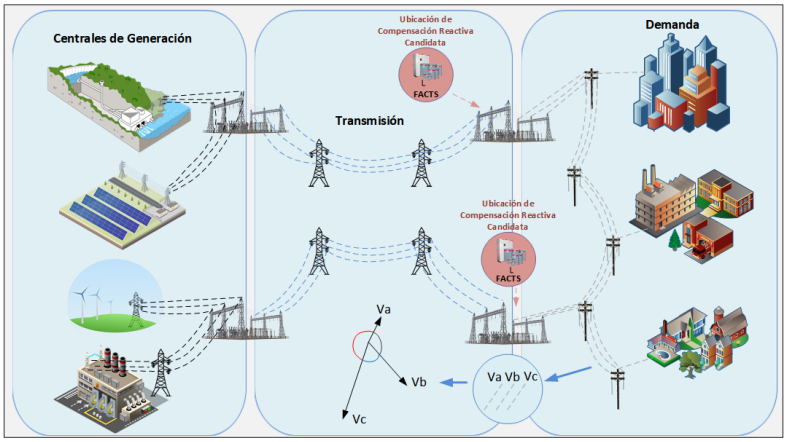


Figura 1 – Compensación Reactiva en el SEP

En adelante este documento se organiza de la siguiente manera. En la sección II revisa las tecnologías de compensación reactiva. En la sección III describe flujos de potencia desbalanceados. En la sección IV análisis genérico de otras investigaciones. En la sección V se exponen las conclusiones.

2. Trabajos Relacionados

2.1. Compensación Reactiva

El costo de adquisición, instalación y mantenimiento de la mayoría de los dispositivos FACTS son exorbitantes y, por lo tanto, económicamente inviable. Aunque se han probado SSSC, UPFC, IPFC y GUPF en proyectos piloto los casos de instalación práctica son muy insignificantes así pues ha dejado a los operadores del sistema para continuar haciendo uso de los dispositivos de compensación simples y relativamente baratos como el SVC y el STATCOM, por lo tanto, es necesario incorporar dispositivos de monitoreo de estado que también guie en la utilización adecuada de estos dispositivos (Dike & Mahajan, 2015).

La flexibilidad de los dispositivos FACTS en términos de sus ajustes dentro de las limitaciones de capacidad, compensaciones prácticas y a largo plazo entre gastos de capital y gastos operativo se dice que una instalación adecuada de los dispositivos permite hacer ambas cosas: ampliar o mejorar la viabilidad del dominio para el sistema y también disminuir la potencia a largo plazo y costo de generación para así hacer disponible una generación más barata (Frolov et al., 2019).

La compensación de potencia reactiva se considera y se analiza para compensación adecuada, condicionalmente adecuada y total, así como sobrecompensación aunque se puede concluir que la potencia reactiva y la compensación es un tema maduro, conviene enfatizar que los efectos de los capacitores de derivación en el funcionamiento de la distribución (Korunovic, Jovic, & Djokic, 2019).

$$V_s = V_{af} - j(X_c) * I \tag{1}$$

$$I = \frac{(1-\beta)V_s}{X_C} \rightarrow Q = \frac{(1-\beta)V_s^2}{X_C} \tag{2}$$

Donde:

I corriente del filtro hibrido

β control del banco de capacitores

X_C reactancia capacitiva

V_s voltaje en fase

Q Potencia reactiva

V_{af} Voltaje usado para el control de potencia reactiva

Subcompensación (0 < β <1): cuando la potencia del banco de capacitores excede la potencia por la carga (Ferreira et al., 2018).

Sobrecompensación (- 1 < β <0): si la potencia del banco de condensadores no es suficiente para satisfacer los requisitos de carga (Ferreira et al., 2018).

2.2. Planeación

Estratégicamente, un proceso económico es identificar las ubicaciones óptimas para la ubicación del capacitor que puede conducir a una reducción medible en la pérdida de potencia antes de resolver el problema de (RPP) con este contexto así intentar elegir fuera de las barras las áreas críticas débiles, propensas al colapso de voltaje, de modo que los ingenieros u operadores del sistema pueden tomar las medidas adecuadas también para aliviar el problema de la inestabilidad (Karmakar & Bhattacharyya, 2020; J. Liu et al., 2018).

Una planificación de potencia reactiva multiobjetivo viene dada de la siguiente manera:

$$minF_1 = \min\left[h.P_{loss}.d_l + \sum_{i\in N_C}(C_0 + C_1.Q_{Ci})\right] \tag{3}$$

$$minF_2 = \min\left[\max\left[L_j\right]\right], L_j = \left|1 - \sum_{i=1}^{N_G} F_{ji}\frac{\overline{V_i}}{\overline{V_j}}\right|, j \in N_{PQ} \tag{4}$$

Donde:

i,j índices del número de barras

$F_{(\,)}$ variable asociada para modelar formulación del extendido

h por costo unitario de energía ($/MWh)

P_{loss} pérdidas de potencia activa (MW)

d_l duración del nivel de carga (h)

N_C conjunto de dispositivos compensadores de (VAr)

C_0 costo fijo de instalación de los dispositivos compensadores ($)

C_1 costo de instalación de la variable compensadora ($/kVAr)

Q_{Ci} potencia reactiva de salida del dispositivo compensador conectado en el bus i (MVAr)

L_j valor del índice de estabilidad de voltaje en la barra de carga j

N_G conjunto de generadores

N_{PQ} conjunto de barras de carga

F_{ji} matrices obtenidas de la matriz Ybarra consecutiva (pu)

$\overline{V_i}$ voltaje de la unidad de generación conectada a la barra i

$\overline{V_j}$ voltaje de la barra de carga j

La planificación óptima de Generación Distribuida (DG) y de equipos de compensación tomando en cuenta la maximización del costo beneficio total como objetivo principal, se logra minimizar la energía comprada de la subestación, incluida las pérdidas de energía y también en la evaluación de la tasa de falla del alimentador de modo que el coeficiente de compensación se identifica que el cliente resulta en un mejor costo-beneficio neto (Arulraj & Kumarappan, 2019).

El problema de planificación de potencia reactiva y los problemas de minimización de desviación de voltaje de carga se resuelven utilizando un nuevo método de optimización a saber, el algoritmo de búsqueda diferencial (DSA) además, resuelve el problema de minimización del costo del combustible (J. Wang, Zhou, Chung, & Wang, 2020). Para identificar la ubicación óptima candidata de los dispositivos de compensación de potencia reactiva y el problema de planificación, se utiliza un nuevo índice de estabilidad de voltaje el índice de estabilidad de voltaje rápido (FVSI), un óptimo modelo de planificación basado en varios escenarios es un gran método, sin embargo, la computación sustancial requiere tiempo si se consideran todos los escenarios por lo tanto, es necesario reducir el número y mantener las características de los datos originales (Amrane et al., 2015; J. Wang et al., 2020).

2.3. Incertidumbre de la demanda

Los enfoques de optimización robustos modelan las incertidumbres como intervalos e involucran problemas de optimización para resolver los límites estatales en intervalo de análisis de conjuntos, la incertidumbre se demuestra como un intervalo o conjunto, donde el algoritmo de conjunto de intervalo se utiliza para estimar el límite de salida (El-Azab, Omran, Mekhamer, & Talaat, 2020; Fagundes et al., 2020).

Los modelos de enfoques probabilísticos o parámetros inciertos como variables aleatorias utilizan métodos analíticos para propagar la incertidumbre, como también

con la simulación de Monte Carlo utilizan el enfoque probabilístico ya que es el más común utilizado para manejar las incertidumbres en los sistemas de potencia (El-Azab et al., 2020).

La incertidumbre puede ser modelado considerando las demandas de potencia activa y reactiva como funciones de distribución de probabilidad (PDF), donde diferentes PDF se pueden utilizar para representar esta incertidumbre en la demanda, porque las características fundamentales en los sistemas de energía eléctrica modernos es el aumento de las incertidumbres relacionadas con ambas cargas y los recursos energéticos renovables, donde varios enfoques propuestos tienen para manejar las incertidumbres en el sistema de energía y que generalmente se pueden clasificar en enfoques robustos de optimización, enfoques probabilísticos e interacciones, análisis de conjuntos (El-Azab et al., 2020).

El método teoría de datos difusos utiliza soluciones óptimas de Pareto para resolver el problema con funciones objetivas y limitaciones, además, emplea un mecanismo basado en difusos para extraer la mejor solución comprometida entre tres funciones objetivas diferentes (Zeinalzadeh, Mohammadi, & Moradi, 2015).

Los operadores de red necesitan acceder a los datos de carga para planificar y operar los sistemas de distribución ya que la carga en las redes de distribución puede ser estocástica pero por la necesidad de encontrar una técnica adecuada para la operación debe evaluar los conceptos de sistemas de distribución que consideran incertidumbres en las cargas (Zeinalzadeh et al., 2015; Zhou et al., 2020).

3. Formulación del problema

3.1. Flujo de potencia desbalanceados

Dentro del análisis de flujo de potencia desbalanceados depende de las características de cada sistema donde se lo realiza mediante un flujo de potencia que el más aceptable para este tipo de estudio es el de Newton Raphson Desacoplado Rápido (Garces, 2016; Kim, 2018; Z. Liu & Milanović, 2015; Y. Wang, Zhang, Li, Yang, & Kang, 2017).

$$P_{ip} = |V_{ip}| \sum_k \sum_m |V_{km}| \left(G_{pmik} \cos(\theta_{ip} - \theta_{km}) + B_{pmik} \sin(\theta_{ip} - \theta_{km})\right) \quad (5)$$

$$Q_{ip} = |V_{ip}| \sum_k \sum_m |V_{km}| \left(G_{pmik} \sin(\theta_{ip} - \theta_{km}) - B_{pmik} \cos(\theta_{ip} - \theta_{km})\right) \quad (6)$$

$$(\Delta Vreg_x) = f(V_{al}, V_{bl}, V_{cl})(\Delta Vreg_x) = f(V_{al}, V_{bl}, V_{cl}) \quad (7)$$

$$Pg_i = \sum_p |Vint_i| \sum_k \sum_m |V_{km}| \left(G_{pmjk} \cos(\theta_{jp} - \theta_{km}) + B_{pmjk} \sin(\theta_{jp} - \theta_{km})\right) \quad (8)$$

El modelo de flujo de potencia de manera desbalanceada parte de ecuaciones no lineales de potencia activa y reactiva en cada fase y en todas las barras del sistema como se describe en la ecuación (5) y (6). La ecuación (7) es del regulador de voltaje de cada máquina síncrona donde depende a que fase se la aplica y la ecuación (8) es la potencia activa de cada máquina síncrona es la generación total excluyendo al generador oscilante.

$$\begin{bmatrix} \Delta P \\ \Delta P_g \\ \Delta Q \\ \Delta V_{reg} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A & E & I & M \\ B & F & J & N \\ C & G & K & P \\ D & H & L & R \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Delta\theta \\ \Delta\theta_{int} \\ \Delta V/V \\ \Delta V_{int}/V_{int} \end{bmatrix} \tag{9}$$

Se maneja el método iterativo de Newton-Raphson basándose en la ecuación (9) para encontrar las variables de cada barra donde también se realiza aproximaciones y trata de obtener el modelo desacoplado.

$$\begin{bmatrix} \Delta P \\ \Delta P_g \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A & E \\ B & F \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Delta\theta \\ \Delta\theta_{int} \end{bmatrix} \tag{10}$$

$$\begin{bmatrix} \Delta Q \\ \Delta V_{reg} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} K & P \\ L & R \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Delta V/V \\ \Delta V_{int}/V_{int} \end{bmatrix} \tag{11}$$

En la ecuación (10) y (11) se muestra una reducción la cual se da por una reducción del Jacobiano a dos submatrices por medio del principio de desacoplamiento donde se anulan los términos I, M, J, N, C, el desacoplamiento aprovecha la fuerte relación que posee la potencia activa con el ángulo y la potencia reactiva con el voltaje, hay que tener en cuenta que la especificación del regulador viene en función del voltaje donde las relación con los ángulos es nula lo que provoca que los términos D y H se anulen, por lo que para la resolución se facilita optimizando el proceso de cálculo. Aplica estas reducciones dado que en el método desacoplado rápido se da estas reducciones, en las ecuaciones (12) y (13) compara la potencia, admitancia y la diferencia angular que existente entre cada una de las fases para obtener una representación reducida de las submatrices Jacobiano.

$$\begin{bmatrix} \Delta P_{ip} \\ \Delta Pg_j \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} [V_{ip} M_{pmik} V_{km}] & \left[\sum_m V_{ip} M_{pmik} V_{intl}\right] \\ \left[\sum_p Vint_j M_{pmjk} V_{km}\right] & \left[\sum_m \sum_p Vint_j M_{pmjk} V_{intl}\right] \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Delta\theta_{km} \\ \Delta\theta_{intl} \end{bmatrix} \tag{12}$$

$$\begin{bmatrix} \Delta Q_{ip} \\ \Delta Vreg_j \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} [V_{ip} M_{pmik} V_{km}] & \left[\sum_m V_{ip} M_{pmik} V_{intl}\right] \\ V_{km}[L_{mjk}] & [0] \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Delta V_{km}/V_{km} \\ \Delta V_{intl}/V_{intl} \end{bmatrix} \tag{13}$$

Los términos (14) y (15) toman valores constantes y que no sufren ningún cambio bajo ciertos cálculos y tampoco varían en ninguna aproximación.

$$M_{pmik} = G_{pmik} sin(\theta_{ip} - \theta_{km}) - B_{pmik} \cos(\theta_{ip} - \theta_{km}) \tag{14}$$

$$L_{mjk} = V_{km}[L_{mjk}]' \tag{15}$$

El termino $[L_{mjk}]'$ es 1, si k es la barra terminal de generador j y m es igual a la fase donde se aplica el regulador de voltaje. Es 0, si k es la barra terminal de generador j y m es diferente a la fase donde se aplica el regulador de voltaje. Es 0, si k no es una barra terminal de un generador.

$$\begin{bmatrix} \Delta P_{ip}/V_{ip} \\ \Delta Pg_j/Vint_j \end{bmatrix} = [B'] \begin{bmatrix} \Delta\theta_{km} \\ \Delta\theta_{intl} \end{bmatrix} \tag{16}$$

$$\begin{bmatrix} \Delta Q_{ip}/V_{ip} \\ \Delta V_{regj} \end{bmatrix} = [B''] \begin{bmatrix} \Delta V_{km} \\ \Delta V_{intl} \end{bmatrix} \tag{17}$$

Todo el cálculo da como resultado las siguientes ecuaciones (16 y (17) la cual $[B']$ de orden $(3(n_b) + (n_{gen} - 1))$ y $[B'']$ de orden $(3(n_b) + (n_{gen}))$.

Donde:

p, m fases a, b, c

i, j, k, l índices de calculo

l barra terminal del generador

P_{ip} Potencia activa

Q_{ip} potencia reactiva

4. Análisis de resultados

El artículo busca presentar restricciones del problema y propuestas para resolver el problema de la temática de ubicación de compensación reactiva, aunque es muy difícil abarcar todas las investigaciones en donde para ello se tomó una base de datos Scopus con referencia a la temática con resultados de 1058 documentos, logrando como principal aporte las métricas en el que resaltan cual es el autor que más ha realizado el estudio de la temática y los principales países que han hecho investigaciones con referencia a ubicación de compensación reactiva, también como se entrelazan los investigadores a nivel mundial entre cada uno de ellos.

En la figura 2 se puede ver que los nodos más grandes son los autores que más impacto tienen sobre la temática y como se despliega hacia los nodos de menor tamaño, e indistintamente se puede apreciar el año de publicación donde varía dependiendo del color.

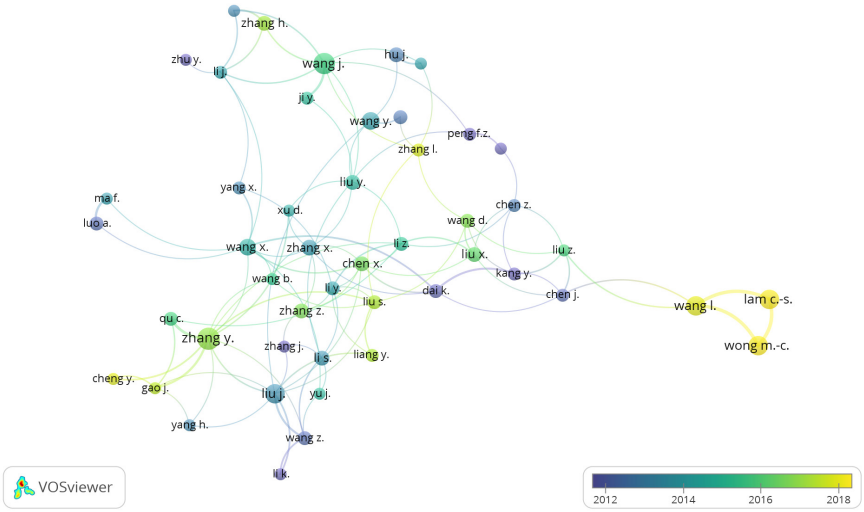


Figura 2 – Investigadores a nivel mundial con referencia a la temática

En la visualización de densidad el investigador que más ha aportado con referencia a la temática es Zhang Y esto se debe a la magnitud de color que es muy pronunciada donde le sigue Wang J como se denota en la figura 3.

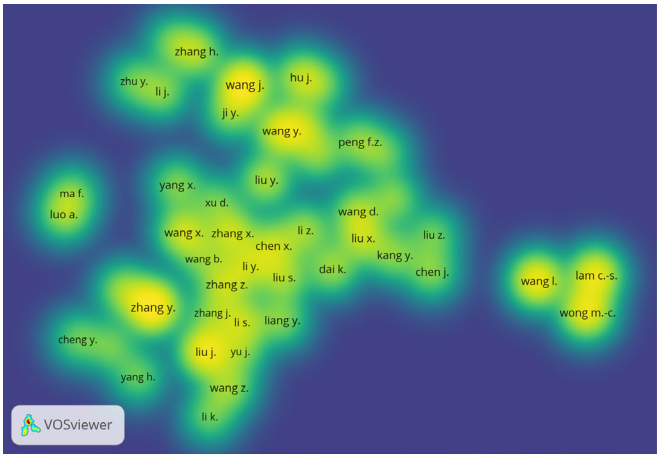


Figura 3 – Visualización densidad Investigadores a nivel mundial con referencia a la temática

El principal aporte es saber en qué país se realiza más investigaciones con referencia a ubicación de compensación reactiva y en este caso se denota que es China e India por la magnitud de sus nodos que son más grandes a diferencia del resto y para una

mejor interpretación se dividió en 7 grupos para apreciar la tendencia de investigación en países y así tomar en cuenta para posibles estudios como se puede ver en la figura 4.

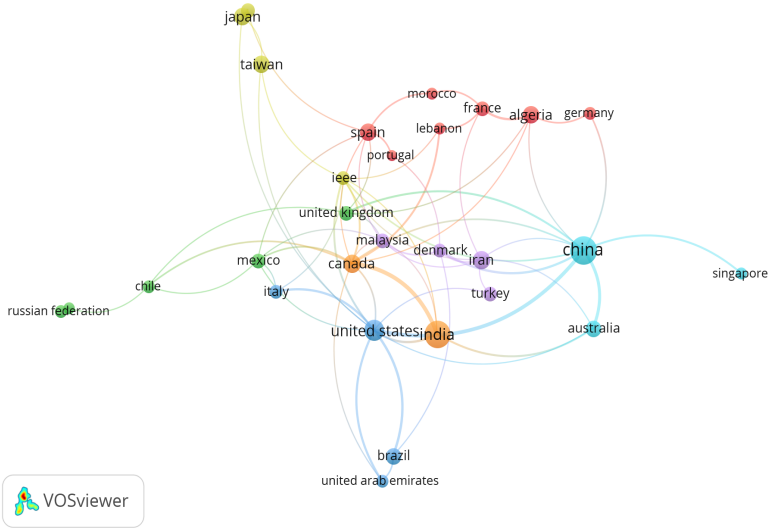


Figura 4 – Países con referencia a la temática

Para la elaboración de la Tabla 1 se tomó las referencias obtenidas durante la elaboración del artículo y se buscó su impacto en los investigadores mediante el número de citas que tiene cada uno, para después realizar un análisis del planteamiento del problema y las posibles soluciones para al final ir marcando los artículos que proponían lo que se denota en cada ítem.

Llegando a obtener como mayoría en restricción del problema a la potencia reactiva y comportamiento estocástico, esto se debe a que existe el mayor número de artículos que presentan los mismos problemas de dichos ítems y para la solución se denota un modelo estocástico y fuentes de VAR dinámicas siendo los principales métodos a analizar para futuros estudios.

En la matriz los investigadores con mayor impacto son Garces y Zeinalzadeh respectivamente al poseer mayores citas lo cual da una idea de que tan abierto y profundo es el tema de compensación reactiva.

DATOS			RESTRICCIONES DEL PROBLEMA				PROPUESTAS PARA RESOLVER EL PROBLEMA				
AÑO DE PUBLICACIÓN	INVESTIGADOR	NÚMERO DE CITAS PUBLISH OR PERISH SCHOLAR GOOGLE	PERFIL DE VOLTAJE	POTENCIA REACTIVA	COMPORTAMIENTO ESTOCASTICO Y ALEATORIO DE LA DEMANDA	ESPACIO DE BÚSQUEDA	FUENTES VAR DINÁMICAS	MODELO DPL	SISTEMA CENTRALIZADO	MODELO ESTOCÁSTICO	TÉCNICAS METAHEURÍSTICAS
2016	Soto	0								X	
2020	Fagundes	0	✠		✠						
2020	Karmakar	0		✠			✠				
2018	Kraiczy	8		✠							
2017	Liu	29		✠		✠			✠		
2019	Yang	1	✠			X					X
2017	Ding	40		✠	✠					✠	
2014	Chen	55		✠			✠		✠		
2017	Tahboub	11				✠					
2021	Hosseir	0			✠			✠		✠	
2015	Dike	15		X			X			X	
2019	Frolov	4			✠			✠			
2020	Zhou	0	✠		✠						✠
2017	Todescato	16		✠				X			
2019	Pires	6			✠						
2017	Liudvinavičius	8								X	
2018	Shefaei	20	✠						✠		
2018	Yang	6	✠				✠				
2015	Amrane	36		✠						X	
2019	Mahdad	8		✠			✠				
2019	Korunović	2	✠							X	
2017	Costa	53			✠		✠				
2019	Arulraj	12	✠		✠					✠	
2019	Wang	5			✠		✠				
2020	El-Azab	1		✠				✠			

DATOS			RESTRICCIONES DEL PROBLEMA				PROPUESTAS PARA RESOLVER EL PROBLEMA				
AÑO DE PUBLICACIÓN	INVESTIGADOR	NÚMERO DE CITAS PUBLISH OR PERISH SCHOLAR GOOGLE	PERFIL DE VOLTAJE	POTENCIA REACTIVA	COMPORTAMIENTO ESTOCÁSTICO Y ALEATORIO DE LA DEMANDA	ESPACIO DE BÚSQUEDA	FUENTES VAR DINÁMICAS	MODELO DPL	SISTEMA CENTRALIZADO	MODELO ESTOCÁSTICO	TÉCNICAS METAHEURÍSTICAS
2015	Zeinalzadeh	162			X					X	
2015	Garces	166		✠						✠	
2017	Wang	44		✠							
2018	Jin Kim	0			✠						
2014	Liu	62		✠							

Tabla 1 – Tendencia de investigación en ubicación de compensación reactiva

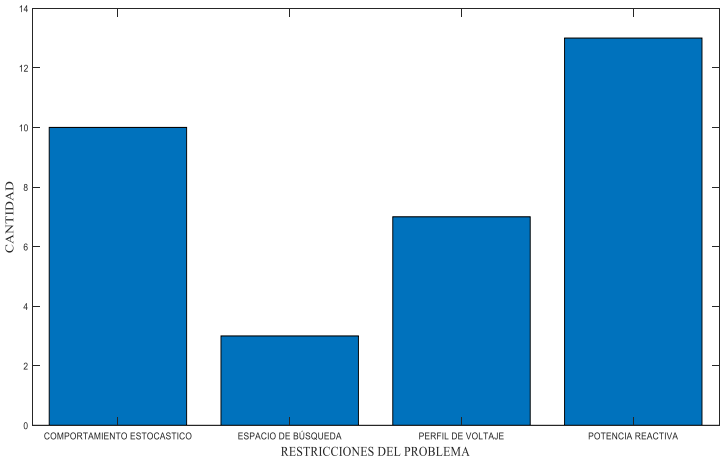


Figura 5 – Restricciones del problema

Las figuras 5 y 6 describen los resultados de la tabla 1 donde se interpreta de una mejor manera los totales en restricciones del problema y propuestas para resolver el problema cuando se produce la ubicación de compensación reactiva teniendo en cuenta la cantidad de los artículos que denotan dichos problemas.

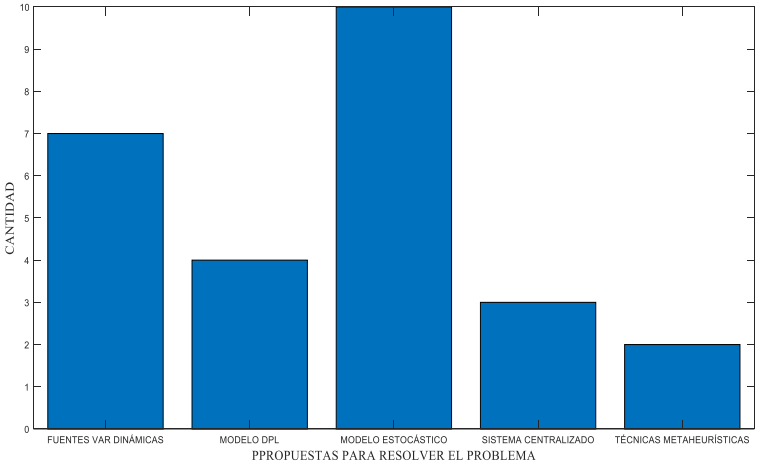


Figura 6 – Propuestas para resolver el problema

5. Conclusiones

El estudio de ubicación de compensación reactiva es una temática muy amplia y lo mejor para realizar un correcto análisis es utilizar una base de datos como en este caso Scopus, existen muchas más como Web of Science, Microsoft academic, etc, en la que se realizó se puede denotar la tendencia de investigación.

La utilización de compensación reactiva en el SEP tiende a múltiples restricciones siendo la principal la potencia reactiva y con ayuda de la base de datos se pudo apreciar la tendencia de que autores y países son los que más impacto han tenido siendo un aporte fundamental para futuras investigaciones.

El levantamiento de información planteado con las investigaciones citadas presenta resultados favorables para el problema de aplicación de reactivos llegando a constatar múltiples soluciones, una de ellas como principal se tiene el planteamiento de un modelo estocástico.

Referencias

Amrane, Y., Boudour, M., & Belazzoug, M. (2015). A new Optimal reactive power planning based on Differential Search Algorithm. International Journal of Electrical Power and Energy Systems, 64, 551–561. https://doi.org/10.1016/j.ijepes.2014.07.060

Arulraj, R., & Kumarappan, N. (2019). Optimal economic-driven planning of multiple DG and capacitor in distribution network considering different compensation coefficients in feeder's failure rate evaluation. Engineering Science and Technology, an International Journal, 22(1), 67–77. https://doi.org/10.1016/j.jestch.2018.08.009

Chen, S. X., Eddy, Y. S. F., Gooi, H. B., Wang, M. Q., & Lu, S. F. (2015). A centralized reactive power compensation system for LV distribution networks. IEEE Transactions on Power Systems, 30(1), 274–284. https://doi.org/10.1109/TPWRS.2014.2326520

Dike, D. O., & Mahajan, S. M. (2015). Voltage stability index-based reactive power compensation scheme. International Journal of Electrical Power and Energy Systems, 73, 734–742. https://doi.org/10.1016/j.ijepes.2015.04.016

Ding, T., Yang, Q., Yang, Y., Li, C., Bie, Z., & Blaabjerg, F. (2018). A data-driven stochastic reactive power optimization considering uncertainties in active distribution networks and decomposition method. IEEE Transactions on Smart Grid, 9(5), 4994–5004. https://doi.org/10.1109/TSG.2017.2677481

El-Azab, M., Omran, W. A., Mekhamer, S. F., & Talaat, H. E. A. (2020). Allocation of FACTS Devices Using a Probabilistic Multi-Objective Approach Incorporating Various Sources of Uncertainty and Dynamic Line Rating. IEEE Access, 8, 167647–167664. https://doi.org/10.1109/access.2020.3023744

Fagundes, S. M., Cardoso, F. L., Stangler, E. V., Neves, F. A. S., & Mezaroba, M. (2020). A detailed power flow analysis of the dual unified power quality conditioner (iUPQC) using power angle control (PAC). Electric Power Systems Research, (October 2019), 106933. https://doi.org/10.1016/j.epsr.2020.106933

Ferreira, S. C., Gonzatti, R. B., Pereira, R. R., Da Silva, C. H., Da Silva, L. E. B., & Lambert-Torres, G. (2018). Finite control set model predictive control for dynamic reactive power compensation with hybrid active power filters. IEEE Transactions on Industrial Electronics, 65(3), 2608–2617. https://doi.org/10.1109/TIE.2017.2740819

Frolov, V., Thakurta, P. G., Backhaus, S., Bialek, J., & Chertkov, M. (2019). Operations- and uncertainty-aware installation of FACTS devices in a large transmission system. IEEE Transactions on Control of Network Systems, 6(3), 961–970. https://doi.org/10.1109/TCNS.2019.2899104

Garces, A. (2016). A Linear Three-Phase Load Flow for Power Distribution Systems. IEEE Transactions on Power Systems, 31(1), 827–828. https://doi.org/10.1109/TPWRS.2015.2394296

Karmakar, N., & Bhattacharyya, B. (2020). Optimal reactive power planning in power transmission network using sensitivity based bi-level strategy. Sustainable Energy, Grids and Networks, 23, 100383. https://doi.org/10.1016/j.segan.2020.100383

Kim, Y. J. (2018). Development and Analysis of a Sensitivity Matrix of a Three-Phase Voltage Unbalance Factor. IEEE Transactions on Power Systems, 33(3), 3192–3195. https://doi.org/10.1109/TPWRS.2018.2807980

Korunovic, L. M., Jovic, A. S., & Djokic, S. Z. (2019). Field-Based Evaluation of the Effects of Shunt Capacitors on the Operation of Distribution Transformers. IEEE Transactions on Power Delivery, 34(2), 680–689. https://doi.org/10.1109/TPWRD.2019.2893588

Kraiczy, M., Wang, H., Schmidt, S., Wirtz, F., & Braun, M. (2018). Reactive power management at the transmission-distribution interface with the support of distributed generators - A grid planning approach. IET Generation, Transmission and Distribution, 12(22), 5949–5955. https://doi.org/10.1049/iet-gtd.2018.5673

Liu, J., Xu, Y., Dong, Z. Y., & Wong, K. P. (2018). Retirement-Driven Dynamic VAR Planning for Voltage Stability Enhancement of Power Systems with High-Level Wind Power. IEEE Transactions on Power Systems, 33(2), 2282–2291. https://doi.org/10.1109/TPWRS.2017.2732441

Liu, Z., & Milanović, J. V. (2015). Probabilistic Estimation of Voltage Unbalance in MV Distribution Networks With Unbalanced Load. IEEE Transactions on Power Delivery, 30(2), 693–703. https://doi.org/10.1109/TPWRD.2014.2322391

Liudvinavičius, L. (2017). Compensation of Reactive Power of AC Catenary System. Procedia Engineering, 187, 185–197. https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.04.364

Mahdad, B. (2019). Optimal reconfiguration and reactive power planning based fractal search algorithm: A case study of the Algerian distribution electrical system. Engineering Science and Technology, an International Journal, 22(1), 78–101. https://doi.org/10.1016/j.jestch.2018.08.013

Mi, Y., Song, Y., Fu, Y., & Wang, C. (2020). The Adaptive Sliding Mode Reactive Power Control Strategy for Wind-Diesel Power System Based on Sliding Mode Observer. IEEE Transactions on Sustainable Energy, 11(4), 2241–2251. https://doi.org/10.1109/TSTE.2019.2952142

Pires, V. F., Pombo, A. V., & Lourenço, J. M. (2019). Multi-objective optimization with post-pareto optimality analysis for the integration of storage systems with reactive-power compensation in distribution networks. Journal of Energy Storage, 24(January), 100769. https://doi.org/10.1016/j.est.2019.100769

Shefaei, A., Vahid-Pakdel, M. J., & Mohammadi-ivatloo, B. (2018). Application of a hybrid evolutionary algorithm on reactive power compensation problem of distribution network. Computers and Electrical Engineering, 72, 125–136. https://doi.org/10.1016/j.compeleceng.2018.09.012

Shojaei, A. H., Ghadimi, A. A., Miveh, M. R., Gandoman, F. H., & Ahmadi, A. (2021). Multiobjective reactive power planning considering the uncertainties of wind farms and loads using Information Gap Decision Theory. Renewable Energy, 163, 1427–1443. https://doi.org/10.1016/j.renene.2020.06.129

Soto, S., & Hinojosa, V. (2016). Stochastic optimal allocation of reactive power banks for system loss minimization. IEEE Latin America Transactions, 14(4), 1980–1987. https://doi.org/10.1109/TLA.2016.7483543

Tahboub, A. M., El Moursi, M. S., Woon, W. L., & Kirtley, J. L. (2018). Multiobjective Dynamic VAR Planning Strategy with Different Shunt Compensation Technologies. IEEE Transactions on Power Systems, 33(3), 2429–2439. https://doi.org/10.1109/TPWRS.2017.2751080

Todescato, M., Simpson-Porco, J. W., Dorfler, F., Carli, R., & Bullo, F. (2018). Online distributed voltage stress minimization by optimal feedback reactive power control. IEEE Transactions on Control of Network Systems, 5(3), 1467–1478. https://doi.org/10.1109/TCNS.2017.2722818

Wang, J., Zhou, N., Chung, C. Y., & Wang, Q. (2020). Coordinated Planning of Converter-Based DG Units and Soft Open Points Incorporating Active Management in Unbalanced Distribution Networks. IEEE Transactions on Sustainable Energy, 11(3), 2015–2027. https://doi.org/10.1109/TSTE.2019.2950168

Wang, Y., Zhang, N., Li, H., Yang, J., & Kang, C. (2017). Linear three-phase power flow for unbalanced active distribution networks with PV nodes. CSEE Journal of Power and Energy Systems, 3(3), 321–324. https://doi.org/10.17775/cseejpes.2017.00240

Yang, D., Cheng, H., Ma, Z., Yao, L., & Zhu, Z. (2018). Dynamic VAR planning methodology to enhance transient voltage stability for failure recovery. Journal of Modern Power Systems and Clean Energy, 6(4), 712–721. https://doi.org/10.1007/s40565-017-0353-5

Zeinalzadeh, A., Mohammadi, Y., & Moradi, M. H. (2015). Optimal multi objective placement and sizing of multiple DGs and shunt capacitor banks simultaneously considering load uncertainty via MOPSO approach. International Journal of Electrical Power and Energy Systems, 67, 336–349. https://doi.org/10.1016/j.ijepes.2014.12.010

Zhou, Z., He, C., Liu, T., Dong, X., Zhang, K., Dang, D., & Chen, B. (2020). Reliability-Constrained AC Power Flow-Based Co-Optimization Planning of Generation and Transmission Systems With Uncertainties. IEEE Access, 8, 194218–194227. https://doi.org/10.1109/access.2020.3032560

risti
Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação
Iberian Journal of Information Systems and Technologies

Recebido/Submission: 14/04/2021
Aceitação/Acceptance: 17/06/2021

Aplicación del Proceso Personal de Software en Cursos de Ingeniería de Software

Leonardo Bermón Angarita[1]

lbermona@unal.edu.co

[1]Departamento de Informática y Computación, Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales, Campus La Nubia, Manizales, Caldas, Colombia

Pages: 501-516

Resumen: El Proceso Personal de Software es un proceso de desarrollo individual de software explícitamente diseñado para un aprendizaje gradual que brinde disciplina y mejora del proceso. El objetivo de este estudio es realizar un análisis de la aplicación de PSP en cursos universitarios de Ingeniería de Software evaluando su impacto en el desempeño en áreas como estimación, productividad, defectos y costo de la calidad. Durante siete periodos académicos, este curso se impartió en una asignatura universitaria donde los estudiantes recolectaron datos del proceso PSP mientras desarrollaban ejercicios de programación orientada a objetos. Los resultados muestran mejoras del proceso software tanto en estimación de tamaño como en el tiempo de desarrollo, sostenimiento de una productividad estable, reducción de la densidad de defectos y obtención de un costo de calidad aceptable mediante el uso de PSP.

Palabras-clave: Ingeniería de software; Proceso software; Medición de software; Proceso personal de software; Enseñanza informática.

Application of the Personal Software Process in Software Engineering Courses

Abstract: Personal Software Process is a software development process explicitly designed to provide a gradual learning oriented to discipline and process improvement. The aim of this study is to analyze the application of PSP in a university course of Software Engineering evaluating its impact on performance in areas such as estimating, productivity, defects and quality costs. During 8 semesters, this course given in a university and its students collected PSP process data while they developed object-oriented programming exercises. The results show improvements in both size and time estimating, sustaining a stable productivity, reduced defect density and obtaining of an acceptable quality cost using PSP.

Keywords: Software engineering; Software process; Software measurement; Personal Software Process, Computer education.

1. Introducción

El desafío de desarrollar productos software de alta calidad es substancial y de alta demanda hoy en día. Para resolver esta cuestión, el Instituto de Ingeniería de Software (*Software Engineering Institute* - SEI) desarrolló el Proceso Personal de Software (*Personal Software Process* - PSP) (Humphrey, 2005).

PSP es un proceso de desarrollo de software esencialmente interesado en desarrollar habilidades individuales en ingenieros de software para que aprendan a controlar y desarrollar su propio proceso y prácticas de trabajo (Soto & Rafael, 2020; Denwattana, Saengsai & Charoenchaimonkon, 2019).

PSP cubre cinco niveles del *Software Engineering Body of Knowledge* - SWBoK (Fairley, Bourque & Keppler, 2014): diseño, construcción, pruebas, proceso y calidad. Estos temas son cubiertos por PSP tanto en teoría como en la práctica.

En ambientes educativos, PSP puede ser aplicado como una herramienta bastante efectiva para dar a conocer conceptos acerca de modelos de procesos software orientados al plan, brindar disciplina a los estudiantes durante el desarrollo de software e identificar áreas de mejora de procesos (Joonbakhsh & Sami, 2018).

Este artículo analiza un conjunto de datos PSP recolectados durante varios periodos académicos por estudiantes de un programa universitario de informática. Los datos PSP cubrieron los niveles incluidos en PSP y fueron recolectados por medio de herramientas informáticas a medida que se desarrollaba un conjunto de ejercicios de programación orientada a objetos. El estudio realizado evalúa el impacto en el desempeño de los estudiantes en áreas como estimación de tiempo y tamaño, productividad, densidad de defectos y costo de la calidad.

El artículo está organizado de la siguiente manera: La segunda sección presenta una visión general sobre PSP describiendo sus beneficios, niveles constituyentes, elementos básicos y actividades del proceso. La tercera sección muestra un resumen de los principales trabajos encontrados en fuentes bibliográficas sobre la enseñanza de PSP. La cuarta sección describe la metodología del estudio realizado. La quinta sección presenta y discute los resultados obtenidos. Por último, la sexta sección proporciona las conclusiones y trabajo futuro.

2. Proceso Personal de Software

PSP fue desarrollado por Watss Humphrey en el SEI para ampliar el concepto de mejora del proceso software del nivel organizacional al nivel individual (Nasir et al., 2014).

PSP es un proceso definido, medido y diseñado para ser utilizado de manera individual por desarrolladores de software. PSP se enfoca en: (1) mejorar las prácticas y habilidades individuales de desarrollo de software; (2) identificar fácilmente áreas de mejora en el proceso y (3) permitir hacer estimaciones de tamaño, tiempo y defectos (Grütter & Ferber, 2002).

PSP sugiere actividades de medición y análisis consistentes para que los desarrolladores puedan identificar deficiencias del proceso y hacer una estimación confiable de esfuerzo y calidad (Pando & Rodríguez, 2018).

PSP está conformado por un conjunto de prácticas sólidas que generan un proceso disciplinado para desarrollar software. Las prácticas PSP se aplican en varios niveles de procesos donde cada nivel incluye un conjunto de actividades para el desarrollo de pequeños programas en forma individual (Fontana et al., 2015). Los niveles de PSP se muestran en la Figura 1. Cada nivel incorpora nuevas destrezas y técnicas para mejorar la calidad de software. La retroalimentación basada en la recolección de métricas ayuda al desarrollador a mejorar su propio proceso de desarrollo. Los elementos del proceso incluidos en cada nivel son incrementales; de tal manera que los elementos de un nivel superior incluyen los elementos de niveles inferiores. Los ítems dentro de cada nivel se refieren a aspectos del proceso aprendidos en dicho nivel. Se recomienda aplicar el proceso de manera secuencial iniciando con PSP0.

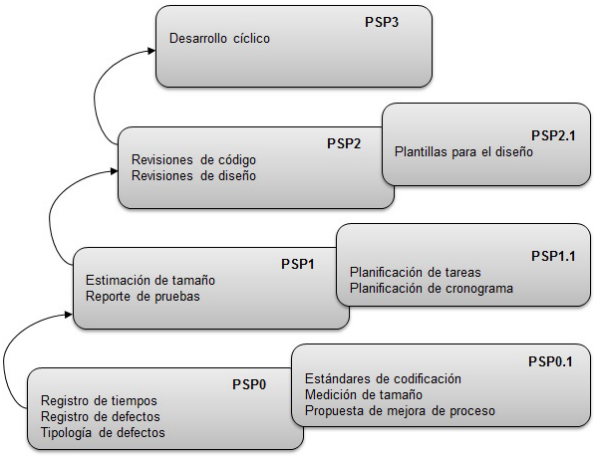


Figura 1 – Niveles de PSP. Fuente: (Humphrey, 2005),

Los niveles de PSP son los siguientes:

- PSP0: Línea base del proceso a partir de la recolección de datos de tiempos y defectos.
- PSP0.1: Incorpora estándares de codificación, estándares de conteo basados en líneas de código para la medición del tamaño de los programas y un mecanismo de propuesta para la mejora del proceso.
- PSP1: Incluye prácticas de estimación de tamaño y tiempo basada en el método PROBE (*Proxy Based Estimation* - Estimación basada en Proxy) utilizando datos históricos de proyectos. Además, incluye la realización de reportes de pruebas.
- PSP1.1: Involucra prácticas de planificación y seguimiento de proyectos utilizando la técnica del valor ganado.
- PSP2: Incluye aspectos de calidad del proceso software a partir de actividades como revisiones de diseño y de código basadas en el uso de listas de verificación. Además, se incorpora un conjunto de métricas para evaluar la calidad del proceso y del producto desarrollado.

- PSP2.1: Introduce plantillas para especificar en forma detallada el diseño de programas y técnicas para realizar la verificación del diseño.
- PSP3: Amplía el proceso para poder desarrollar programas grandes en forma individual aplicando un enfoque iterativo e incremental.

PSP contiene cuatro elementos básicos que están incluidos en los niveles del proceso personal y forman un marco de trabajo para organizar el trabajo del proyecto (Humphrey, 2005). Estos elementos se describen a continuación.

- Scripts: Son descripciones que guían la ejecución personal de un proceso especificando sus objetivos, criterios de entrada y salida, etapas a ejecutar, medidas y criterios de calidad.
- Formularios y logs: Proporcionan un medio para recolectar datos. Especifican los datos requeridos y dónde recolectarlos.
- Medidas: Cuantifican los procesos y productos permitiendo desarrollar perfiles de datos de proyectos previos que pueden ser utilizados para planificar, analizar procesos, determinar cómo mejorarlos y monitorear su ejecución.
- Estándares: Proporcionan definiciones consistentes y precisas que guían el trabajo y la recolección y uso de datos. Los estándares de codificación y conteo permiten realizar mediciones que son aplicadas uniformemente a través de múltiples proyectos.

El proceso PSP se detalla en la Figura 2 y está conformado por tres fases (Jirapanthong, 2017).

- Planificación: Se produce un plan de realización del trabajo.
- Desarrollo: Se realiza el trabajo. Esta fase se descompone en las actividades de: (a) diseño (se produce un diseño del programa); (b) revisión del diseño (se revisa el diseño y se corrigen defectos detectados); (c) codificación (se codifica el programa en un determinado lenguaje de programación); (d) revisión de

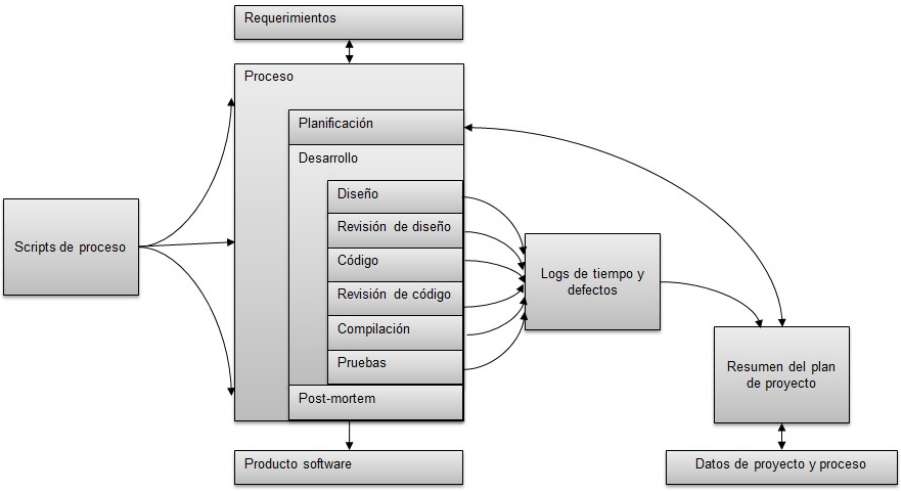


Figura 2 – Proceso PSP. Fuente: (Humphrey, 2005).

código (se revisa el código y se corrigen defectos detectados); (e) compilación (se compila el programa y se corrigen defectos detectados); y (f) pruebas (se prueba el programa y se corrigen defectos detectados).

- Post-mortem: Se compara el desempeño real con el desempeño planificado, se registran datos del proceso, se produce un resumen del plan de proyecto y se documentan ideas de mejora del proceso.

Las fases del proceso se ejecutan consultando los scripts. A medida que se ejecuta cada fase, se van recolectando datos a través de formularios y logs. Los datos del proyecto y del proceso se consolidan en un resumen de plan de proyecto. Este proceso se aplica a todos los niveles PSP. El proceso permitirá a partir de un conjunto de requisitos software, construir un producto software.

3. Trabajos Relacionados

Este trabajo está relacionado con diferentes propuestas educativas que incorporan el proceso PSP en currículos de Ingeniería de Software en diferentes universidades a nivel mundial.

La estrategia de búsqueda de estudios consistió en consultar en las siguientes fuentes bibliográficas: Science Direct, IEEE Xplore, Springer, Web of Science y ACM Digital Library en el área de Computer Science.

Las palabras claves utilizadas fueron:

("Personal Software Process" or "PSP") and ("education" or "learning" or "training" or "study" or "teaching")

La búsqueda se realizó en artículos publicados entre los años 2000 y 2020, y se encontraron 94 publicaciones (eliminando duplicados) que cumplieron los criterios de búsqueda. Luego, después de leer los resúmenes correspondientes, la introducción y conclusiones de cada artículo, se seleccionó una cantidad total final de 20 artículos. Los artículos restantes no fueron seleccionados debido a que no estaban orientados al objetivo de este estudio, eran muy teóricos, no presentaban una buena calidad de datos o no eran extensos. En la Tabla 1 se presenta un listado de los trabajos encontrados, lugar e institución donde se aplicaron y características de los estudios.

Estudio	Características
(Kamatar & Hayes, 2000)	Servicios de Información Avanzada, Inc. (USA), Contexto: Curso de formación PSP de 2 semanas, 2 proyectos de desarrollo de software.
(Lisack, 2000)	Universidad de Purdue (USA), Contexto: 116 estudiantes de primer año durante dos semestres en cursos de introducción a la programación.
(Wesslen, 2000)	Universidad de Lund (Suecia), Contexto: 3 cursos, 131 personas; Evaluación: 10 ejercicios; Lenguajes: C/C++, Pascal, Simula, Java, Lisp, ADA.
(Maletic, Howald & Marcus, 2001)	Universidad de Memphis (USA), Contexto: Dos cursos de informática, estudiantes con experiencia diversa en programación.
(Prechelt & Unger, 2001)	Universidad de Karlsruhe (Alemania), Contexto: 2 grupos, PSP (29 personas) y no-PSP (19 personas) de 8º semestre; Evaluación: 10 ejercicios; Lenguaje: Java, C/C++, Módula.

Estudio	Características
(Runeson, 2001)	Universidad de Lund (Suecia), Contexto: Estudiantes de primer año y estudiantes de posgrado; Evaluación: 10 ejercicios.
(Abrahamsson & Kautz, 2002)	Escuela de negocios de Copenhague (Dinamarca), Contexto: 22 estudiantes de cuarto y quinto año; Intensidad: 13 clases; Evaluación: 8 ejercicios; Lenguajes: Java, C++, Visual Basic.
(Borstler et al., 2002)	Varias universidades (Suecia y USA), Contexto: Estudiantes de 2/3 año. Se aplicaron dos versiones PSP (full y lite); Evaluación: series de ejercicios A y B de un libro de PSP.
(Grutter & Ferber, 2002)	Centro de investigación (Alemania), Contexto: 2 proyectos, Proyecto 1: (Gestión de workflow, 2 años, Java), Proyecto 2 (Sistema óptico 3D, C++, 5-10 personas).
(Umphress & Hamilton, 2002)	Universidad de Auburn (USA), Contexto: Curso de procesos software en 10 periodos académicos con 32 estudiantes.
(Wohlin, 2004)	Universidad de Lund (Suecia), Contexto: Curso con 65 personas; Evaluación: 10 ejercicios; Lenguaje: C.
(Rombach et al., 2008)	Instituto Fraunhofer (Alemania), Contexto: Datos de 3090 ingenieros; Evaluación: 10 ejercicios.
(Lee, Baik & Peter, 2008)	Universidad de Corea (Corea), Contexto: Muestra de 6 estudiantes; Intensidad: Curso de 24 horas; Evaluación: 8 ejercicios; Lenguaje: C.
(Shena, Hsueha & Leeb, 2011)	Taiwán, Contexto: Curso con 16 estudiantes; Intensidad: 18 semanas; Evaluación: 10 ejercicios; Lenguajes: Java, C++.
(Rong et al., 2012)	Instituto de Software de la Universidad de Nanjing (China), Contexto: 300 estudiantes finalizando el primer año; Intensidad: 10 días; Evaluación: 4 ejercicios; Lenguaje: Java.
(Manrique & Anaya, 2012)	Corporación Universitaria Adventista (Colombia), Contexto: 4 grupos de diferentes niveles; Evaluación: 2 prácticas por grupo.
(Martinez et al., 2014)	Universidad de Baja California (México), Contexto: Curso básico de programación, 140 estudiantes; Intensidad: 16 semanas, 3 horas de clase y 2 de laboratorio por semana; Evaluación: 12 ejercicios; Lenguaje: C.
(Gasca-Hurtado et al., 2015)	Empresa (Colombia), Contexto: 74 encuestados.
(Ron, Zhang & Shao, 2016)	Instituto de Software de la Universidad de Nanjing (China), Contexto: Curso adaptado de PSP (PSP+), 70 estudiantes finalizando el primer año; Evaluación: 8 ejercicios.
(López-Martín, Nassif & Abran, 2017)	Varias universidades (México, Canadá, China), Contexto: Curso adaptado de PSP, 181 estudiantes de una maestría; Intensidad: 12-16 semanas, Evaluación: 7 ejercicios, Lenguajes: C++ y Java.

Tabla 1 – Trabajos relacionados

Ninguno de los trabajos relacionados presenta datos PSP para periodos largos de tiempo como el presentado en este estudio. Generalmente los datos corresponden a un solo curso en un único periodo académico. (Kamatar & Hayes, 2000) y (Lisack, 2000) abarcan dos periodos consecutivos. Los más extensos fueron (Grutter & Ferber, 2002) y (Umphress & Hamilton, 2002) pero sin datos consolidados.

Con respecto a los sujetos involucrados en los estudios, presentan un espectro muy amplio con participación de estudiantes de primer año, de años intermedios o avanzados. Algunos estudios presentan datos con profesionales o estudiantes de posgrado. La aplicación de PSP a estudiantes de primer año es bueno para que comiencen a utilizar conceptos de ingeniería de software en etapas tempranas. Sin embargo, el interés fundamental debe ser aprender a programar. Por lo tanto, se pueden presentar desviaciones en el aprendizaje. En etapas avanzadas, se pueden focalizar en el proceso, pero se puede ofrecer resistencia debido a la alta exigencia y disciplina en recolectar datos del proceso.

El proceso PSP Full, definido por Humphrey, fue el más utilizado. (Lisack, 2000; Borstler et al., 2002; Manrique & Anaya, 2012; Rong, Zhang & Shao, 2016) trabajaron con versiones modificadas, simplificadas o extendidas del proceso original.

La gran mayoría de los trabajos incluye una recolección y análisis de métricas básicas de PSP. Los estudios analizan las estimaciones de tamaño y esfuerzo, el registro y eliminación de defectos y la productividad. Un tema no tan analizado es la estimación de defectos. También se presentan análisis cruzados con datos no tan comunes como el lenguaje programación (Wohlin, 2004; López-Martín, Nassif & Abran, 2017), la confiabilidad (Prechelt & Unger, 2001) o las notas obtenidas por los estudiantes (Rong et al., 2012). Generalmente los estudios concuerdan con los resultados obtenidos por Humphrey como: la distribución de defectos disminuye con cada nivel; se presentan sobre y sub-estimaciones de tamaño y tiempo, pero se reducen con el tiempo; y la productividad aumenta y se estabiliza rápidamente.

El estudio realizado en este artículo presenta un análisis de datos PSP con un horizonte amplio de su aplicación en varios periodos académicos, pero con características uniformes como los conceptos teóricos impartidos, sujetos con experiencia en programación de últimos años universitarios, una aplicación homogénea de PSP en todos los periodos y análisis de una métrica como el costo de calidad que no fue abordada por ningún estudio.

4. Metodología

El objetivo del estudio es evaluar el desempeño histórico de los estudiantes en estimación de tiempo y tamaño, productividad, densidad de defectos y costo de la calidad utilizando datos del proceso PSP.

4.1. Sujetos

Los datos fueron recolectados de un curso de PSP desarrollado en la Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales incluido en una asignatura de Ingeniería de Software. Los datos corresponden a los ejercicios realizados por los estudiantes en siete periodos académicos comprendidos entre el primer semestre de 2011 hasta el primer semestre de 2018. En total participaron 91 estudiantes. Ninguno de ellos había realizado previamente un curso relacionado con PSP. La realización de los ejercicios PSP fue obligatoria.

Los estudiantes eran de cuarto y quinto año de la carrera de Administración de Sistemas Informáticos. Cada participante seleccionó el lenguaje de programación que quería usar

en las prácticas, según su experiencia. A los estudiantes se les aconsejó que el curso de PSP no era adecuado para aprender un nuevo lenguaje de programación. No hubo preferencia de lenguajes de programación, pero los más utilizados fueron Java, PHP y Phyton. Todos los estudiantes adoptaron un estándar de codificación y conteo de líneas de código.

4.2. Contexto de los cursos

El curso de PSP se desarrolló durante un periodo de 15 semanas con una intensidad semanal de 4 horas. (Humphrey, 2005) se utilizó como libro de referencia para el curso. Para el desarrollo de cada ejercicio de programación, los estudiantes tenían de una a dos semanas (dependiendo de su complejidad). Los estudiantes no fueron penalizados por su desempeño con respecto a la calidad de sus ejercicios (es decir, por obtener menores o mayores estimaciones o defectos). En su lugar, fueron penalizados si no seguían las pautas del proceso PSP.

Los participantes fueron orientados en el proceso PSP durante la realización de los ejercicios. Después de cada entrega, se revisaron sus datos y recibieron retroalimentación adecuada antes de iniciar el siguiente ejercicio. Los datos de PSP fueron recolectados por medio de la herramienta *PSP Student Workbook* o *PSP Dashboard* (Process Dashboard, 2021). El material educativo del curso y las prácticas desarrolladas fueron enviados a través de plataformas de e-learning como Blackboard (Blackboard, 2021) y Moodle (Moodle, 2021). El componente teórico del curso se presenta en la Tabla 2.

Semana-Tema	**Contexto PSP**	**Semana-Tema**	**Contexto PSP**
1-Introducción a procesos software	Introducción	2-Introducción a PSP	Introducción
3-Registro de tiempo y defectos	PSP0	4-Medición del tamaño	PSP0.1
5-Estándares de codificación y de conteo LOC	PSP0.1	6-Estimación de software	PSP1
7-Tabla de tamaños relativos	PSP1	8-Método PROBE	PSP1
9-Valor ganado	PSP1.1	10-Planificación y cronograma del proyecto	PSP1.1
11-Calidad de software	PSP2	12-Revisiones de diseño y de código	PSP2
13-Plantillas de diseño	PSP2.1	14-Verificación del diseño	PSP2.1
15-Desarrollo cíclico e iterativo	PSP3		

Tabla 2 – Componentes teóricos del curso de PSP

Al finalizar el curso, los estudiantes expusieron un reporte con un análisis de sus datos PSP. En la Tabla 3 se presenta la cantidad de estudiantes, prácticas y ejercicios desarrollados en cada periodo académico. No se realizaron ejercicios sobre PSP3 debido a que están orientados al desarrollo de grandes programas.

Periodo, estudiantes, prácticas	**Ejercicios de programación por nivel PSP**
Periodo: 1, Estudiantes: 19, Prácticas: 6	PSP0 (operaciones con arrays), PSP0.1 (ordenamiento de arrays), PSP1 (array de inmuebles), PSP1.1 (ingreso de inmuebles), PSP2 (búsqueda de inmuebles), PSP2.1 (reportes de inmuebles)
Periodo: 2, Estudiantes: 18, Prácticas: 6	PSP0 (registro de estudiantes), PSP0.1 (registro de asignaturas), PSP1 (registro de notas y promedios), PSP1.1 (reportes generales), PSP2 (reportes específicos), PSP2.1 (generación de archivos)
Periodo: 3, Estudiantes: 11, Prácticas: 6	PSP0 (cálculo de media y desviación de una lista numérica), PSP0.1 (conteo de LOC), PSP1 (cálculos de regresión lineal), PSP1.1 (ordenamiento de datos de tamaño), PSP2 (cálculo de tabla de tamaños relativos), PSP2.1 (operaciones con listas)
Periodo: 4, Estudiantes: 23, Prácticas: 3	PSP0 (sumas palíndromas), PSP1 (tabla de tamaños relativos), PSP2 (cálculo de notas de estudiantes)
Periodo: 5, Estudiantes: 5, Prácticas: 6	PSP0 (cálculo de media y desviación de una lista numérica), PSP0.1 (cálculo de media y desviación a partir de archivos de texto), PSP1 (regresión lineal), PSP1.1 (tabla de tamaños relativos - distribución simple), PSP2 (tabla de tamaños relativos - distribución normal y log-normal), PSP2.1 (nómina de empleados)
Periodo: 6, Estudiantes: 7, Prácticas: 6	PSP0 (números primos consecutivos), PSP0.1 (números primos gemelos), PSP1 (conjetura de Collatz), PSP1.1 (cadenas de caracteres), PSP2 (secuencias saltarinas), PSP2.1 (secuencias de sumandos)
Periodo: 7, Estudiantes: 8, Prácticas: 4	PSP0 (criptografía), PSP1 (tercias), PSP1.1 (números divisibles por 11), PSP2.1 (departamento de ventas)

Tabla 3 – Ejercicios por periodo académico

Los ejercicios de programación fueron tomados de diversas fuentes: Ejercicios estándares del libro de PSP (Humphrey, 2005), libros de programación competitiva (Laaksonen, 2020), ejercicios básicos de programación de varias fuentes y de inspiración propia del instructor. En algunos periodos académicos se realizaron menos ejercicios debido a las habilidades y experiencia en programación de los estudiantes inscritos en el curso.

Con respecto a la evaluación de las prácticas desarrolladas, se definió un conjunto de criterios de evaluación donde se le dio bastante importancia a la correcta recolección de los datos del proceso de desarrollo individual. Se realizó un seguimiento semanal de los estudiantes, revisando sus datos PSP para detectar errores en los datos y poder corregirlos.

4.3. Recolección de datos

Los datos de las prácticas de cada estudiante, tomados de las herramientas *PSP Student Workbook* y *PSP Dashboard*, fueron consolidados por nivel PSP en una hoja de cálculo al finalizar cada periodo académico. El proceso PSP recolecta y calcula numerosas métricas para evaluar la calidad del producto y el esfuerzo de desarrollo. De los múltiples datos PSP, se seleccionaron los datos relacionados con la estimación de tiempo, estimación de

tamaño, productividad, densidad de defectos y costos de calidad debido a que son las métricas básicas del proceso PSP.

4.4. Análisis de datos

Los datos PSP recolectados fueron migrados a una herramienta de procesamiento estadístico. Por medio de esta herramienta, se generaron los respectivos diagramas de caja que representan gráficamente los datos numéricos de cada métrica por nivel a través de sus cuartiles. Los diagramas resultantes muestran la media, la mediana y los cuartiles de los datos, también permiten identificar valores atípicos.

5. Resultados y discusión

Los datos recolectados aplicando el proceso PSP están orientados tanto al producto como al proceso. En este estudio se presentarán los resultados enfocados en los siguientes aspectos: estimación de tiempo y tamaño, productividad, densidad de defectos y costos de calidad. Los datos corresponden a valores específicos de cada métrica recolectados y calculados a partir de los ejercicios realizados por los estudiantes en cada nivel PSP en todos los periodos académicos.

5.1. Estimación de tamaño

En PSP, las estimaciones de tamaño de los programas se realizan con la métrica de líneas de código (LOC), la cual es precisa, específica y puede automatizarse su conteo. La estimación de tamaño se realizó en todos los niveles de PSP, excepto en el nivel PSP0 que no la tiene incluida. En la Figura 3 se presenta un diagrama de caja con los porcentajes de error de estimación de tamaño. Las estimaciones se estabilizan dentro de un 25% del margen de error y tendieron a aproximarse a la estimación real a medida que se realizaron más ejercicios ya que los primeros se realizaron sin datos históricos. Sin embargo, en la última práctica (PSP2.1) se observó un incremento en la subestimación de tamaño, el cual puede ser explicado debido al incremento del esfuerzo y de la cantidad de artefactos a desarrollar para finalizar este último nivel PSP, a pesar de que ya se cuentan con datos suficientes para aplicar un método PROBE tipo A o B de estimación de tamaño.

5.2. Estimación de tiempo

En la Figura 4 se presenta un diagrama de caja con los porcentajes de error de estimación de tiempo de los programas. Las estimaciones de tiempo se realizan de forma subjetiva (por tanteo o basado en experiencias previas) durante los niveles PSP0 a PSP1.1. Para los dos últimos ejercicios ya se cuentan con por lo menos tres puntos de datos para aplicar en forma efectiva el método PROBE basado en datos históricos. Los valores medios positivos muestran sobre-estimaciones y los valores negativos indican sub-estimaciones. (Jørgensen, 2016) argumenta que las estimaciones de tiempo en horas de trabajo (en lugar de días de trabajo) tienden a ser subestimadas. Sin embargo, en este estudio, los datos de tiempo están en horas de trabajo y no se presenta dicha tendencia. En promedio, las sobre-estimaciones y sub-estimaciones fluctúan, pero con el tiempo se estabilizan y se acercan al valor real, mostrando que los estudiantes con la aplicación del método PROBE pueden hacer muy buenas estimaciones.

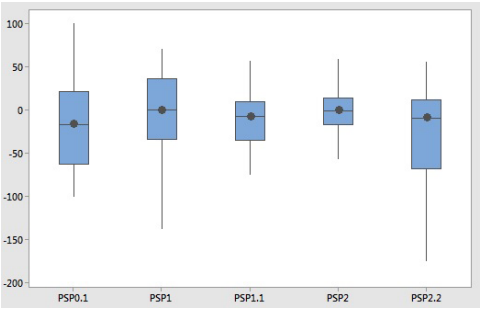


Figura 3 – Porcentajes de error de estimación de tamaño

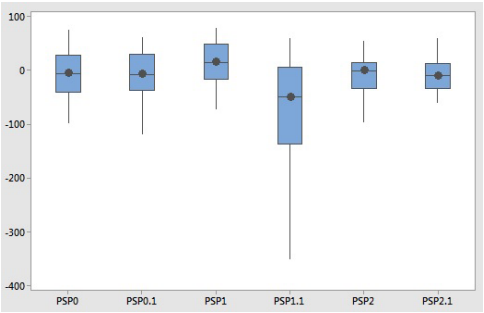


Figura 4 – Porcentajes de error de estimación de tiempo

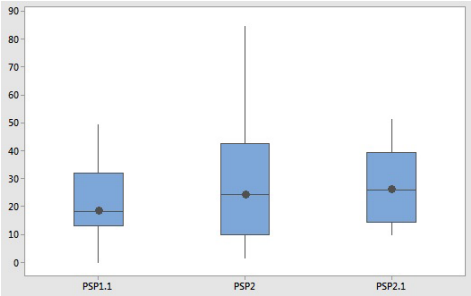


Figura 5 – Productividad en LOC/hora

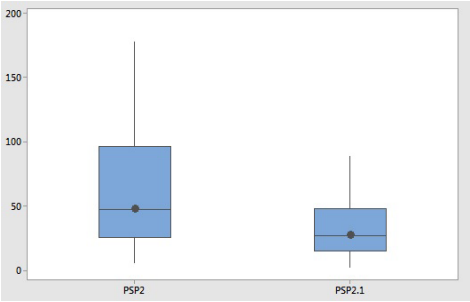


Figura 6 – Densidad de defectos medidas en defectos/KLOC

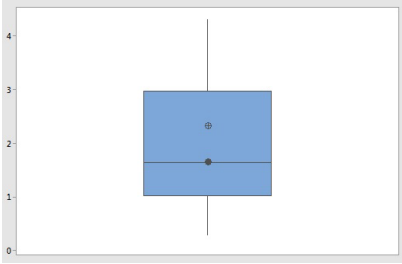


Figura 7 – Métrica AFR

Las estimaciones de tiempo fueron menos dispersas que las estimaciones de tamaño exceptuando el nivel PSP1.1. Una posible explicación a dicha dispersión puede ser el tiempo que tardaron los estudiantes en entender y aplicar los conceptos de valor ganado incluidos en PSP1.1 para realizar la planificación de tareas y cronograma. Las subestimaciones de tiempo son explicadas principalmente por las subestimaciones de tamaño de los programas realizadas previamente por los estudiantes ya que el tiempo dependerá del tamaño.

5.3. Productividad

La productividad de un estudiante se calcula como la cantidad de LOC desarrolladas por hora. Esta métrica se puede calcular a partir del nivel PSP0.1. Sin embargo, las herramientas informáticas la calculan a partir del nivel PSP1.1. En la Figura 5 se observa un diagrama de caja con la productividad obtenida por los estudiantes en las prácticas de PSP1.1, PSP2 y PSP2.1. La teoría sobre PSP resalta que la productividad no debe tender a aumentar o disminuir, si no a estabilizarse y mantenerse constante en el tiempo. Este comportamiento esperado es el que se observa en la figura, donde la productividad oscila entre 20 y 30 LOC/hora. Cabe resaltar que la productividad no fue afectada significativamente a medida que se avanza en cada nivel PSP, donde cada nivel requiere más artefactos a ser diligenciados por los estudiantes.

5.4. Densidad de defectos

La Figura 6 presenta la densidad de defectos calculada como la cantidad de defectos totales eliminados por miles de líneas de código (defectos/KLOC). Las herramientas informáticas calculan dichos valores automáticamente en los niveles PSP2 y PSP2.1. De acuerdo a los datos recolectados, se presenta una disminución de la densidad de defectos que se explica por la aplicación de las actividades de revisiones de diseño y de código que permiten que menos defectos se propaguen a etapas posteriores.

5.5. Costo de calidad

El costo de calidad en PSP se descompone en costo de fallas (*failure*) y costo de evaluación (*appraisal*). Una métrica de calidad que relaciona ambas es la tasa de evaluación/fallas (*appraisal to failure ratio* - AFR). La recomendación es que dicha tasa sea mayor o igual a 2.0 (Humphrey, 2005).

En la Figura 7 se presenta un diagrama de caja con el AFR obtenido por los estudiantes realizando el último nivel de PSP, PSP2.1, el cual incluye entre sus actividades el cálculo de dicha métrica. Se observa una mediana por debajo del valor recomendado, lo cual significa que los estudiantes están invirtiendo menos tiempo realizando revisiones de diseño y de código comparándolo con el tiempo de compilación y pruebas. Sin embargo, la media de valores sí cumple el AFR con un valor de 2,235. Estos resultados concuerdan con los presentados por (Rong et al., 2016) quienes manifiestan que los estudiantes pueden necesitar un apoyo adicional para lograr los objetivos y beneficios de PSP sobre la calidad del software.

5.6. Discusión

Algunos estudios recomiendan incluir PSP como elemento fundamental dentro de los planes curriculares de Ingeniería de Software y en introducir sus conceptos en los primeros cursos (Gasca-Hurtado et al., 2015). Sin embargo, PSP es un modelo de proceso software orientado al plan con muchos artefactos que permiten recolectar una gran cantidad de datos sobre el producto y el proceso. La recolección de dichos datos puede llevar a una sobrecarga cognitiva en estudiantes de primer año que están más interesados en aprender programación (cuestiones técnicas) que temas avanzados de

Ingeniería de Software (cuestiones del proceso). Por ello, se recomienda iniciar con una versión más ligera en cursos tempranos y una versión con todos los niveles PSP en cursos avanzados. En este estudio, todos los niveles de PSP se aplicaron con estudiantes de últimos años y con una gran diversidad de experiencia en programación.

Los estudiantes cometen muchos errores diligenciando los formularios PSP: colocan datos inconsistentes de tiempos y defectos y diligencian parcialmente los formularios. Para corregir estos defectos, se debe hacer un seguimiento inmediato una vez el instructor revise un ejercicio PSP. De tal manera que los estudiantes corrijan sus datos y los errores no se propaguen a niveles superiores PSP.

Con el caso de estudio desarrollado, se observó que el esfuerzo de PSP se refleja en programas con una mejor calidad y con menos defectos; el control y seguimiento de proyectos es mucho mejor; y los estudiantes conocen mejor sus fortalezas y debilidades en el proceso de desarrollo.

La experiencia de incluir PSP en el currículo ha sido gratificante, al permitir que los estudiantes refuercen sus técnicas de programación, conozcan y apliquen un proceso software definido y comiencen a plantear estrategias de mejora del proceso desde un punto de vista individual, para luego poder extrapolar dichos resultados a nivel grupal y organizacional. Además, los principales obstáculos que tuvo el curso son muy similares a los encontrados en la literatura: se requiere mucho tiempo para diligenciar los formularios PSP, en particular PSP2.1, que es el nivel superior.

De igual manera, los modelos de procesos software están continuamente reevaluándose. El auge de los procesos ágiles (Urbina et al., 2016) hace que PSP no se aplique en un 100% debido a la gran cantidad de artefactos utilizados. PSP debe ser adaptado dependiendo de los contextos organizacionales y convivir en entornos ágiles como Scrum o XP.

6. Conclusiones

Los datos recolectados en este estudio han validado los resultados esperados por la literatura relacionada, mostrando beneficios a futuros profesionales de software en áreas como: mejoras del proceso software tanto en estimación de tamaño como de tiempo, sostenimiento de una productividad estable, reducción de la densidad de defectos y obtención de un costo de calidad aceptable.

Los resultados son principalmente positivos en la educación sobre procesos software, aunque también se presentan críticas y recomendaciones al proceso. El curso básico propuesto por (Humphrey, 2005) ofrece 10 ejercicios estándares de programación. Sin embargo, cada institución puede cambiar su cantidad y requerimientos. Los resultados son más satisfactorios con estudiantes que tengan experiencia previa en programación. Los lenguajes de programación utilizados para el desarrollo de los ejercicios fueron orientados a objetos. Se recomienda la utilización de herramientas informáticas para diligenciar los formularios y logs, así como para realizar los cálculos de métricas del producto y del proceso.

El trabajo futuro estará orientado en lograr una mejora del proceso por medio de la combinación efectiva de procesos ágiles y orientados al plan (Shen, Rong & Shao, 2013)

y un análisis más exhaustivo de los datos recolectados aplicando técnicas de minería de datos y aprendizaje profundo.

Referencias

Abrahamsson, P. & Kautz, K. (2002b). The personal software process: experiences from Denmark. *Proceedings 28th Euromicro Conference*, 367-374. Dormouth, Germany. http://doi.org/10.1109/EURMIC.2002.1046223

Blackboard (2021). http://www.blackboard.com.

Borstler, J., Carrington, D., Hislop, G.W. & Lisack, S. (2002). Teaching PSP: challenges and lessons learned. *IEEE Software*, 19(5), 42-48. http://doi.org/10.1109/MS.2002.1032853

Denwattana, N., Saengsai, A., & Charoenchaimonkon, E. (2019). AppDOSI: An application for analyzing and monitoring the personal software process. *2019 4th International Conference on Information Technology (InCIT)*, 280-283. Bangkok, Thailand. IEEE. http://doi.org/10.1109/INCIT.2019.8911993

Fairley, R. E. D., Bourque, P., & Keppler, J. (2014). The impact of SWEBOK Version 3 on software engineering education and training. *2014 IEEE 27th Conference on Software Engineering Education and Training (CSEE&T)*, 192-200. Klagenfurt, Austria. IEEE. http://10.1109/CSEET.2014.6816804

Fontana, R. M., Meyer Jr, V., Reinehr, S., & Malucelli, A. (2015). Progressive Outcomes: A framework for maturing in agile software development. *Journal of Systems and Software*, 102, 88-108. https://doi.org/10.1016/j.jss.2014.12.032

Gasca-Hurtado, G.P., Manrique-Losada, B., Gómez-Alvarez, M.C. & Arias, D.M. (2015). Diagnostic on teaching-learning of software design by using the Personal Software Process framework. *10th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI)*, 1-7. Aveiro, Portugal. http://doi.org/10.1109/CISTI.2015.7170385

Grutter, G. & Ferber, S. (2002). The Personal Software Process in practice: Experience in two cases over five years. *Software Quality - ECSQ 2002*, Lecture Notes in Computer Science, 2349, 165-174. Helsinki, Finland. http://doi.org/10.1007/3-540-47984-8_20

Humphrey, W. S. (2005). *PSP(sm): A self-Improvement process for software engineers*. Pearson Education. Westford, Massachusetts, USA.

Jirapanthong, W. (2017). Personal software process with automatic requirements traceability to support startups. *Journal of Reviews on Global Economics*, 6, 367-374. http://doi.org/10.6000/1929-7092.2017.06.38

Joonbakhsh, A., & Sami, A. (2018). Mining and extraction of personal software process measures through IDE interaction logs. *Proceedings of the 15th International Conference on Mining Software Repositories*, 78-81. Gothenburg, Sweden. https://doi.org/10.1145/3196398.3196462

Jørgensen, M. (2016). Unit effects in software project effort estimation: Work-hours gives lower effort estimates than workdays. *Journal of Systems and Software*, 117, 274-281. http://doi.org/10.1016/j.jss.2016.03.048

Kamatar, J. & Hayes, W. (2000). An experience report on the personal software process. *IEEE Software*, 17(6), 85-89. http://doi.org/10.1109/52.895173

Laaksonen, A. (2020). *Guide to competitive programming*. Springer International Publishing. Cham, Switzerland.

Lee, T., Baik, D. & Peter, H. (2008). Cost Benefit Analysis of Personal Software Process Training Program. *IEEE 8th International Conference on Computer and Information Technology Workshops*, 631-636. Sydney, Australia. http://doi.org/10.1109/CIT.2008.Workshops.120

Lisack, S.K. (2000). The Personal Software Process in the classroom: student reactions (an experience report). *Proceedings 13th Conference on Software Engineering Education & Training*, 169-175. Austin, USA. http://doi.org/10.1109/CSEE.2000.827035

López-Martín, C., Nassif, A. B. & Abran, A. (2017). A training process for improving the quality of software projects developed by a practitioner. *Journal of Systems and Software*, 131, 98-111. https://doi.org/10.1016/j.jss.2017.05.050

Maletic, J.I., Howald, A. & Marcus, A. (2001). Incorporating PSP into a traditional software engineering course: an experience report. *CSEET'01 Proceedings of the 14th Conference on Software Engineering Education and Training*, 89. Charlotte, NC, USA. http://doi.org/10.1109/CSEE.2001.913825

Manrique, J.F.N. & Anaya, R. (2012). An empirical study of application of PSP methodology with students of a Systems Technology program with different levels of training. *XXXVIII Conferencia Latinoamericana en Informática (CLEI)*, 1-10. Medellín, Colombia. http://doi.org/10.1109/CLEI.2012.6427134

Martinez, LG., Licea, G, Juarez, JR. & Aguilar, L. (2014). Experiences Using PSP and XP to Support Teaching in Undergraduate Programming Courses. *Computer applications in engineering education*, 22(3), 563-569. http://doi.org/10.1002/cae.20581

Moodle (2021). http://www.moodle.org.

Nasir, M. H. N. M., Alias, N. A., Fauzi, S. S. M., & Massatu, M. H. (2014). Implementation of the personal software process in academic settings and current support tools. *Software Design and Development: Concepts, Methodologies, Tools, and Applications*, 807-838. IGI-Global.

Pando, B., & Rodríguez, G. (2018). PSP: how well it matches the skill set sought by the software industry in Latin America? A proposal to incorporate PSP into undergraduate SE education. *Proceedings of Jornadas Iberoamericanas de Ingeniería de Software e Ingeniería del Conocimiento (JIISIC 2018)*. Copiapo, Chile.

Prechelt, L. & Unger, B. (2001). An experiment measuring the effects of personal software process (PSP) training. *IEEE Transactions on Software Engineering*, 27(5), 465-472. http://doi.org/10.1109/32.922716

Process Dashboard. http://www.processdash.com/.

Rombach, D., Müncha, J., Ocampo, A., Humphrey, W.S. & Burtonb, D. (2008). Software Process and Product Measurement. Teaching disciplined software development. *Journal of Systems and Software*, 81(5), 747-763. http://doi.org/10.1016/j.jss.2007.06.004

Rong, G., Zhang, H., Xie, M. & Shao, D. (2012). Improving PSP education by pairing: An empirical study. *34th International Conference on Software Engineering (ICSE)*, 1245-1254. Zurich, Switzerland. http://doi.org/10.1109/ICSE.2012.6227018

Rong, G., Zhang, H., Qi, S. & Shao, D. (2016). Can software engineering students program defect-free? An educational approach. *2016 IEEE/ACM 38th International Conference on Software Engineering Companion (ICSE-C)*, 364-373. Austin, Texas, USA. http://doi.org/10.1145/2889160.2889189

Runeson, P. (2001). Experiences from teaching PSP for freshmen. *Proceedings 14th Conference on Software Engineering Education and Training*, 98-107. Charlotte, USA. http://doi.org/10.1109/CSEE.2001.913826

Shen, M., Rong, G. & Shao, D. (2013). Integrating PSP with agile process: a systematic review. *Proceedings of the 2nd International Conference On Systems Engineering and Modeling (ICSEM-13)*, 0805-0811. Beijing, China. http://doi.org/10.2991/icsem.2013.166

Shena, W., Hsueha, N. & Leeb, W. (2011). Assessing PSP effect in training disciplined software development: A Plan-Track-Review model. *Information and Software Technology*, 53(2), 137-148. http://doi.org/10.1016/j.infsof.2010.09.004

Soto, B. C. P., & Rafael, G. R. (2020). Habilidades de Personal Software Process (PSP) para la industria del software en Latinoamérica. *Industrial data*, 23(1), 229-244. https://doi.org/10.15381/idata.v23i1.17243

Umphress, D.A. & Hamilton, J.A. (2002). Software process as a foundation for teaching, learning, and accrediting. *Proceedings 15th Conference on Software Engineering Education and Training (CSEE&T 2002)*, 160-169. Covington, Kentucky, USA. http://doi.org/10.1109/CSEE.2002.995208

Urbina, M. L., Abud, M. A., Peláez, G., Alor, G. y Sánchez, A. I. (2016). Propuesta de un modelo de integración de PSP y Scrum para mejorar la calidad del proceso de desarrollo en una MiPyME. *Research in Computing Science*, 120, 147-157.

Wesslen. A. (2000). A Replicated Empirical Study of the Impact of the Methods in the PSP on Individual Engineers. *Empirical Software Engineering*, 5(2), 93-123. http://doi.org/10.1023/A:1009811222725

Wohlin, C. (2004). Are Individual Differences in Software Development Performance Possible to Capture Using a Quantitative Survey?. *Empirical Software Engineering*, 9(3), 211-228. http://doi.org/10.1023/B:EMSE.0000027780.08194.b0

risti
Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação
Iberian Journal of Information Systems and Technologies

Recebido/Submission: 26/04/2021
Aceitação/Acceptance: 23/06/2021

Ambiguidade em regras de negócios e resistência: uma revisão da literatura

Wanderley da Silva Junior[1], Fellipe Silva Martins[2], Marcos Antonio Gaspar[3], Fábio Luís Falchi Magalhães[4]

Wanderleyjrr1@uni9.edu.br; fellipemartins@uni9.pro.br; marcos.antonio@uni9.pro.br; fabiosimp@gmail.com

[1,2,3] Universidade Nove de Julho - Rua Vergueiro, 235/249, 01525-000, Liberdade, São Paulo - SP, Brasil

[4] Universidade Estadual de Campinas - Cidade Universitária Zeferino Vaz 13083-970 - Barão Geraldo, Campinas - SP, Brasil

Pages: 517-532

Resumo: Neste artigo desenvolve-se uma revisão de literatura à respeito de ambiguidade em regras de negócios e resistência em processos de mudanças na área da Tecnologia da Informação (TI). Para tanto, apresentam-se de forma sintética os artigos seminais e seus autores além do estado da arte dos constructos explorados nesta pesquisa. Consequentemente, extraem-se e agrupam-se em um único estudo os principais critérios motivadores de ambiguidade e resistência em processos de mudanças envolvendo equipes de TI.

Palavras-chave: Ambiguidade; Regras de negócio; Resistência; Tecnologia da Informação

Ambiguity in business rules and resistance: a literature review

Abstract: This article develops a literature review regarding ambiguity in business rules and resistance to change processes in the area of Information Technology (IT). For this purpose, seminal articles and their authors are presented in a synthetic way, in addition to the state of the art of the constructs explored in this research. Consequently, the main motivating criteria for ambiguity and resistance in change processes involving IT teams are extracted and grouped in a single study.

Keywords: Ambiguity; Business rules, Resistance, Information Technology

1. Introdução

Este estudo tem como objetivo revisar a literatura vigente sobre ambiguidade em regras de negócios e resistência em processos de mudança que envolvam a equipe de Tecnologia da Informação das organizações, apresentando os conceitos mais citados e pertinentes aos temas contidos nesta pesquisa.

Estas organizações atuam em ambientes dinâmicos e com mudanças constantes em seu fluxo de trabalho. Pode-se aferir que a concepção de mudança expressa o deslocamento de um estado para outro. No que tange à mudanças organizacionais é relevante ter conhecimento sobre o estado atual e principalmente qual estado se deseja chegar. A mudança organizacional abrange procedimentos e tecnologias não totalmente conhecidos, diferentes daqueles que os indivíduos estão habituados a utilizar e desenvolver os seus trabalhos, podendo acarretar diferentes reações e emoções como resposta à mudança.

Estas respostas podem variar do otimismo ao medo, ansiedade e na maioria das vezes, resistência (de Abreu & Marra, 2019). Como consequência a estas repostas, a resistência pode ser delimitada como um procedimento humano que ocorre quando o indivíduo se depara com algum tipo de ameaça (Ribeiro, 2007). Atualmente, as organizações tendem a se adaptar às mudanças, visto que a competitividade faz com que a flexibilidade para implementação de mudanças seja fundamental para a sua sobrevivência (Gomide, Silvestrin & Oliveira, 2015).

Contudo, este processo de adaptação eventualmente é impreciso pois depende de interpretação da equipe, podendo acarretar na ambiguidade de compreensão, principalmente quando o assunto é a formulação das regras de negócio (RNs) (Seefeld & Ceni, 2020). Esta ambiguidade pode ser definida como a incerteza de significados que pode estar presente em um texto dito ou escrito, o que pode afetar a qualidade de interpretação de um conjunto de informações (Cereja & Magalhães, 2005). Ambiguidade em processos de tecnologia da informação pode também ser referenciada na literatura como incerteza, imprecisão, indefinição, dualidade, inconsistência, diagnóstico defeituoso, entre outros termos (Ducamp, Bonnard & Wuillemin, 2020)

Assim, é plausível acreditar que quanto mais ambígua for a RN, mais difícil será sua interpretação, execução e maior o custo em tempo e recursos para sua implementação. O desempenho de equipes, por outro lado, é função de fatores internos e externos e as RNs ambíguas podem ter efeito negativo nesses fatores, como por exemplo, equipes sob pressão ou incerteza tendem a resistir a mudanças de padrões, regras ou alterações institucionais. A ambiguidade (ou anfibologia) em RN ocorre quando determinada RN apresenta mais de um entendimento possível, gerando problemas de interpretação e dificuldades no processo de implementação e adequação da RN (de Freitas, 2019).

Conforme exposto acima e para que a revisão de literatura apresente o resultado esperado, é necessário restringir o tema a ser averiguado, evitando apresentar informações que não condizem com o assunto tratado. Com o tema identificado e delimitado, a primeira etapa da revisão de literatura consiste em definir as palavras-chave relacionadas ao assunto que deve ser estudado. Após este passo, é realizada a pesquisa em fontes secundárias, pois estas possuem informações já compiladas de outros estudos. Na próxima fase da revisão de literatura, deve-se pesquisar as fontes primárias de pesquisas, onde estão contidos os trabalhos originais que são relevantes ao tema abordado. Por último deve-se realizar uma leitura minuciosa a fim de apresentar os resultados de forma sintética, concisa e coisa (Bento, 2012).

Para a presente pesquisa, foi utilizada apenas a base da Web of Science pois esta apresentou os mesmos artigos contidos em outras bases, evitando a redundância de informações. Dos 1947 artigos encontrados ficou-se com a amostra de 429 resultados de acordo com seu critério. De posse destas informações foi realizada uma revisão de literatura com foco em resistência em processos de mudança em TI e ambiguidade em regras de negócios.

Foi possível descartar 388 artigos, restando assim um total de 41 artigos analisados em relação aos temas. Os dados apresentados na figura 1 são provenientes da pesquisa realizada, com a utilização dos termos de busca utilizados para este estudo e demonstra a quantidade de citações realizadas a cada ano.

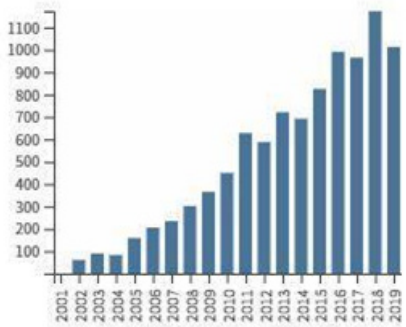


Figura 1 – Citações em cada ano

Para a busca foram realizadas adaptações nos critérios de busca, a fim de serem aderentes ao presente estudo. Trata-se de um tema interdisciplinar pois envolve tanto as áreas de administração e computação quanto as ciências relacionadas às áreas da engenharia e psicologia. É possível inferir que 40% dos artigos localizados pertencem à área da administração e outros 40%, são pertinentes à área da computação. Os demais 20% referem-se às áreas engenharia e psicologia.

Durante a análise dos dados foram apresentados os cluster de dados de co-citação e relevância das análises, informações de palavras chaves ("Keywords"), validação e aplicação das leis de Lotka, rede e tabela de dados de co-citação, relevância dos autores e definição dos critérios de exclusão para apresentação dos dados relevantes. Todas estas análises foram executadas por meio de duas ferramentas, Biblioshiny for Bibliometrix (Aria & Cuccurullo, 2017) e Vosviewer.

Conforme visto na figura 2 foi possível extrair as palavras-chave mais relevantes. Resistência à mudança é o assunto mais citado (Syed, 2020). Os três primeiros termos são sobre mudança, que é a temática predominante na frequência de resultados, sendo que todos os demais temas são subordinados às três primeiras palavras-chave. Os termos, com menor frequência de resultados, tratam questões individuais e de grupo (liderança e implementação), questões de tecnologia e de processos.

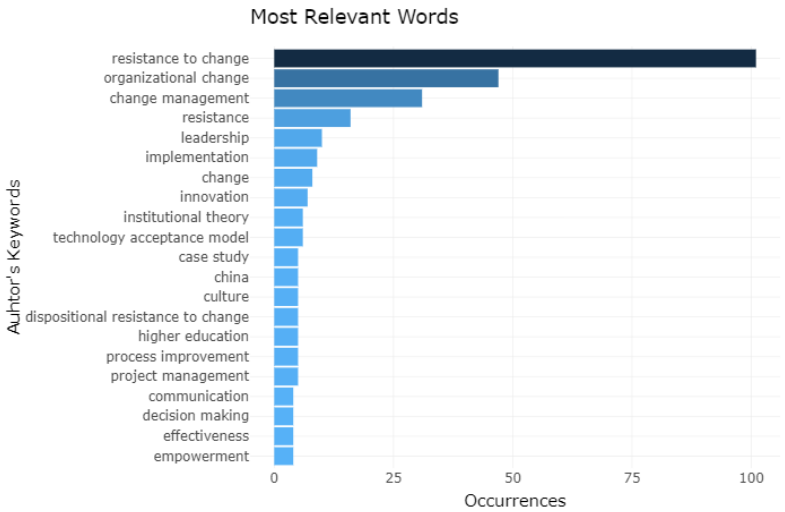


Figura 2 – Palavras chave e frequência de resultados

A figura 3 por sua vez apresenta a análise onde são demonstrados os autores e revistas que apresentam maior índice de co-citação. Pode-se notar que a área de administração possui três grandes revistas representadas. Já a área de TI possui apenas uma revista incluída. O restante é oriundo da área da psicologia, sendo possível verificar que apesar da existência de duas áreas com uma maior porcentagem de artigos (administração e computação, com quase quarenta por cento cada), a análise de co-citação demonstra que os artigos de psicologia possuem peso maior que os demais.

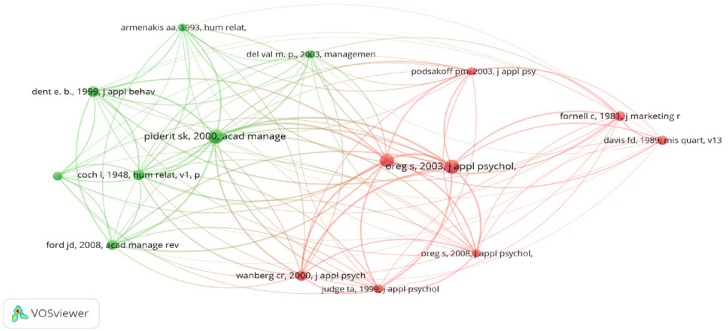


Figura 3 – Análise de co-citação

Em seguida é apresentada a análise de co-ocorrência, vide figura 4, que exibe quais palavras-chaves são mais utilizadas durante o período utilizado na busca e permite identificar possíveis colaborações entre os estudos encontrados na busca realizada

no conteúdo das bases de artigos. É possível notar a existência de dois grandes agrupamentos, que se referem à resistência à mudança e mudança organizacional, assim como ocorrências sobre gestão do conhecimento, projeto e qualidade. Tratando-se de TI, a análise de co-ocorrência apresentou poucos resultados sobre o quanto esta área é afetada, sendo marginal às demais áreas exibidas na análise.

Figura 4 – Análise de co-ocorrência

2. Artigos resultantes da revisão de literatura

A tabela 1 apresenta o resultado final da revisão da literatura, que contempla 41 artigos (AMB = ambiguidade; RN = Regras de negócio; RES = resistência).

Ano	Autores	AMB	RN	RES
1948	Coch & French Jr			X
1972	House & Rizzo	X	X	
1979	Kotter & Schlesinger			X
1996	Frank & Rocks			X
1996	Maurer			X
1997	Gottesdiener		X	
1998	do Prado Leite & Leonardi		X	
2000	Piderit			X
2003	Oreg			X
2004	Berry & Kamsties	X	X	

Ano	Autores	AMB	RN	RES
2005	Bajec & Krisper	X	X	
2005	Anderman & Rogers	X		
2005	Rossetto & Rossetto			X
2005	Bajec & Krisper		X	
2006	Kavakli & Loucopoulos			X
2007	García Rubiano, Rubio & Bravo			X
2007	Cheng & Atlee	X	X	
2010	Boff	X	X	
2011	Burnes & Jackson			X
2014	Alasadi & Askary			X
2015	Ferrari, Spoletini & Gnesi	X		
2015	White	X		
2016	Almada & Policarpo			X
2016	Rossanez & Carvalho	X		
2017	Dbl & Derman			X
2017	Rafferty & Jimmieson			X
2017	Goksoy			X
2017	Femmer *et al*		X	
2018	Béné & Doyen			X
2018	Lamba & Singh			X
2018	Zwikael & Meredith	X	X	
2018	Dalpiaz, Van der Schalk & Lucassen	X	X	
2019	Barros			X
2019	Gupta & Deraman	X	X	
2019	Repovš, Drnovšek & Kaše			X
2019	Galli			X
2019	Silva, Carvalho & Ferreira	X		
2019	Chen & Li			X
2020	Aseidu & Boateng			X
2020	Srivastava & Agrawal			X
2020	Ilie & Turel			X

Tabela 1 – Critérios resultantes da revisão

3. Ambiguidade em regras de negócio

A presença de ambiguidade durante a fase de formulação das regras de negócios é usualmente notada como um obstáculo no processo de mudança, causando o

entendimento de informações com dúvidas e incertezas (Ferrari, Spoletini & Gnesi, 2015). A tabela 2 apresenta alguns fatores que podem motivar a ambiguidade em regras de negócios e resultar em resistência no processo de mudanças.

Motivadores de ambiguidade	**Referência**
Linguagem natural carregada de dúvidas e incertezas	Silva, Carvalho & Ferreira, 2019
Problemas linguísticos, polissemia, ordem incorreta das palavras ou conectivos lógicos	Anderman & Rogers, 2005
Falta de uma declaração clara da situação a ser resolvida.	Berry & Kamsties, 2004
Falta de clareza e previsibilidade	House & Rizzo, 1972
Quantidade de requisitos	White, 2015
Conflitos internos	Rossanez & Carvalho, 2016

Tabela 2 – Motivadores de ambiguidade

O fator-chave na maioria destes processos de mudança é a clara definição dos requisitos e RNs (Zwikael & Meredith, 2018). As RNs são vistas como um critério indispensável dentro do método de identificação do fluxo de trabalho de uma organização e devem retratar as operações de forma fiel (Leite & Leonardi, 1998). Além disso, devem ser formuladas tanto pelos responsáveis pela sua aplicação quanto pelos especialistas de negócios, surgindo a necessidade de desenhar o negócio e as regras com a utilização de linguagens de alto nível (Boff, 2010). As RNs exigem tratamento explícito durante a implantação de sistemas de informação (Bajec & Krisper, 2005).

tais RNs são caracterizadas como uma metodologia que define ou restringe algum aspecto do negócio, com o intuito de controlar ou influenciar o seu comportamento (Gottesdiener, 1997). Além disto, tornam-se um elemento primordial tanto na implantação quanto na manutenção dos processos e sistemas das organizações e com isto, pode-se tornar em um fator relevante para a resistência (dos Santos *et al.*, 2020). A engenharia de requisitos é a área responsável por entender o fluxo de trabalho e os requisitos que devem compor a regra de negócio (Cheng & Atlee, 2007).

Um dos principais problemas presentes nas regras de negócios pode ocorrer no momento em que é explicada a funcionalidade que se deseja implementar (Patra *et al.*, 2019). Esta ambiguidade em regras de negócios tende a piorar quando o processo de mudança é realizado em grande escala, devido à quantidade de requisitos envolvidos (White, 2015). Independente da dimensão do processo de mudança, é preciso examinar minuciosamente estas regras de negócio através da especificação dos requisitos contidos nas RNs, utilizando métodos como incompletude de requisitos (Dalpiaz, Van der Schalk & Lucassen, 2018) e análise de conflitos internos (Rossanez & Carvalho, 2016).

Além disso, os pesquisadores apresentam outros procedimentos que também possibilitam uma identificação eficiente da ambiguidade em regras de negócios (Femmer *et al.*, 2017). Um destes procedimentos sugere o uso de abordagens matemáticas, visto que são precisas e podem ser aplicadas para resolver a ambiguidade, apresentando uma definição precisa de um termo que antes era ambíguo (Asadabadi *et al.*, 2020).

A elicitação de requisitos também é um método muito importante em processos de elaboração das RNs. Assim, identificando-se a ambiguidade das RNs nesta fase, pode-se evitar o crescimento exponencial dos erros e diminuir o custo de correção, bem como diminuir a resistência por parte dos membros da equipe (Gupta & Deraman, 2019).

4. Resistência

Toda mudança engloba o indivíduo e o que está ao seu redor, sendo o grande desafio é poder administrar esta mudança (Almeida, Franco & Sokulski, 2019). Sob uma perspectiva histórica, em 1948, Coch e French Jr. publicaram o primeiro estudo sobre resistência à mudança nas organizações e inspirou grande parte da literatura sobre o tema.

Esta resistência pode ser ativa ou passiva e as razões que tendem a resultar em sentimento de rejeição são derivadas da incerteza (Maurer, 1996). Ainda de acordo com Maurer (1996) e, considerando Almada e Policarpo (2016), os indivíduos tendem a resistir às mudanças por medo de que algo de negativo possa prejudicá-los. Também podem ter receio de perder algo valioso, antes conquistado e que pode ser eliminado durante a mudança (Kotter & Schlesinger, 1979; Loi Zedda *et al.*, 2019).

Quando a resistência é ativa, a pessoa tende a impossibilitar que a mudança provoque inovações ou mudanças na organização, inclusive com o uso de atitudes como sabotagem ou conflito. Já na resistência passiva, o indivíduo pode ter uma atitude mais serena, podendo apenas desprezar as propostas sugeridas para mudança organizacional (Pillai *et al.*, 2017).

Tais processos de resistência podem ser apresentados de forma aberta, implícita, imediata ou posterior (Dbl & Derman, 2017). Existe um vínculo direto entre a importância da mudança planejada e a resistência que os indivíduos se opõem perante a possível mudança que pode ser implantada (Rafferty & Jimmieson, 2017). Estes indivíduos têm diferentes reações no que diz respeito à resistência face a uma mudança organizacional, o que indica diferentes forma de lidar com a alteração no processo existente (Piderit, 2000). Existem indícios relevantes de que a resistência deriva do contexto psicológico dos membros da equipe (Oreg, 2003).

Com base nas possíveis atitudes dos indivíduos pode-se esperar contribuições limitadas ou até mesmo oposição à mudança, pois os indivíduos são diferentes e não apresentam o apoio (García & Rubio, 2007). Os indivíduos têm diferentes reações no que diz respeito à resistência face a uma mudança organizacional, o que indica comportamentos imprecisos (Piderit, 2000; Srivastava & Agrawal, 2020). Para garantir a sobrevivência, tanto por parte da organização quanto no que tange ao indivíduo, é necessário ter receptividade à mudança e tudo o que for de contra a este pensamento, é tratado como resistência (Srivastava & Agrawal, 2020).

Pensando em aspectos comportamentais pode-se utilizar as táticas de influência para manipular a resistência e os comportamentos no que diz respeito a sistemas de informação recém implantados (Ilie & Turel, 2020). A incorporação ou alteração em tecnologia da informação vem seguida de mudanças nas atividades relacionadas aos processos existentes e com isso afetando os indivíduos (Aseidu & Boateng, 2020).

Para que os pesquisadores e desenvolvedores pudessem planejar e executar a evolução dos sistemas da melhor forma possível foram orientados a desenvolver técnicas para construir softwares que fossem adaptáveis a mudança (Kavakli & Loucopoulos, 2006). Sendo assim, é possível notar que, em qualquer nova mudança tecnológica, existem várias barreiras para a adaptação e adoção de um novo sistema de informação. A falta de flexibilidade e de informações sobre o novo sistema podem ser alguns dos impedimentos humanos relacionados à nova implementação (Nilashi *et al.*, 2016). Com isto observa-se que a resistência dos usuários é considerada uma resistência à implantação adequada do sistema bem como a concordância dos usuários (By, Kuipers & Procter, 2018), como por exemplo, a resistência exercida pelos médicos e outros profissionais de saúde, que resistem em aprovar e utilizar os sistemas de informação na área da saúde (Ileri & Arik, 2018).

A qualidade durante o processo de mudanças desempenha um papel importante no êxito da implementação (Khalifa, 2013). Os métodos tradicionais de gerenciamento de mudanças como apresentações de software, capacitação de usuários e treinamento da equipe de suporte técnico têm triunfo insuficiente para exceder a resistência do usuário (Turan & Palvia, 2014). No que tange à implementação de um sistema de gestão, a mudança não é uma opção, mas sim uma necessidade e somente poderá ser bem-sucedida se for efetivamente gerenciada e deve começar com fatores encorajadores para a mudança (Ikhram *et al.*, 2019).

Assim resistência à mudança, indivíduos despreparados e com fraco envolvimento podem ser as causas para a falha em uma implementação de sistema de gestão (Garg & Garg, 2013). A resistência também pode ser uma percepção da mudança induzida pela implementação de um novo sistema de informação (Van Dam, Oreg & Schyns, 2008). A importância da resistência à mudança, como reação de um funcionário a uma mudança induzida por tecnologia da informação foi demonstrada na medida em que os usuários tendem a resistir ao uso de uma tecnologia baseada em suas percepções da mudança (Bhattacherjee & Hikmet, 2007).

A mudança organizacional tem como propósito trazer alterações essenciais na continuidade dos negócios, com o intuito de permitir que a organização prospere e esteja em condições de enfrentar a concorrência (Silveira, 2020). Para que a mudança em uma organização seja executada de forma satisfatória é necessário ter conhecimento sobre o momento mais apropriado para executá-la e selecionar o momento mais oportuno (dos Santos, 2020). É muito importante que o planejamento e a execução da mudança sejam realizados da melhor forma possível, caso contrário pode contribuir consideravelmente para a resistência (Breternitz & Galhardi, 2011). Portanto os principais conceitos de resistência à mudança podem ser extraídos dos autores supracitados e exibidos no quadro 2.

Critério	**Descrição**	**Referência**
Má adaptação	Tentativa de adaptação às alterações propostas	Rossetto & Rossetto, 2005; Barros, 2019
Negação	Não há necessidade de mudança	Goksoy, 2017; Syahmi, 2019
Defesa	A percepção de que a mudança vai acontecer, além de tentar evitá-la	Repovš, Drnovšek & Kaše, 2019; Johnstone & Momani, 2019

Critério	Descrição	Referência
Desconfiança	As pessoas tendem a desconfiar do novo	Galli, 2019; Borges & Quintas, 2020
Apatia	Falta de atitude dos membros da equipe	Chen & Li, 2019; Hemans, 2020
Rejeição	Algumas mudanças mal selecionadas podem ser prejudiciais para a organização	Lamba & Singh, 2018; Johnstone & Momani, 2019
Instabilidade	Gostaria de manter a organização caminhando sem a instabilidade	Frank & Rocks, 1996; Prib & Gromova, 2019
Desinformação	Os membros podem ter a ideia errada de que a mudança pode custar-lhes um emprego	Alasadi & Askary, 2014; Alnuaimi & Khan, 2019

Tabela 4 – Critérios pertinentes a resistência

A tabela 4 apresenta a síntese dos artigos que mencionam os critérios significativos para a resistência em processos de mudanças que afetam a equipe de TI e que foram utilizados para o desenvolvimento do questionário referente ao estudo 1 desta pesquisa – vide capítulo 3 (metodologia). De acordo com cada estudo mencionado no quadro 5 foi possível categorizá-los em dois subconjuntos distintos.

Um destes subconjuntos é denominado intrínseco que apresenta os aspectos de cunho psicológico de cada indivíduo. A desadaptação está relacionada à capacidade que a equipe de TI possui em interpretar e aplicar as mudanças propostas e com a necessidade de se adaptar às estratégicas determinadas (Rossetto & Rossetto, 2005; Barros, 2019). A negação pode ser interpretada como a negativa em aceitar quaisquer procedimentos inesperados ou indesejados (Goksoy, 2017; Syahmi, 2019). Com relação à defesa pode-se dizer que os indivíduos costumam ter uma atitude defensiva perante a mudança (Repovš, Drnovšek & Kaše, 2019; Johnstone & Momani, 2019). Já a desconfiança pode levar a equipe de TI a se tornar reticente diante do processo de mudança (Galli, 2019; Borges & Quintas, 2020). Por último, pode-se citar a apatia que pode ocorrer na equipe de TI mesmo quando existe uma estabilidade no processo de mudança (Chen & Li, 2019; Hemans, 2020).

O subconjunto restante é qualificado como extrínseco e demonstra os aspectos de natureza técnica ou administrativa. A forma de execução da mudança deve ser selecionada corretamente para que não ocorra rejeição por parte da equipe de TI (Lamba & Singh, 2018; Johnstone & Momani, 2019). Já a instabilidade resultante do processo de mudança pode causar a resistência da equipe de TI (Frank & Rocks, 1996; Prib & Gromova, 2019). A desinformação tem a capacidade de promover concepções erradas sobre a mudança e assim resultar em resistência (Alasadi & Askary, 2014; Alnuaimi & Khan, 2019).

5. Considerações finais

Os artigos contidos na presente revisão são relevantes e demonstram os critérios importantes para a resistência em processos de mudanças. Entretanto, não permitem a comparação entre os conceitos pois são apresentados em estudos distintos, impossibilitando confrontar os conceitos encontrados.

O presente oferece uma revisão de literatura, agrupando em único estudo os conceitos mais citados quando o assunto se refere à resistência em processos de mudanças que envolvam a equipe de TI. Visa facilitar a comparação e priorização entre tais conceitos, contribuindo com o desenvolvimento da literatura ao estudar, de forma conjunta, os critérios de resistência em equipes de TI e que anteriormente eram estudados de forma isolada. Além disto, nesta pesquisa percebe-se que os critérios não possuem pesos iguais na percepção da equipe de TI. Também buscou trazer os motivadores de ambiguidade no que tange a regras de negócios.

A compreensão sobre estes pontos pode auxiliar a entender melhor as causas da resistência em processos de mudanças de equipes de TI e os fatores que podem resultar em ambiguidades no desenvolvimento de regras de negócios.

Referências

Abreu, R. M. D. (2018). Mudança organizacional e as reações dos servidores após a implantação do REUNI.

Alasadi, R., & Askary, S. (2014). Employee involvement and the barriers to organizational change. International Journal of Information, Business and Management, 6(1), 29.

Almada, L., & Policarpo, R. V. S. (2016). A relação entre o estilo de liderança e a resistência à mudança dos indivíduos em um processo de fusão. REGE-Revista de Gestão, 23(1), 10-19.

Almeida, V. E. D., Franco, C. K., & Sokulski, C. C. (2019). Implantação de ERP: estudo de caso sobre a resistência à mudança organizacional. Revista Organização Sistêmica, 8(5).

AlNuaimi, B. K., & Khan, M. (2019). Public-sector green procurement in the United Arab Emirates: Innovation capability and commitment to change. Journal of cleaner production, 233, 482-489.

Alves, C. F., Pereira, S., Valença, G., Pimentel, J., & de Andrade, R. V. (2007). Preliminary Results from an Empirical Study in Market-Driven Software Companies. WER, 7, 127-134.

Anderman, G. M., & Rogers, M. (Eds.). (2005). In and out of English: for better, for worse? (Vol. 1). Multilingual matters.

Asadabadi, M. R., Saberi, M., Zwikael, O., & Chang, E. (2020). Ambiguous requirements: A semi-automated approach to identify and clarify ambiguity in large-scale projects. Computers & Industrial Engineering, 149, 106828.

Aseidu, S. T., & Boateng, R. (2020). Exploring the Scope of User Resistance: A Bibliometric Review of 41 Years of Research. In Handbook of Research on Managing Information Systems in Developing Economies (pp. 548-572). IGI Global.

Bajec, M., & Krisper, M. (2005). A methodology and tool support for managing business rules in organisations. Information Systems, 30(6), 423-443.

Bajec, M., & Krisper, M. (2005). Issues and challenges in business rule based information systems development. ECIS 2005 Proceedings, 100.

Barros, M. T. S. G. D. (2019). Resistência e adaptação: perspectivas individuais da mudança organizacional (Doctoral dissertation).

Béné, C., & Doyen, L. (2018). From resistance to transformation: a generic metric of resilience through viability. Earth's Future, 6(7), 979-996.

Bento, A. (2012). Como fazer uma revisão da literatura: Considerações teóricas e práticas. Revista JA (Associação Académica da Universidade da Madeira), 7(65), 42-44.

Berry, D. M., & Kamsties, E. (2004). Ambiguity in requirements specification. In Perspectives on software requirements (pp. 7-44). Springer, Boston, MA.

Bhattacherjee, A., & Hikmet, N. (2007). Physicians' resistance toward healthcare information technology: a theoretical model and empirical test. European Journal of Information Systems, 16(6), 725-737.

BOFF, G. (2010). Arquitetura e implementaçao de mecanismos para suporte a regras de negócio em sistemas de informaçao.

Borges, R., & Quintas, C. A. (2020). Understanding the individual's reactions to the organizational change: a multidimensional approach. Journal of Organizational Change Management.

BRETERNITZ, V. J., & Galhardi, A. C. (2011). Contribuições ao Processo de Seleção de Sistemas ERP (Enterprise Resource Planning) para pequenas e médias empresas. Revista Eletrônica de Tecnologia e Cultura, 3(2), 8.

Burnes, B., & Jackson, P. (2011). Success and failure in organizational change: An exploration of the role of values. Journal of Change Management, 11(2), 133-162.

By, R. T., Kuipers, B., & Procter, S. (2018). Understanding teams in order to understand organizational change: The OTIC model of organizational change.

Chen, H., & Li, W. (2019). Understanding commitment and apathy in is security extra-role behavior from a person-organization fit perspective. Behaviour & Information Technology, 38(5), 454-468.

Cheng, B. H., & Atlee, J. M. (2007, May). Research directions in requirements engineering. In Future of Software Engineering (FOSE'07) (pp. 285-303). IEEE.

Coch, L., & French Jr, J. R. (1948). Overcoming resistance to change. Human relations, 1(4), 512-532.

da Silva, W. C., & Martins, L. E. G. (2008). PARADIGMA: Uma Ferramenta de Apoio à Elicitação e Modelagem de Requisitos Baseada em Processamento de Linguagem Natural. WER, 8, 140-151.

Dalpiaz, F., Van der Schalk, I., & Lucassen, G. (2018, March). Pinpointing ambiguity and incompleteness in requirements engineering via information visualization and NLP. In International Working Conference on Requirements Engineering: Foundation for Software Quality (pp. 119-135). Springer, Cham.

DBL, T. B., & Derman, L. (2017). The leadership crisis and change: Beyond dialogue. Leadership.

de Freitas, S. P. R. (2019). Ambiguidade: Uma palavra-chave na trajetória da teoria tonal. Revista Vórtex, 7(2).

do Prado Leite, J. C. S., & Leonardi, M. C. (1998, April). Business rules as organizational policies. In Proceedings Ninth International Workshop on Software Specification and Design (pp. 68-76). IEEE.

dos Santos, L. J., Ribeiro, S. A., Schmitz, E. A., da Silva, M. F., & de Alencar, A. J. S. M. (2020). FATORES DE RISCO NA FASE DE IMPLANTAÇÃO DE SOFTWARE: UMA REVISÃO DA LITERATURA. HOLOS, 1, 1-14.

Ducamp, G., Bonnard, P., & Wuillemin, P. H. (2020, May). Uncertain reasoning in rule-based systems using prm. In FLAIRS 33-33rd Florida Artificial Intelligence Research Society Conference (pp. 617-620). AAAI.

Femmer, H., Fernández, D. M., Wagner, S., & Eder, S. (2017). Rapid quality assurance with requirements smells. Journal of Systems and Software, 123, 190-213.

Ferrari, A., Spoletini, P., & Gnesi, S. (2015, August). Ambiguity as a resource to disclose tacit knowledge. In 2015 IEEE 23rd International Requirements Engineering Conference (RE) (pp. 26-35). IEEE.

Frank, D., & Rocks, W. (1996). Exploiting Instability: A Model for Managing Organizational Change.

Galli, B. J. (2019). An engineering manager's guide for commonly used change management approaches—from one practitioner's experience. IEEE Engineering Management Review, 47(3), 118-126.

García Rubiano, M., Rubio, P. A., & Bravo, L. (2007). Relation between psycho-social risk factors and the resistance to change organizational in personnel of security of a company of the tertiary economic sector. Diversitas: Perspectivas en Psicología, 3(2), 301-315.

Garg, P., & Garg, A. (2013). An empirical study on critical failure factors for enterprise resource planning implementation in Indian retail sector. Business Process Management Journal.

Goksoy, A. (2017). The role of psychological empowerment and organizational citizenship behaviors on employee resistance to change. European Journal of Interdisciplinary Studies, 3(2), 85-93.

Gomide Júnior, S., Silvestrin, L. H. B., & Oliveira, Á. D. F. (2015). Bem-estar no trabalho: o impacto das satisfações com os suportes organizacionais e o papel mediador da resiliência no trabalho. *Revista Psicologia Organizações e Trabalho*, *15*(1), 19-29.

Gottesdiener, E. (1997). Business rules show power, promise. Application Development Trends, 4(3), 36-42.

Gupta, A. K. G., & Deraman, A. (2019). A framework for software requirement ambiguity avoidance. International Journal of Electrical and Computer Engineering, 9(6), 5436.

Hemans, E. (2020). The mediating effects of employee apathy, fear of change and organizational tenure on organizational change initiatives in an information technology organization operating in the Caribbean: an Action Research Mixed Methods study (Doctoral dissertation, University of Liverpool).

House, R. J., & Rizzo, J. R. (1972). Role conflict and ambiguity as critical variables in a model of organizational behavior. Organizational behavior and human performance, 7(3), 467-505.

Ibrahim, N., Kadir, W. M. W., & Deris, S. (2014, September). Documenting requirements specifications using natural language requirements boilerplates. In 2014 8th. Malaysian Software Engineering Conference (MySEC) (pp. 19-24). IEEE.

Ikram, M., Zhou, P., Shah, S. A. A., & Liu, G. Q. (2019). Do environmental management systems help improve corporate sustainable development? Evidence from manufacturing companies in Pakistan. Journal of Cleaner Production, 226, 628-641.

Ileri, Y. Y., & Arik, O. (2018). Investigation of Resistance, Perception and Attitudes of Employees against Change in Information Systems Using Change Management Approach: A Study in a University Hospital. Journal of Information & Knowledge Management, 17(04), 1850038.

Ilie, V., & Turel, O. (2020). Manipulating user resistance to large-scale information systems through influence tactics. Information & Management, 57(3), 103178.

Johnstone, R., & Momani, B. (2019). Organizational change in Canadian public institutions: The implementations of GBA+ in DND/CAF. Canadian Public Administration, 62(3), 500-519.

Kavakli, E., & Loucopoulos, P. (2006). Experiences with goal-oriented modeling of organizational change. IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, Part C (Applications and Reviews), 36(2), 221-235.

Khalifa, M. (2013). Barriers to health information systems and electronic medical records implementation. A field study of Saudi Arabian hospitals. Procedia Computer Science, 21, 335-342.

Kotter, J. P., & Schlesinger, L. A. (1979). Choosing strategies for change.

Lamba, K., & Singh, S. P. (2018). Modeling big data enablers for operations and supply chain management. The International Journal of Logistics Management.

Liu, J., Chi, Y., Liu, Z., & He, S. (2019). Ensemble multi-objective evolutionary algorithm for gene regulatory network reconstruction based on fuzzy cognitive maps. CAAI Transactions on Intelligence Technology, 4(1), 24-36.

Loi Zedda, M., Thibodeau, S., Forget, P., & Frenette, E. (2019). Relationship between Resistance to Change and Loneliness of Quebec University Students.

Maurer, R. (1996). Transforming resistance. Training & Development, 50(12), 20-24.

Nilashi, M., Ahmadi, H., Ahani, A., Ravangard, R., & bin Ibrahim, O. (2016). Determining the importance of hospital information system adoption factors using fuzzy analytic network process (ANP). Technological Forecasting and Social Change, 111, 244-264.

Oreg, S. (2003). Resistance to change: Developing an individual differences measure. Journal of applied psychology, 88(4), 680.

Patra, P., Kumar, U. D., Nowicki, D. R., & Randall, W. S. (2019). Effective management of performance-based contracts for sustainment dominant systems. International Journal of Production Economics, 208, 369-382.

Piderit, S. K. (2000). Rethinking resistance and recognizing ambivalence: A multidimensional view of attitudes toward an organizational change. Academy of management review, 25(4), 783-794.

Pillai, C. R., Murthy, C. R. K., Sagar, M., & Ramanujam, P. R. (2017). Unit-2 Factors Affecting Change.

Prib, H. A., & Gromova, Z. V. (2019). Connection between resistance to organizational change and psychological resistance of an individual. Journal of Intellectual Disability-Diagnosis and Treatment, 7(3), 170-178.

Rafferty, A. E., & Jimmieson, N. L. (2017). Subjective perceptions of organizational change and employee resistance to change: Direct and mediated relationships with employee well-being. British Journal of Management, 28(2), 248-264.

Repovš, E., Drnovšek, M., & Kaše, R. (2019). Change Ready, Resistant, or Both? Exploring the Concepts of Individual Change Readiness and Resistance to Organizational Change. Economic and Business Review for Central and South-Eastern Europe, 21(2), 309-343.

Ribeiro, J. P. (2007). The resistance facing the resistance. Psicologia: Teoria e Pesquisa, 23(SPE), 73-78.

Rossanez, A., & Carvalho, A. M. (2016, October). Semi-automatic checklist quality assessment of natural language requirements for space applications. In 2016 Seventh Latin-American Symposium on Dependable Computing (LADC) (pp. 123-126). IEEE.

Rossetto, C. R., & Rossetto, A. M. (2005). Teoria institucional e dependência de recursos na adaptação organizacional: uma visão complementar. RAE eletrônica, 4(1), 0-0.

Seefeld, R., & Ceni, J. C. (2020). Qual é o lugar das narrativas na mudança organizacional? uma metassíntese de estudos de casos qualitativos. Revista Gestão & Conexões, 9(2), 94-119.

Silva, A. E. C., Carvalho, R. A. D., & Ferreira, H. S. (2019). Modelagem de processos de negócio: efeito do método de notação no nível de ambiguidade. Gestão & Produção, 26(1).

Silveira, M. M. (2019). REAÇÃO À MUDANÇA ORGANIZACIONAL: estudo de caso com servidores públicos de uma instituição federal de ensino. Administração de Empresas em Revista, 3(17), 320-330.

Srivastava, S., & Agrawal, S. (2020). Resistance to change and turnover intention: a moderated mediation model of burnout and perceived organizational support. Journal of Organizational Change Management.

Syahmi, A., Fadzil, A., Hassan, R., Abdul, S. J., Mohamad, N. S., Izzuddin, M., & Ali, R. (2019). Towards a successful organizational change: The role of dialogic communication. International Journal of Asian Social Science, 9(1), 86-95.

Turan, A. H., & Palvia, P. C. (2014). Critical information technology issues in Turkish healthcare. Information & Management, 51(1), 57-68.

Van Dam, K., Oreg, S., & Schyns, B. (2008). Daily work contexts and resistance to organisational change: The role of leader–member exchange, development climate, and change process characteristics. Applied psychology, 57(2), 313-334.

White, M. (2015). Australian submarines: a history (Vol. 1). Australian Teachers of Media.

Zwikael, O., & Meredith, J. R. (2018). Who's who in the project zoo? The ten core project roles. International Journal of Operations & Production Management.

risti
Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação
Iberian Journal of Information Systems and Technologies

Recebido/Submission: 12/04/2021
Aceitação/Acceptance: 02/06/2021

Análisis de entornos de programación para el desarrollo de habilidades del pensamiento computacional y enseñanza de programación a principiantes

Leticia Laura-Ochoa[1], Norka Bedregal-Alpaca[1]

llaurao@unsa.edu.pe; nbedregal@unsa.edu.pe

[1] Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Arequipa, Perú.

Pages: 533-548

Resumen: El objetivo de este trabajo es analizar diferentes entornos de programación para estudiantes principiantes que faciliten el desarrollo de habilidades del pensamiento computacional, creación de programas y transición a un lenguaje de programación basado en texto. Se utilizó un diseño metodológico cuasi experimental, pues no se trabajó con un grupo control. Se realizó una investigación mixta de carácter exploratorio. El grupo de estudio estaba compuesto por 34 estudiantes de primer año de la Escuela Profesional de Educación de la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa. Los resultados muestran que la enseñanza con entornos de programación basada en bloques facilita la comprensión de conceptos de programación. Code.org y turtle con Python fueron las herramientas de mayor preferencia para aprender a programar, por lo que resultan adecuados para la transición a un lenguaje de programación textual. Los entornos de programación utilizados permitieron el desarrollo de habilidades relacionadas al pensamiento computacional.

Palabras-clave: pensamiento computacional; resolución de problemas; programación; entornos de programación; programador principiante.

Analysis of programming environments for developing computational thinking skills and teaching programming to novices

Abstract: The aim of this work is to analyze different programming environments for beginning students that facilitate the development of computational thinking skills, program creation and transition to a text-based programming language. A quasi-experimental methodological design was used, since it did not work with a control group. A mixed exploratory investigation was carried out. The study group consisted of 34 first-year students from the Professional School of Education of the National University of San Agustin de Arequipa. The results show that teaching with block-based programming environments facilitates the understanding of programming concepts. Code.org and turtle with Python were the most preferred tools for learning programming, making them suitable for transitioning to a

textual programming language. The programming environments used allowed the development of skills related to computational thinking.

Keywords: computational thinking; problem solving; programming; programming environments; novice programmer.

1. Introducción

Dentro de las habilidades esenciales en el siglo XXI se ha considerado el pensamiento computacional (Repenning, Basawapatna & Escherle, 2016) (Tsarava, et al. 2019), que puede contribuir a fomentar otras habilidades como pensamiento crítico y resolución de problemas (Bocconi, et al. 2016). Está relacionado con la formulación y resolución de problemas, competencia que involucra diferentes tipos de procesos de pensamiento, entre ellos: reducción, transformación, razonamiento compositivo, coincidencia de patrones, pensamiento procedimental y pensamiento recursivo. Se le considera una habilidad fundamental para todo ser humano, con influencia en diversas disciplinas y profesiones, no solo para las relacionadas a ciencia e ingeniería (Wing, 2006, 2011).

En consecuencia, los cursos de informática deben orientarse al desarrollo de habilidades relacionadas con el pensamiento computacional como son el pensamiento algorítmico, la abstracción, la resolución de problemas y la lógica, entre otras (Buitrago Flórez, et al. 2017). Se hace necesario incluir la informática con sus características de pensamiento algorítmico en la educación general, de este modo se estaría dotando a los estudiantes de herramientas para la resolución de problemas (Hromkovič, Kohn, Komm & Serafini, 2016). Sin embargo, la integración exitosa del pensamiento computacional en la educación obligatoria aún enfrenta problemas y desafíos sin resolver (Bocconi, Chioccariello, Dettori, Ferrari & Engelhardt, 2016); en algunos países en el nivel escolar recién se está promoviendo e implementando procesos para el desarrollo del pensamiento computacional, por lo que existen estudiantes que llegan a estudios universitarios sin conocimientos previos sobre ello.

Para Wing (2006), la computación y los ordenadores facilitan la extensión del pensamiento computacional, por tanto, se considera que los estudiantes están expuestos al pensamiento computacional mediante la programación, porque requiere la resolución de problemas utilizando conceptos de ciencias de la computación como abstracción y descomposición (Lye & Koh, 2014), implica el uso de enfoques analíticos y algorítmicos (Bocconi, Chioccariello, Dettori, Ferrari & Engelhardt, 2016)(Bocconi, et al. 2016), cuyas soluciones se pueden representar como pasos y algoritmos computacionales (Aho, 2012).

Dado que, la programación de computadoras es un mecanismo para el desarrollo de habilidades de pensamiento computacional entonces la formación en programación no solo debe comprender el enseñar un lenguaje de programación específico, sino también la forma de pensar en ciencias de la computación (Hromkovic, Kohn, Komm & Serafini, 2017). Para Shute, Sun & Asbell-Clarke, (2017), la programación requiere el análisis del problema, descomposición, abstracción y generalización, habilidades relacionadas al pensamiento computacional.

Es conocido que los estudiantes novatos que siguen cursos de programación enfrentan varios problemas, entre ellos la comprensión de la sintaxis, problemática que suele

alejar a la mayoría de ellos de las carreras relacionadas a computación (Buitrago Flórez, et al. 2017). En el trabajo de Özmen & Altun (2014), se encontró que las dificultades de los estudiantes están asociadas con la comprensión de la semántica del programa, conocimientos de programación (conceptos, funciones, uso de variables, estructuras de decisión, bucles, sintaxis), habilidades de programación y depuración. Por tanto, la introducción a la programación utilizando un lenguaje textual puede resultar abrumadora para la capacidad cognitiva de los estudiantes principiantes y dificultar su posterior aprendizaje (Chen, Haduong, Brennan, Sonnert & Sadler, 2019), más aún para estudiantes que no son de carreras profesionales afines a computación.

Con el uso de programación basada en bloques, los estudiantes no tienen dificultades por errores de sintaxis o compilación, no tienen que memorizar múltiples comandos propios de los lenguajes de programación basados en texto (Xu, Ritzhaupt, Tian & Umapathy, 2019); se reducen las dificultades iniciales de los programadores novatos (Weintrop & Wilensky, 2017), sin embargo, algunos estudiantes no lo consideran como una programación real (Weintrop & Wilensky, 2016). Por otra parte, el uso y dominio de la programación basada en texto, como los que utilizan los desarrolladores profesionales, es el objetivo educativo final para los estudiantes al finalizar el nivel K-12 en la mayoría de los países, y para quienes continúan programando luego de la adolescencia (Román-González, Pérez-González, Moreno-León & Robles, 2018) (Kölling, Brown & Altadmri, 2015).

En el contexto descrito, resulta importante la selección de los entornos de programación para impartir cursos introductorios a la programación, entornos en los que los estudiantes puedan desarrollar el pensamiento computacional y sentirse motivados en su proceso de aprendizaje. Existen diferentes entornos de programación gráfica basada en bloques, pero se ha hecho poca investigación sobre su eficacia para apoyar a los estudiantes en la transición a la programación basada en texto (Dorling & White, 2015), transición que se considera un desafío en la enseñanza de la programación (Kölling, Brown & Altadmri, 2015). Por su parte, Chen, Haduong, Brennan, Sonnert & Sadler (2019), encontraron que el uso de programación gráfica puede formar malos hábitos que dificultarían la transición hacia un lenguaje de programación formal, por lo que, sugieren investigar la transición entre diferentes tipos de lenguajes de programación.

En este trabajo, se explora el uso de diferentes entornos de programación, basados en bloques y texto, con el fin de identificar aquellos que les resultan más fáciles y atractivos a estudiantes principiantes en programación, que faciliten el desarrollo de habilidades relacionadas al pensamiento computacional, creación de programas y la transición a un lenguaje de programación basado en texto.

2. Trabajos Relacionados

En el trabajo de (Durak, 2020) se encontró que el lenguaje de programación Scratch influyó en la participación activa y el desarrollo de habilidades de pensamiento reflexivo de los estudiantes para la resolución de problemas de manera más positiva que Alice, por ser más sencillo en términos de bloques de código. Este autor también observó que programar con Alice afecta positivamente las habilidades relacionadas con el pensamiento computacional de los estudiantes; sugiere examinar los efectos de otras herramientas de programación.

Chen, Haduong, Brennan, Sonnert & Sadler (2019) encontraron que la experiencia previa en programación tuvo efectos positivos en las actitudes sobre la programación, así como en las calificaciones en los cursos de introducción a ciencias de la computación. Los estudiantes cuyo primer lenguaje de programación se basó en bloques obtuvieron calificaciones más altas en comparación de los estudiantes cuyo primer lenguaje fue el textual. Proponen como trabajo futuro investigar la transición entre diferentes tipos de lenguajes de programación.

Tabet, Gedawy, Alshikhabobakr & Razak (2016), describen una experiencia en el diseño de un plan de estudios de computación para estudiantes de secundaria utilizando Alice, el cual proporciona una interfaz simple para aprender conceptos de programación; luego utilizan Python en clases superiores para pasar a un lenguaje de programación basado en texto. Encontraron que el rendimiento de los estudiantes con experiencia en Alice fue superior a los que no lo tenían, además, la programación en Python les pareció más fácil y divertida.

Dorling & White (2015), proponen una estrategia probada para que los profesores permitan a los estudiantes realizar la transición a un lenguaje de programación basado en texto con éxito, utilizan actividades desconectadas, lenguaje gráfico Scratch y Python. Sugieren que los profesores deben prestar especial atención al proceso de transición de un lenguaje gráfico a uno basado en texto, así como la incorporación una buena pedagogía en las lecciones de computación.

3. Marco Conceptual

3.1. Pensamiento Computacional

El Pensamiento Computacional (PC) es una habilidad fundamental para todos los estudiantes (Li, 2021), implica la resolución de problemas o diseño de sistemas mediante el uso de procesos de pensamiento como abstracción, descomposición (Wing, 2011, 2006). La abstracción permite definir patrones, generalizar capturando propiedades esenciales comunes a partir de instancias (Wing, 2011). Según Aho (2012), el PC utiliza algoritmos y pasos computacionales para representar la solución de problemas. En este sentido, la programación está relacionada al pensamiento computacional, porque requiere pensar y resolver problemas con diferentes niveles de abstracción (González-González, 2019) y se le considera como la principal demostración de la capacidad del PC mediante el uso de la computadora (Román-González, Pérez-González, Moreno-León & Robles, 2018), como un proceso de formulación y resolución de problemas (Durak, 2020); pero también puede desarrollarse mediante actividades unplugged o desconectadas en edades más tempranas.

Además, el PC utiliza conceptos básicos de computación para la resolución de problemas y situaciones cotidianas (Buitrago Flórez, et al. 2017), se puede aplicar en la vida diaria, por lo que es una habilidad esencial para todos, no solo para informáticos o programadores (Wing, 2006). Permite adquirir o fortalecer otras habilidades como la creatividad, resolución de problemas, razonamiento lógico entre otros, que son utilizadas en diferentes áreas de conocimiento.

3.2. Entornos de programación basada en bloques

Los entornos de programación basada en bloques incluyen la programación visual (Durak, 2020), por lo que su uso se considera una forma adecuada de introducir a los estudiantes principiantes a la programación (Xu, Ritzhaupt, Tian & Umapathy, 2019), porque facilitan la adquisición de conceptos computacionales sin necesidad a aprender la sintaxis de programación (Lye & Koh, 2014) asociada a un lenguaje de programación textual. En adición, los estudiantes novatos pueden explorar más fácilmente conceptos avanzados sobre computación creando programas que se componen de bloques específicos, los cuales se arrastran y sueltan formando secuencias lógicas, como piezas de un rompecabezas (Chen, Haduong, Brennan, Sonnert & Sadler, 2019), por lo que son más fáciles de usar y aprender de forma intuitiva, mejorando la experiencia introductoria de aprendizaje de programación.

3.3. Entornos de programación basada en texto

Los lenguajes de programación textual requieren que los estudiantes recuerden los comandos y sintaxis del lenguaje; las palabras claves por lo general son en inglés, lo que para algunos principiantes es un desafío adicional. Además, se hace necesaria la indentación y el espaciado, lo misma que si se realiza de forma incorrecta puede ocasionar errores en el programa y afectar la legibilidad (Kölling, Brown & Altadmri, 2015). Esta es la razón por la que los estudiantes tienen dificultades cuando están iniciando un curso de programación.

Sin embargo, los principales lenguajes de programación profesional se basan en texto como C, Java, Python (Kölling, Brown & Altadmri, 2015) y son comunes en la industria e investigación (Blanchard, et al. 2020). Se considera que Python facilita a los estudiantes principiantes el involucrarse en las principales características del pensamiento computacional (Buitrago Flórez, et al. 2017), por lo que resulta adecuado su uso como lenguaje de programación inicial, ya que incluye librerías de gráficos de tortuga que posibilitan una transición fluida de Logo a Python (Hromkovic, Kohn, Komm & Serafini, 2017).

4. Metodología

En la experiencia participaron 34 estudiantes matriculados en el curso de Informática Básica, grupo G, del período académico 2019-A de la Escuela Profesional de Educación de la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa (Perú). El grupo estuvo conformado por 21 mujeres y 13 varones, quienes participaron del desarrollo de la tercera unidad de aprendizaje: Introducción a la Programación. Unidad que se desarrolla durante cinco semanas, con 5 horas académicas semanales (1 hora teórica y 4 horas prácticas), que duran 50 minutos cada una.

El diseño metodológico utilizado fue cuasi experimental, pues no se trabajó con un grupo control. Se realizó una investigación mixta de carácter exploratorio, a través de actividades en las clases de informática básica, realizadas en la tercera unidad de aprendizaje: Introducción a la Programación.

En las horas de teoría se explicaron conceptos relacionados a la programación y pensamiento computacional como algoritmo, descomposición, programa, lenguaje de programación, variables, instrucciones secuenciales, de selección, repetitivas y funciones utilizando como apoyo las herramientas Code.org y PSeInt. Las actividades que los estudiantes debían desarrollar eran algoritmos en pseudocódigo realizados en equipos de trabajo utilizando técnicas de aprendizaje cooperativo; para ello se siguieron las recomendaciones de Bedregal, Tupacyuanqui y Cornejo (2018). Las sesiones teóricas se realizaron en aula.

En las horas de práctica los estudiantes experimentaron con el uso de diferentes entornos de programación: Code.org, Lightbot, Scratch, Turtle con Python. El método utilizado en las sesiones de clase fue expositivo-participativo. Las sesiones de práctica se dieron en los laboratorios de computación.

Para recoger la percepción de los participantes en relación con la experiencia del uso de entornos de programación, se realizó una encuesta semi-estructurada, con seis preguntas de escala y una pregunta cerrada de opción múltiple.

5. Descripción de la Experiencia

Se seleccionaron entornos de programación basados en bloque (Code.org, Lightbot, Scratch), pseudocódigos (PSeInt), para luego realizar la transición al lenguaje de programación Python.

Se utilizaron varias herramientas para explorar y analizar sus implicancias en la enseñanza-aprendizaje de la Introducción de la Programación en estudiantes principiantes. Los objetivos planteados fueron que los estudiantes conozcan las diferentes representaciones de algoritmos e instrucciones de programación, facilitar el desarrollo de habilidades relacionadas al pensamiento computacional y el aprendizaje de conceptos de programación, y la creación de programas.

La Tabla 1 muestra los temas de programación que se desarrollaron utilizando las herramientas seleccionadas.

Herramientas	**Instrucciones Secuenciales**	**Instrucciones Condicionales**	**Instrucciones Repetitivas**	**Funciones**
Code.org	X		X	X
Lightbot	X			X
PSeInt	X	X	X	X
Scratch	X	X	X	
Turtle con Python	X		X	X

Tabla 1 – Temas de programación

PSeInt aparece en todos los temas de programación desarrollados porque es la herramienta de apoyo que se utilizó para explicar los conceptos de programación en las

horas de teoría. En todas las herramientas se utiliza instrucciones secuenciales porque siempre están presentes en la creación de programas.

Cada sesión de laboratorio tuvo características propias que se describen a continuación.

5.1. Semana 1: Code.org y Lightbot

En esta primera semana, se introdujo a los estudiantes en el lenguaje de programación visual basado en bloques utilizando recursos de Code.org y Lightbot.

Code.org facilitó la comprensión de conceptos de instrucciones secuenciales, bucles y funciones. Se realizaron ejercicios de los tutoriales de una hora del código (Figura 1). Los estudiantes pudieron adquirir prácticas de pensamiento computacional como iteración, abstracción que les permitió reconocer patrones que se repetían.

Figura 1 – Programación visual basada en bloques utilizando recursos de Code.org

Lightbot permitió reforzar conceptos sobre algoritmos, instrucciones secuenciales y funciones. Los estudiantes fueron avanzando de nivel y notando que la complejidad del problema a resolver aumentaba, requiriéndose mayor cantidad de instrucciones, por lo que necesitaron descomponer el programa en pequeños subprogramas haciendo uso de funciones, las cuales también les permitían la reutilización del código (Figura 2).

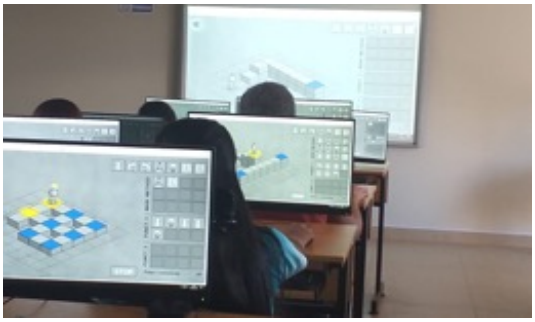


Figura 2 – Programación visual con escalado de niveles utilizando el videojuego Lightbot

5.2. Semana 2: Scratch

En la segunda semana, se utilizó el entorno de programación basado en bloques de Scratch (Figura 3), el cual permitió introducir y reforzar conceptos sobre variables, instrucciones secuenciales, de selección, repetitivas y funciones. Se les proporcionó una guía práctica con ejemplos y luego se les propuso ejercicios. Desarrollaron habilidades como resolución de problemas, lógica, iteración y creatividad.

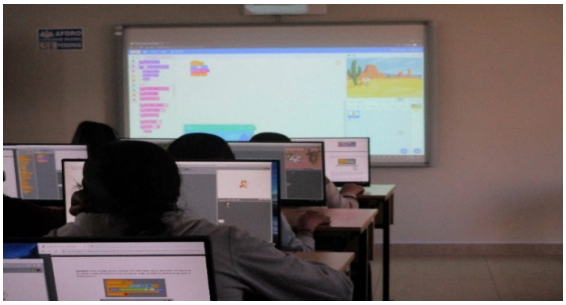


Figura 3 – Creando proyectos animados utilizando programación visual de Scratch

5.3. Semana 3: Code.org y/o Scratch, Turtle de Python

En la tercera semana al inicio de clases se les pidió a los estudiantes realizar una actividad libre de programación utilizando Code.org, Scratch, o ambos, el cual podía desarrollarse en pares, con el fin de que ellos eligieran el entorno de programación y subieran evidencia de lo realizado al aula virtual.

En esta actividad se encontraron 33 trabajos, de los cuales 21 fueron realizados en Code.org y 12 en Scratch. En la Figura 4 se observa que hubo mayor preferencia en el uso del entorno de programación de Code.org con 64%. Este resultado fue considerado para el diseño de clases de laboratorio de la siguiente semana.

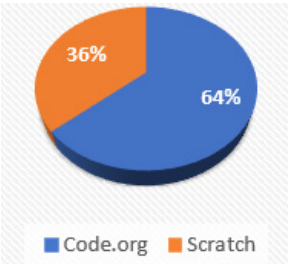


Figura 4 – Preferencia de uso de entorno de programación

Luego se les hizo una introducción de la librería gráfica Turtle de Python, donde los estudiantes utilizaron instrucciones secuenciales y funciones para dibujar figuras geométricas, aplicar colores. En la Figura 5 se muestra uno de los ejemplos desarrollados.

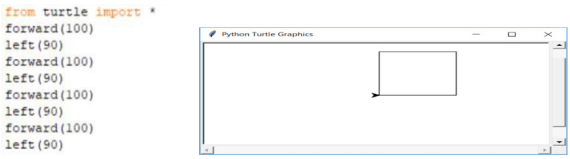


Figura 5 – Dibujando un cuadrado utilizando la librería gráfica turtle

5.4. Semana 4: Turtle de Python

En la cuarta semana, los estudiantes pasaron de la programación basada en bloques a programación basada en texto con la ayuda de ejemplos de Code.org que pasaron a la programación textual con Python utilizando la librería gráfica turtle (Figura 6), luego se les propuso algunos ejercicios (Figura 7) y fueron dibujando diferentes formas y patrones. Se trabajaron principalmente con objetos, instrucciones secuenciales, repetitivas y funciones.

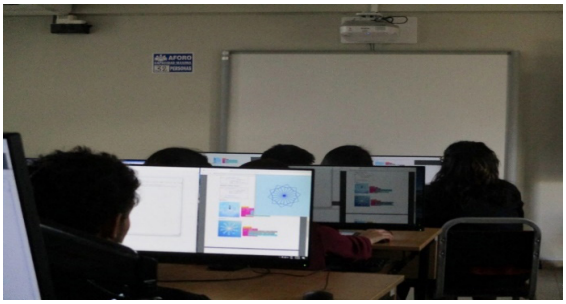


Figura 6 – Transición de programación basada en bloques a texto usando Code.org y Python

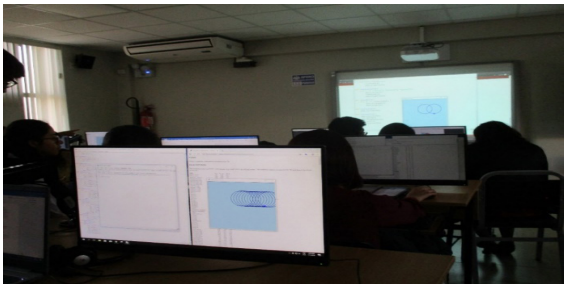


Figura 7 – Dibujando figuras geométricas utilizando iteraciones y funciones

5.5. Semana 5: Presentación de Trabajos

En la última semana utilizaron los conocimientos y habilidades adquiridas presentando y explicando trabajos finales realizados con la librería gráfica turtle de Python. Las Figuras 8 y 9 muestra ejemplos de trabajos realizados.

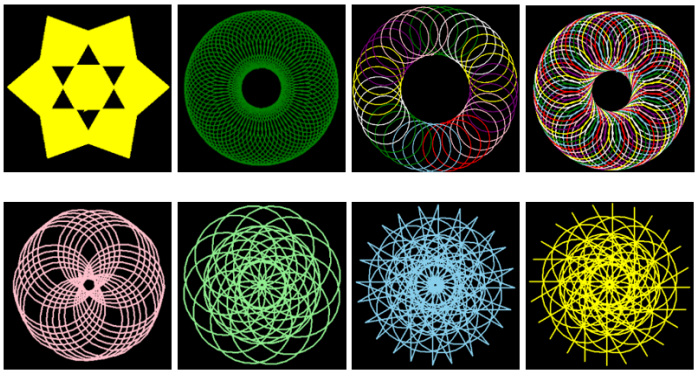


Figura 8 – Dibujando formas y patrones usando iteraciones y funciones

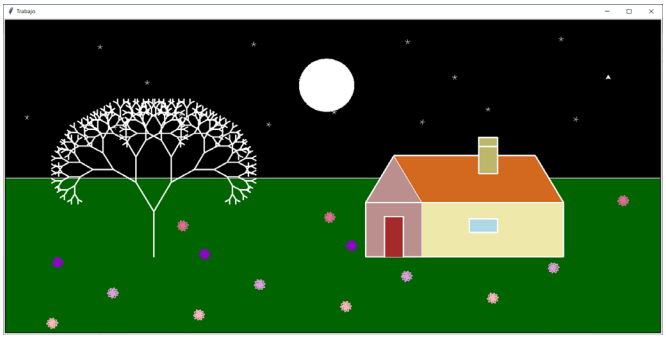


Figura 9 – Dibujando un paisaje usando condicionales, iteraciones y funciones

6. Resultados

6.1. Relacionados con la percepción de los estudiantes

Se elaboró un cuestionario para conocer la apreciación de los estudiantes sobre su experiencia con Code Studio, Lightbot, Scratch, Turtle con Python y PSeInt.

La encuesta se aplicó a los 34 estudiantes que participaron de la experiencia.

El cuestionario contenía una pregunta cerrada de opción múltiple y seis preguntas de escala tipo Likert, con cuatro niveles (1) Nada, (2) Poco, (3) Bastante y (4) Completamente. La Tabla 2 muestra el porcentaje de respuestas para cada nivel de las preguntas de escala.

Preguntas de la encuesta	Nada (1)	Poco (2)	Bastante (3)	Completamente (4)	Puntaje promedio
1. ¿Scratch le permitió aprender los conceptos básicos de programación (variables, condicionales, bucles)?	3%	32%	53%	12%	2.74

Preguntas de la encuesta	Nada (1)	Poco (2)	Bastante (3)	Completamente (4)	Puntaje promedio
2. Ligthbot le permitió comprender el concepto y utilidad de funciones	3%	35%	35%	27%	2.86
3. Code Studio le facilitó la programación de bucles y funciones con turtle	3%	27%	38%	32%	2.99
4. Code Studio le ayudó a comprender y programar funciones en Python	3%	29%	50%	18%	2.83
5. ¿Le resulto atractivo los programas que se pueden desarrollar con Turtle?	3%	18%	56%	23%	2.99
6. PSeInt le pareció una herramienta fácil para aprender a programar	15%	41%	35%	9%	2.38

Tabla 2 – Resultados de la encuesta: Preguntas de escala

De los resultados de la encuesta realizada se puede apreciar que la mayoría de los estudiantes opina que su experiencia previa de Code Studio les ayudó a comprender y programar funciones con Python, así como programar bucles y funciones con turtle. Scratch les permitió aprender los conceptos básicos de programación (variables, condicionales, bucles). También se observa que a la mayoría de los estudiantes les resultaron atractivos los programas que se pueden desarrollar con Turtle.

Se puede también afirmar que la experiencia se ha percibido como favorable al logro de los objetivos educacionales planteados pues las puntuaciones promedio obtenidas para cada pregunta superan la puntuación promedio de la escala empleada (Figura 10). La excepción se da en la Pregunta 6, para los estudiantes PSeInt no les resultó fácil para aprender a programar.

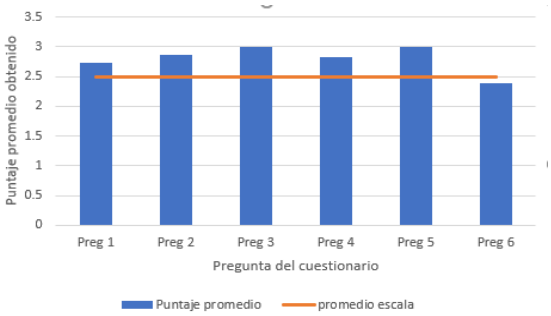


Figura 10 – Puntuación promedio obtenida por cada pregunta de escala

La séptima pregunta, de opción múltiple, fue *"¿Qué herramientas de las que se utilizó le gusto más para aprender a programar?"*, en la Figura 11, se observa que los entornos

de programación que más les gustaron a los participantes encuestados fueron Code Studio y Turtle con Python.

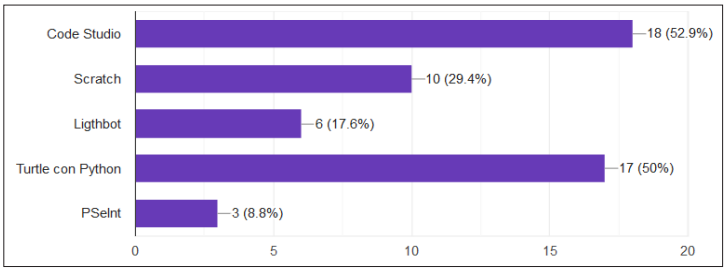


Figura 11 – Resultado de encuesta: Pregunta 7

6.2. Relacionado con la adquisición de conceptos de programación

Se obtuvieron buenos resultados por parte de los estudiantes en el cuestionario final que se aplicó para evaluar el aprendizaje sobre conceptos de algoritmos, métodos o funciones, instrucciones secuenciales y repetitivas. En la Figura 12 se observa que la mayoría de los estudiantes acertó de 4 a 6 preguntas de un total de 6.

Sobre un total de 6 preguntas en un cuestionario final de conceptos de programación, el 40% de estudiantes solamente se equivocó en una pregunta, el 27% se equivocó en dos preguntas y hubo un 24% de estudiantes que no se equivocaron en ninguna de las preguntas formuladas (Figura 13).

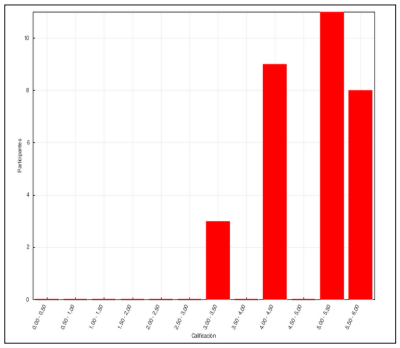


Figura 12 – Resultados del cuestionario final

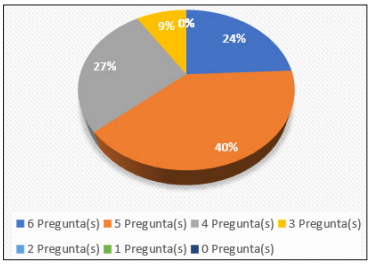


Figura 13 – Porcentaje de cantidad de preguntas acertadas

7. Discusión

Los entornos de programación permitieron introducir y reforzar algunos conceptos computacionales (como instrucciones secuenciales, bucles, condicionales), adquirir algunas prácticas computacionales (como abstracción, descomposición, iteración, reutilización) durante las actividades de programación de los estudiantes, que corresponden a dos de las dimensiones del pensamiento computacional descritas por (Brennan & Resnick, 2012) y adaptadas en el trabajo de (Luo, Antonenko & Davis, 2020). Además, los estudiantes desarrollaron habilidades como resolución de problemas, lógica, creatividad. Por tanto, asumimos que la programación permite desarrollar habilidades relacionadas al pensamiento computacional. Así mismo, (Román-González, Pérez-González, Moreno-León & Robles, 2018) considera a la programación de computadoras como la principal demostración de la capacidad del pensamiento computacional, por lo que se utiliza con frecuencia para promover las habilidades del pensamiento computacional (Shute, Sun & Asbell-Clarke, 2017).

Según los resultados de la investigación, Code.org y la librería gráfica turtle de Python fueron las herramientas de mayor preferencia para aprender a programar. Por tanto, sugerimos utilizar Code.org para la programación basada en bloques, seguido de Python para la programación basado en texto, utilizando la librería turtle para facilitar la transición entre lenguajes, principalmente para los estudiantes principiantes que no siguen estudios relacionados a las carreras de computación, de forma similar (Tabet, Gedawy, Alshikhabobakr & Razak, 2016) propone iniciar con el entorno de programación visual Alice, seguido de Python y en (Dorling & White, 2015) realizan una transición del lenguaje gráfico Scratch a Python, porque iniciar con un lenguaje textual puede resultar abrumador para la capacidad cognitiva de los estudiantes principiantes y dificultar su posterior aprendizaje (Chen, Haduong, Brennan, Sonnert & Sadler, 2019), por la necesidad de comprensión de sintaxis y semántica de los lenguajes de programación textual. En nuestro estudio, para la transición a programación basada en texto se utilizó inicialmente los mismos ejercicios que habían desarrollado en Code.org, para que los pasen a Python utilizando la librería gráfica turtle, reduciendo la complejidad de sintaxis y facilitando la comprensión del lenguaje de programación basada en texto. Además, a la mayoría de los estudiantes les resultó atractivo los programas que se pueden crear con turtle, por lo que desarrollaron una actitud positiva hacia la programación.

Se coincide con lo expresado en el trabajo de (Laura-Ochoa, 2018), en el sentido de que el aprendizaje de la programación para estudiantes de primer año de las instituciones de educación superior puede darse de manera sencilla, comprensiva y entretenida si se utilizan las herramientas adecuadas.

Asumimos que PSeInt no les resultó fácil para ayudarles a programar porque solamente se utilizó en teoría por el profesor para escribir y explicar algoritmos en pseudocódigo; pero por la corta duración del curso no se utilizó por los estudiantes en laboratorio. Además, está basado en texto y se enseñó simultáneamente con programación basada en bloques, que facilitaron la comprensión de conceptos básicos de programación.

8. Limitaciones

La principal limitación del estudio es la corta duración de la tercera unidad de aprendizaje: Introducción a la Programación del curso de Informática Básica, el cual no permitió profundizar los entornos de programación utilizados, tipo de desafíos o explorar otras herramientas. Además, se tuvo una cantidad reducida de estudiantes, ya que solamente se realizó en un grupo en la que la docente del estudio impartía clases, por lo que no se trabajó con un grupo control.

9. Conclusiones

La experiencia de análisis de entornos de programación basados en bloques y texto, descrita en este trabajo, puede ser un referente para aquellos profesores interesados en elegir entornos de programación para apoyar el aprendizaje de creación de programas y desarrollo de habilidades del pensamiento computacional de los estudiantes que recién están iniciándose en la programación.

La combinación de programación basada en bloques y la programación basada en texto utilizando la librería gráfica turtle de Python facilitaron la comprensión de conceptos de programación y creación de programas. Es por esta razón, que ambos entornos de programación, tanto los basados en bloques como en texto, son importantes para el desarrollo de habilidades relacionadas al pensamiento computacional. Además, se sugiere el uso de Code.org y la librería gráfica turtle de Python, para facilitar la transición de programación basada en bloques a programación basada en texto, principalmente en estudiantes principiantes de carreras no relacionadas a computación.

Referencias

Aho, A. V. (2012). Computation and computational thinking. *The computer journal*, 55(7), 832-835.

Bedregal-Alpaca, N., Tupacyupanqui-Jaén, D. & Cornejo-Aparicio, V. (2018). Video and Cooperative Work as Didactic Strategies to Enrich Learning and Development of Generic Competences in numerical Methods. *2018 XIII Latin American Conference on Learning Technologies (LACLO)*. DOI: 10.1109/laclo.2018.00038

Blanchard, J., Gardner-McCune, C., & Anthony, L. (2020, February). Dual-Modality Instruction and Learning: A Case Study in CS1. In *Proceedings of the 51st ACM Technical Symposium on Computer Science Education* (pp. 818-824).

Bocconi, S., Chioccariello, A., Dettori, G., Ferrari, A., & Engelhardt, K. (2016). *Developing computational thinking in compulsory education-Implications for policy and practice* (No. JRC104188). Joint Research Centre (Seville site).

Bocconi, S., Chioccariello, A., Dettori, G., Ferrari, A., Engelhardt, K., Kampylis, P., & Punie, Y. (2016). Exploring the field of computational thinking as a 21st century skill. *Proceedings of the EDULEARN16*, 16, 4725-4733.

Brennan, K., & Resnick, M. (2012, April). New frameworks for studying and assessing the development of computational thinking. In *Proceedings of the 2012 annual meeting of the American educational research association, Vancouver, Canada* (Vol. 1, p. 25).

Buitrago Flórez, F., Casallas, R., Hernández, M., Reyes, A., Restrepo, S., & Danies, G. (2017). Changing a generation's way of thinking: Teaching computational thinking through programming. *Review of Educational Research*, 87(4), 834-860.

Chen, C., Haduong, P., Brennan, K., Sonnert, G., & Sadler, P. (2019). The effects of first programming language on college students' computing attitude and achievement: a comparison of graphical and textual languages. *Computer Science Education*, 29(1), 23-48.

Dorling, M., & White, D. (2015, February). Scratch: A way to logo and python. In *Proceedings of the 46th ACM Technical Symposium on Computer Science Education* (pp. 191-196).

Durak, H. Y. (2020). The effects of using different tools in programming teaching of secondary school students on engagement, computational thinking and reflective thinking skills for problem solving. Technology, *Knowledge and Learning*, 25(1), 179-195.

González-González, C. S. (2019). State of the art in the teaching of computational thinking and programming in childhood education. *Education in the Knowledge Society*, 20, 1-15.

Hromkovič, J., Kohn, T., Komm, D., & Serafini, G. (2016, October). Combining the power of python with the simplicity of logo for a sustainable computer science education. In *International Conference on Informatics in Schools: Situation, Evolution, and Perspectives* (pp. 155-166). Springer, Cham.

Hromkovic, J., Kohn, T., Komm, D., & Serafini, G. (2017). Algorithmic thinking from the start. *Bulletin of EATCS*, 1(121).

Kölling, M., Brown, N. C., & Altadmri, A. (2015, November). Frame-based editing: Easing the transition from blocks to text-based programming. In *Proceedings of the Workshop in Primary and Secondary Computing Education* (pp. 29-38).

Laura-Ochoa, L. (2018). Teaching the Introduction to Programming using Ludic Tools. *16 th LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education, and Technology: "Innovation in Education and Inclusion"*, 19-21 July 2018, Lima, Peru. DOI 10.18687/LACCEI2018.1.1.176

Li, Q. (2021). Computational thinking and teacher education: An expert interview study. *Human Behavior and Emerging Technologies*, 3(2), 324-338.

Luo, F., Antonenko, P. D., & Davis, E. C. (2020). Exploring the evolution of two girls' conceptions and practices in computational thinking in science. *Computers & Education*, 146, 103759.

Lye, S. Y., & Koh, J. H. L. (2014). Review on teaching and learning of computational thinking through programming: What is next for K-12?. *Computers in Human Behavior*, 41, 51-61.

Özmen, B., & Altun, A. (2014). Undergraduate students' experiences in programming: difficulties and obstacles. *Turkish Online Journal of Qualitative Inquiry*, 5(3), 1-27.

Repenning, A., Basawapatna, A., & Escherle, N. (2016, September). Computational thinking tools. In *2016 IEEE Symposium on Visual Languages and Human-Centric Computing (VL/HCC)* (pp. 218-222). IEEE.

Román-González, M., Pérez-González, J. C., Moreno-León, J., & Robles, G. (2018). Can computational talent be detected? Predictive validity of the Computational Thinking Test. *International Journal of Child-Computer Interaction*, 18, 47-58.

Shute, V. J., Sun, C., & Asbell-Clarke, J. (2017). Demystifying computational thinking. *Educational Research Review*, 22, 142-158.

Tabet, N., Gedawy, H., Alshikhabobakr, H., & Razak, S. (2016, July). From alice to python. Introducing text-based programming in middle schools. In *Proceedings of the 2016 ACM Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education* (pp. 124-129).

Tsarava, K., Leifheit, L., Ninaus, M., Román-González, M., Butz, M. V., Golle, J., Trautwein, U. & Moeller, K. (2019, October). Cognitive correlates of computational thinking: Evaluation of a blended unplugged/Plugged-in course. In *Proceedings of the 14th Workshop in Primary and Secondary Computing Education* (pp. 1-9).

Weintrop, D., & Wilensky, U. (2016). Bringing blocks-based programming into high school computer science classrooms. In *Annual Meeting of the American Educational Research Association (AERA)*. Washington DC, USA.

Weintrop, D., & Wilensky, U. (2017). Comparing block-based and text-based programming in high school computer science classrooms. *ACM Transactions on Computing Education (TOCE)*, 18(1), 1-25.

Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, *49*(3), 33-35.

Wing, J. M. (2011). Computational thinking: What and why. The Link. *News from the School of Computer Science at Carnegie Mellon University*.

Xu, Z., Ritzhaupt, A. D., Tian, F., & Umapathy, K. (2019). Block-based versus text-based programming environments on novice student learning outcomes: A meta-analysis study. *Computer Science Education*, 29(2-3), 177-204.

risti
Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação
Iberian Journal of Information Systems and Technologies

Recebido/Submission: 01/04/2021
Aceitação/Acceptance: 03/06/2021

La Responsabilidad Social Empresarial (RSE) y la Creación de Valor Compartido (CVC), ejes determinantes para la gestión de las PYMES. Una revisión bibliométrica

Cifuentes-Bedoya Diego[1], Lozada-Valencia Felipe[2], Segovia-Borray Clara Eugenia[3], Otalora-Murcia Edisson[4]

dcifuentesb@uniminuto.edu.co; luis-lozada@unipiloto.edu.co; tec.gestionprocesos@usc.edu.co; edisson.otalora.m@uniminuto.edu.co

[1] Corporación Universitaria Minuto de Dios, Girardot, 252432, Girardot, Colombia.

[2] Universidad Piloto de Colombia, Girardot, 252432, Girardot, Colombia.

[3] Universidad Santiago de Cali, Cali, 760032, Cali, Colombia.

[4] Corporación Universitaria Minuto de Dios, Ibagué, 730001, Ibagué, Colombia.

Pages: 549-567

Resumen: El desarrollo empresarial visto desde la competitividad y productividad ha estado ligado a procesos operativos y gestión tradicional, sin embargo, poco se evidencia que estos puedan estar ligados a la RSE, CVC o innovación social. El objetivo del artículo es realizar una revisión sistémica de literatura en los tres conceptos mencionados, articulado a las Pymes y así demostrar casos de éxito sobre las buenas prácticas sociales en este tipo de compañías. En la primera parte, se demuestra una revisión de literatura con las variables: VC, Innovación social, RSE enfocadas en Pymes. En la segunda parte, se determina la ecuación de búsqueda en la base de datos Scopus. Y, por último, se desarrollan indicadores bibliométricos con el software Vos Viewer. Los resultados de esta investigación son el análisis de tendencias, temas para futuras líneas de investigación e identificación de referencias más importantes y necesarias para argumentar con claridad los temas expuestos.

Palabras-clave: Valor compartido; Innovación social; Responsabilidad social empresarial; Pymes; Acercamiento Estratégico.

Corporate Social Responsibility (CSR) and the Creation of Shared Value (CVC), determining factors for the management of SMEs. A bibliometric review

Abstract: Business development seen from competitiveness and productivity has been linked to operational processes and traditional management, however, there is little evidence that these can be linked to CSR, CVC or social innovation. The objective of the article is to carry out a systemic literature review on the three mentioned concepts, articulated to SMEs and thus demonstrate success stories on

good social practices in these types of companies. In the first part, a literature review is demonstrated with the variables: VC, Social innovation, CSR focused on SMEs. In the second part, the search equation is determined in the Scopus database. And finally, bibliometric indicators are developed with the Vos Viewer software. The results of this research are the analysis of trends, topics for future lines of research and identification of the most important and necessary references to clearly argue the exposed subjects.

Keywords: Shared value; Social innovation; Corporate social responsibility SMEs; Strategic approach.

1. Introducción

Desde que se creó el término de Responsabilidad Social Empresarial (RSE) comenzando el siglo XX las juntas directivas y propietarios de compañías, comenzaron a entender los intereses que se generaban en grupos cercanos a las empresas diferentes a las accionistas (Frederick, 1994). Es por ello que, en la actualidad las empresas desarrollan estrategias para mejorar las condiciones sociales y económicas de la comunidad a la que impactan (Cajiga Calderón, s.f.).

Cobra especial importancia la temática, al pensar en los cambios del mercado, los consumidores, la escasez de los recursos y la necesidad de asumir nuevas estrategias que les permitan a las organizaciones ser más competitivas, pero a la vez, retarse para tener una mayor capacidad de adaptación y resiliencia al mundo globalizado promoviendo un impacto positivo hacia los actores sociales que se ven afectados por sus actividades.

Desde esta perspectiva, el presente artículo se divide en tres partes. La primera parte, una revisión sistémica de literatura; En una segunda parte, se establece la ecuación de búsqueda final aplicada en la base de datos de Scopus. Y en la tercera parte, se desarrollan indicadores bibliométricos usando el software libre Vos Viewer para realizar un análisis cuantitativo y así proponer discusiones sobre el estado actual de estos temas, sus tendencias, colaboraciones e impacto dentro de la comunidad académica y empresarial.

1.1. Antecedentes

Desde un contexto internacional los objetivos de desarrollo sostenible (ODS) son la ruta a la consecución de un mundo mejor, los 17 objetivos propuestos tienen como fundamento el bienestar social y económico de las comunidades, para erradicar la pobreza, proteger el planeta y asegurar la prosperidad para todos (Naciones Unidas, 2020). El desarrollo de los escenarios no igualitarios en el mundo, la extracción impropia y desmedida de los recursos naturales por el consumo excesivo de energía, amenazan cada vez a la sociedad trayendo consigo efectos adversos sistémicos a nivel mundial (Naciones Unidas, 2015). Países como España, entienden la RSE como un componente esencial dentro del ecosistema empresarial, según el quinto informe de impacto social desarrollado por SERES en colaboración con Deloitte (2018), las empresas que participaron en la recolección de información invirtieron más de 846 millones de euros en actividades correspondientes a la RSE. El informe evidencia que para este país en el año 2017 hubo 24 millones de personas beneficiadas de manera directa por las actividades de RSE analizadas, 6 de cada 10 compañías desarrollaron proyectos relacionados con el

empleo y la integración laboral, el 35% de los beneficiarios directos son jóvenes y niños, 27.417 personas desfavorecidas laboralmente integradas en las compañías analizadas a 31 de diciembre de 2017, el 90% de las empresas contempla los ODS en su estrategia de RSE, lo que muestra la importancia de esta tendencia para organizar y articular la RSE empresarial (Fundación Sociedad y Empresa Responsable SERES; Deloitte, 2018).

Desde el contexto de América Latina, la RSE y el valor compartido tienen dos enfoques válidos, el primero visto a través de la perspectiva de los consumidores, donde se evidencia que la interacción entre consumidores y empresarios tienden más al desacuerdo que a la cooperación y al entendimiento, las relaciones en varios sectores económicos se han deteriorado por la desconfianza, y no por mala voluntad de unos u otros. Con base en lo anterior, los empresarios (sobre todo, empresas no vinculadas en mercados internacionales) siguen estimando que el enfoque de RSE y VC tiene que ver más con la caridad o el cumplimiento obligado de los estamentos legales de normas ambientales o laborales, esto muestra una falta de conceptualización y apropiación del RSE en las empresas latinoamericanas (Vargas Niello, 2006). El segundo enfoque tiene que ver con la visión empresarial, para ellos la responsabilidad de la empresa frente a la sociedad es un tema que es tocado de manera exagerada por la comunidad. Sin embargo, las iniciativas que se deben desarrollar por parte de las compañías deben ser voluntarias y desinteresadas. Con base en el análisis realizado por la CEPAL, no hay mucho interés por una parte significativa de empresarios en América Latina para establecer actividades de RSE o VC benéfico para ambas partes (Correa, Flynn, & Amit, 2004).

Por otro lado, según el BID (Vives, Corral, & Iñigo, 2005) y el informe “Cambio y oportunidad: La responsabilidad social corporativa como fuente de competitividad en Pymes en América Latina y el Caribe” de (Correa, Van Hoof, & Núñez, 2010), las Pymes tienen la posibilidad de implementar actividades de RSE y VC, cuando han desarrollado los siguientes componentes: Liderazgo, madurez gerencial, sistemas de gestión, relacionamiento externo, innovación, acercamiento con los clientes, aprendizaje y crecimiento. Sin embargo, esto no sería posible si las Pymes no mejoran sus resultados financieros y su vez construyen ventajas competitivas en sus modelos de negocio. Para el caso de Colombia, según el informe desarrollado por la Asociación Nacional de Empresarios de Colombia (ANDI) (2017), donde encuestan a 500 empresas entre grandes y Pymes, se evidencia que el 77% de las empresas realizan actividades de RSE y el 32% realizan inversiones de impacto en la comunidad. Así mismo, el 64% de las empresas tienen programas para mitigar los impactos medio ambientales que estas mismas están ocasionando. El 53% dona a programas de educación y apoyo a calidad de las instituciones educativas, de igual manera los proyectos sociales de las empresas van dirigidos en un 38% a las personas en situación de pobreza y en un 37% a niños, niñas y adolescentes de 6 a 17 años.

1.2. Revisión de literatura

Responsabilidad social empresarial (RSE) en Pymes

Dentro del estudio realizado sobre RSE y la evidencia de una transición y una economía desarrollada en el sector alimentario, los autores Colovic, Henneron, Huettinger, & Kazlauskaitè (2019) determinaron que la adopción de RSE por parte de las Pymes está

motivada por los valores y creencias de la empresa, las relaciones con la comunidad local, el deseo de cumplir con las normas y reglamentos y los motivos comerciales. También, muestran que las Pymes participan en diversas actividades relacionadas con la RSE, como el respeto a sus empleados, la infusión de RSE en la cadena de suministro y la filantropía. En el mismo sentido, Ben Youssef, Leicht, Pellicelli, & Kitchen (2018) exploran cómo se puede incorporar la RSE en la estrategia de marketing de marca de una Pyme en el sector B2D y cómo se evalúa la RSE en términos de percepciones de marca e intenciones de compra de los socios comerciales. Asimismo, determinaron que, aunque los compradores industriales atribuyen cierta importancia a la RSE, el diseño del producto y la calidad percibida del producto son, sin embargo, las principales razones de compra.

Por otro lado, la literatura existente sobre RSE se ocupa principalmente de organizaciones más grandes y presta una atención muy limitada a las Pymes (Yang, Lau, Lee, & Cheng, 2020). Así mismo, en Malasia se llevó a cabo una investigación sobre la influencia de la RSE y el desempeño de la Pyme, el autor Lucky (2018) determinó que, las prácticas de RSE ayudan a las Pymes a construir imagen corporativa y buena voluntad, mejorando así el rendimiento de la empresa. Del mismo modo, Aastha & Jabeen, (2019) evidenciaron que, aunque existe una conciencia general sobre las prácticas de RSE entre las Pymes, su comprensión de la responsabilidad social corporativa varía bastante debido a una definición ambivalente de RSE.

Los autores Gangi, Meles, Mustilli, & Monferrà (2020), en su estudio de responsabilidad social corporativa y su influencia en la supervivencia de las Pymes y las grandes empresas, evidenciaron que las empresas con mecanismos de gobierno corporativo más efectivos tienen más probabilidades de participar más en la RSE. Por su parte, Papasolomou, Kountouros, & Melanthiou (2018), establecieron que las iniciativas voluntarias de RSE siguen siendo de importancia primordial, sin embargo, estas deben desarrollarse dentro de un marco más amplio que promueva la cooperación entre los diversos interesados.

Las actividades de RSE relacionadas con la comunidad mejoran el crecimiento de las empresas para todas las Pyme, pero especialmente para las empresas que adoptan una estrategia de liderazgo de costos, y que las actividades de RSE relacionadas con la fuerza laboral son cruciales para evitar la disminución de las ventas, especialmente para las Pyme que adoptan una diferenciación o una estrategia basada en la calidad (Stoian & Gilman, 2017). De igual manera, la RSE ambiental tiene un impacto más fuerte que la RSE social en el desempeño del negocio, y la práctica de la RSE tiene un efecto positivo más fuerte en el desempeño operativo que en el financiero. Además, encontraron que existe una asociación positiva general entre la RSE y el desempeño del negocio (Hou, Liu, Fan, & Wei, 2016). Las iniciativas y prácticas de sostenibilidad se integran en las actividades comerciales de las Pymes desde el principio, sus impactos ambientales y sociales negativos pueden reducirse en gran medida (Eweje, 2020).

Valor compartido e innovación social en Pymes

Con respecto a las Pymes Blanchard & Gray (2019), ponen a prueba la visión que se desarrolla entre los índices VC cuando son similares a los de la conciencia empresarial, tanto en su capacidad de toma de decisiones tácita como estratégica. En este estudio se concluyó que se acepta el concepto de VC como mecanismo de generación de beneficios,

pero esto se atenúa con la capacidad de reunir visiones de naturaleza compartida tanto dentro de la base de clientes como de la empresa. Así mismo, Berberich (2016) presenta la idea de acceder a nuevos recursos mediante la interacción colaborativa con las partes interesadas (stakeholders) para optimizar la cadena de valor y el proceso de desarrollo de productos.

Desde otra perspectiva, es necesario entender que la competitividad de las empresas en este caso las Pymes y la salud de las comunidades que las rodean se encuentran estrechamente entrelazados. Como lo afirman Lüth & Stierl (2015) una comunidad necesita empresas para proporcionar puestos de trabajo y oportunidades de creación de riqueza para sus ciudadanos. El autor Pongwiritthon (2015), establece que las prácticas comerciales de las Pymes, para lograr la aplicación de estrategias de CVC estas deben estar encaminadas a obtener ventajas competitivas claras y estas deben enfocarse en tener una mejor sociedad en general. Así mismo, Prada Ospina & Ocampo (2018) determinaron que resaltar la viabilidad de generar valor compartido en las pymes, es uno de los puntos de similitud que pueden tener con las grandes empresas, a la luz de su lógica de producción y las capacidades asimétricas con ambos segmentos del emprendimiento dentro de un país.

Por otro lado, Tabares (2020) determina que las empresas están llamadas a conformar estrategias orientadas a la innovación social o la filantropía hacia la integración de un modelo de negocio que contribuya a paliar las necesidades de la sociedad moderna. En el mismo sentido, los factores motivacionales como la maximización de beneficios, la responsabilidad filantrópica, la presión externa y la responsabilidad moral, influyen de manera directa cuando las Pymes implementan estrategias de innovación social (Chelliah, Chelliah, & Jaganathan, 2017).

2. Metodología

Con el fin de contribuir en la recopilación de información acerca de VC y la RSE para empresas Pymes, se inició estableciendo los parámetros específicos y cuáles eran las principales variables de estudio en los artículos revisados según sus palabras claves (ver tabla 1).

Palabras Claves
Valor compartido
Innovación social
Responsabilidad social empresarial RSE
Pymes
Acercamiento Estratégico
Capacidad de absorción
Administración de la información
Gestión del conocimiento

Fuente: Elaboración propia con base a información revisada.

Tabla 1 – Variables iniciales analizadas en la revisión bibliométrica.

Luego, se estableció la ecuación de búsqueda final (ver tabla 2) con el fin de filtrar la información de la base de datos Scopus y así analizar de manera cuantitativa 409 documentos de referencia entre los años 2003–2020, de los cuales se destacan (320) artículos de revistas, (35) capítulos de libro, (29) artículos de conferencia, (16) documentos de revisión (7) libros, (1) revisión de conferencia y (1) editorial (ver Figura 1). Los indicadores bibliométricos que se revisaron fueron: Dinámica de publicaciones, tipo de documentos publicados, autores, países, instituciones, temas en tendencia en redes neuronales, intensidad de temáticas a través de mapa de densidad y clasificación en temas por clúster.

Ecuación de búsqueda
(TITLE-ABS-KEY (“shared value”) OR TITLE-ABS-KEY (“social innovation”) OR TITLE-ABS-KEY (“corporate social responsibility”) AND TITLE-ABS-KEY (smes)) AND (EXCLUDE (SUBJAREA , “ENER”) OR EXCLUDE (SUBJAREA , “COMP”) OR EXCLUDE (SUBJAREA , “MEDI”) OR EXCLUDE (SUBJAREA , “EART”) OR EXCLUDE (SUBJAREA , “MATH”) OR EXCLUDE (SUBJAREA , “AGRI”) OR EXCLUDE (SUBJAREA , “MATE”) OR EXCLUDE (SUBJAREA , “PSYC”) OR EXCLUDE (SUBJAREA , “CENG”) OR EXCLUDE (SUBJAREA , “BIOC”) OR EXCLUDE (SUBJAREA , “MULT”) OR EXCLUDE (SUBJAREA , “PHAR”))

Fuente: Elaboración propia con base a información revisada.

Tabla 2 – Ecuación de búsqueda final.

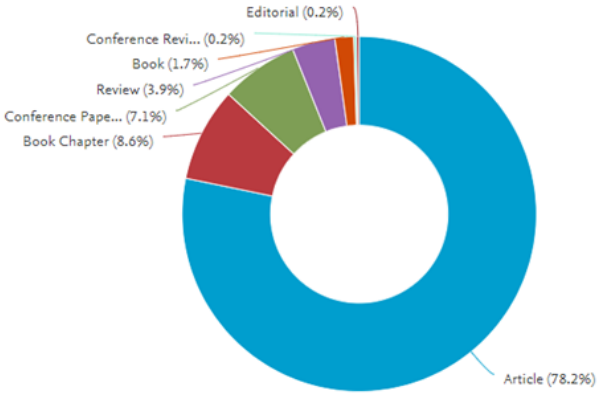


Figura 1 – Documentos por tipo de publicación.
Fuente: Elaboración propia con base a datos Scopus

Este articulo obedece a una revisión sistémica de literatura, extraída de los artículos publicados en la base de datos Scopus. Es cuantitativa, por las variables bibliométricas que se analizaron. También es cualitativa, debido a que analiza la producción bibliográfica a través del software de licencia gratuita Vos Viewer, el cual permite revisar los temas de RSE, innovación social y el VC en las Pymes con mayor detalle (ver tabla 1).

3. Análisis de resultados/Discusiones

Dentro de la revisión sistémica de literatura se evidencia que los temas referenciados sobre RSE, VC e innovación social aplicadas a las Pymes han tenido una popularidad desde el año 2007 (ver Figura 2), donde se marca el primer pico de crecimiento con bibliografía determinada por seis (6) artículos de investigación, dos (2) artículos de conferencia, un (1) capítulo de libro, un (1) documento de revisión de conferencia y un (1) documento de revisión. En este punto del tiempo se resaltan las investigaciones que tenían como fundamento la innovación social como el diseño fundamental para generar valor empresarial a través de la RSE (MacGregor, Espinach, & Fontrodona, 2007), así como, las barreras y oportunidades que experimentaban las Pymes al emprender RSE (Sweeney, 2007) y la comparación entre las empresas grandes y las Pymes que implementan RSE como estrategia para la innovación social (Perrini, Russo, & Tencati, 2007).

La tendencia que se generó en los siguientes años dentro de los investigadores, se destacan los resultados obtenidos en el 2013 (ver Figura 2) donde se escribieron 34 documentos de los cuales 23 documentos fueron artículos, 5 capítulos de libro, 3 documentos de conferencia, 2 documentos de revisión y un libro. El país que más publicaciones realizó para ese año fue España con 5 documentos especializados en la integración de las Pymes con la RSE y su transición en las cadenas de suministro empresariales (Ayuso, Roca, & Colomé Perales, 2013), Relación entre responsabilidad social y desempeño en Pyme (Madueño, Larrán-Jorge, & Martinez–Martinez, 2013), La RSE en el turismo de las Pymes evidencia de Europa y América Latina (Garay & Aulet, 2013), informes determinantes de RSE para Pymes (Herrera, Larrán-Jorge, Lechuga Sancho, & Martinez–Martinez, 2013) y la innovación social: nuevas formas de organización en sociedades del conocimiento (Ruiz-Viñals & Parra Rodríguez, 2013).

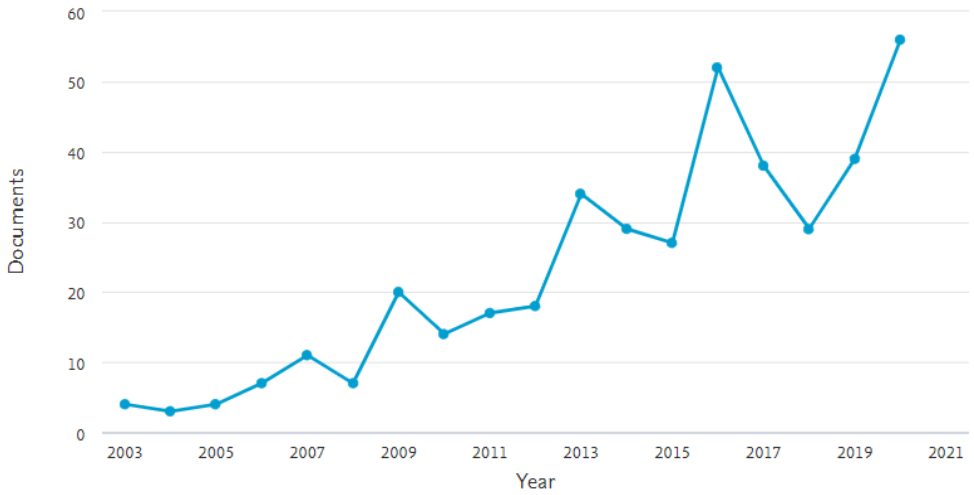


Figura 2 – Dinámica de las publicaciones.
Fuente: Elaboración propia con base a datos Scopus

Finalizando la tendencia de crecimiento se encuentra el presente año 2020, que, a pesar de ser un tiempo atípico por la pandemia del Sars-Cov-2, la producción académica en los temas de RSE y VC tomaron mayor fuerza, dejando un saldo de 62 documentos (ver Figura 2) de los cuales, 59 son artículos de investigación y solo 2 documentos de revisión. La temática abordada con mayor interacción durante el 2020 se evidencia, la cooperación con ONG internacionales y evaluación de proveedores investigación con mediación de las actividades de RSE en las Pymes (Stekelorum, Laguir, & Elbaz, 2020), Sostenibilidad y desempeño financiero de las Pymes (Bartolacci, Caputo, & Soverchia, 2020), La influencia de la innovación tecnológica en el desempeño de las Pymes a través de prácticas de sostenibilidad ambiental (Chege & Wang, 2020). En este año y obteniendo la sumatoria de todos documentos se puede destacar que el país que más publicaciones ha realizado es el Reino Unido 71 documentos, seguido de Italia 46 documentos, España 39 documentos y Francia con 30 documentos (ver Figura 3).

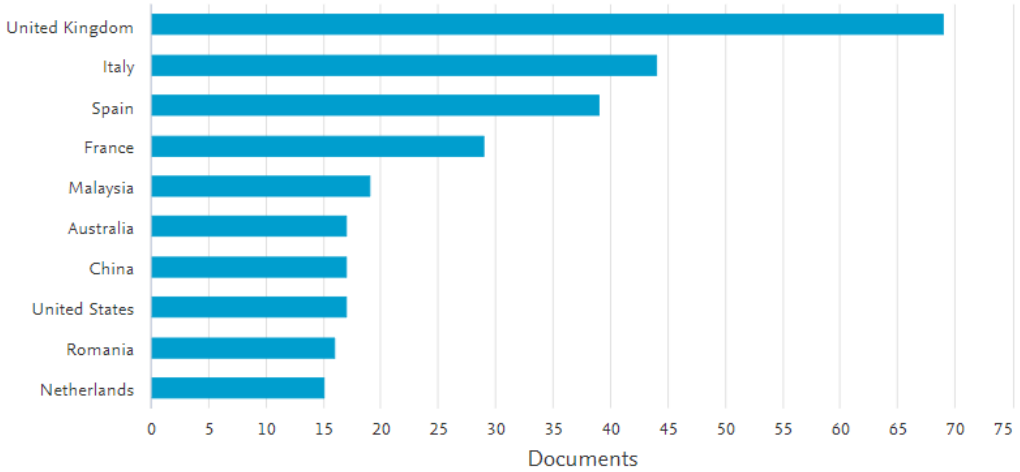


Figura 3 – Principales países donde se publica.
Fuente: Elaboración propia con base a datos Scopus

Un eje fundamental de los análisis de los resultados obtenidos en la revisión sistémica de literatura tiene que ver la variable de colaboración entre países. En la Figura 4, se evidencia que los países con mayor cantidad de publicaciones como Reino unido, Italia y España también cuentan con la mayor interacción de producción científica en el mundo para la temática revisada de RSE, VC o innovación social en las Pymes, esto a su vez genera tres grandes clústeres de trabajo colaborativo con países que apenas están iniciando investigaciones en estos campos. Por el lado de Reino Unido, se encuentran los países de China, Malasia, Alemania, Holanda, Nueva Zelanda, Rumania, Turquía, Sudáfrica, Grecia, Egipto y Vietnam. La colaboración de Italia tiene consigo los países de Francia, Australia, Estados Unidos, Canadá, Noruega y Bélgica. Por último, el tercer

clúster colaborativo está con España, el cual tiene producción académica con países como Francia, Noruega, Bélgica, Austria, India, Colombia y México.

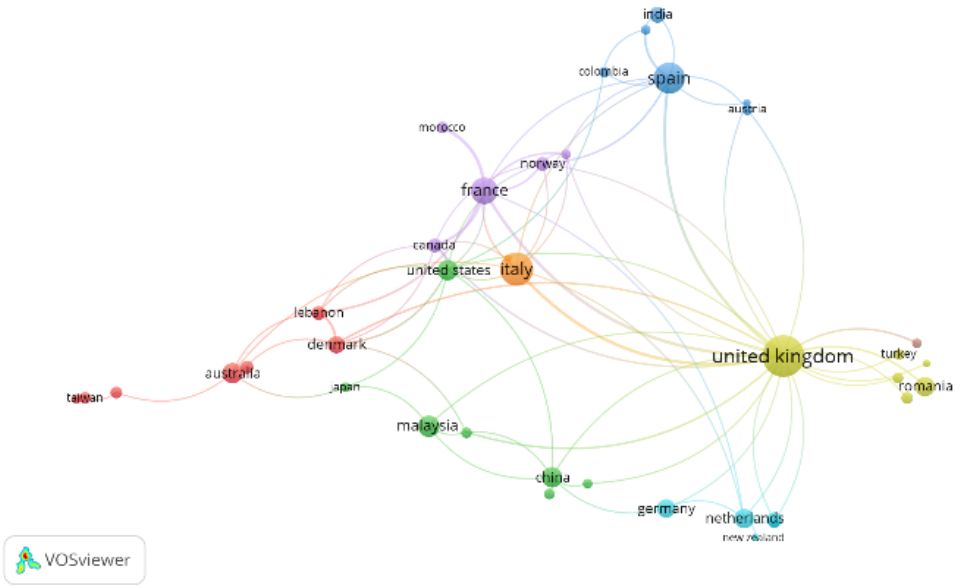


Figura 4 – Colaboración entre países.
Fuente: Elaboración propia con base a datos Scopus

Con base a la colaboración entre países, se ha realizado un análisis directo de Colombia y su intervención en los temas de RSE, innovación social y VC con los países de España, Estados Unidos y México, donde se evidencian 5 documentos (ver Figura 5) los cuales establecen: La responsabilidad social empresarial vista desde la percepción y práctica de las pymes en Colombia (Aya Pastrana & Sriramesh, 2014), de igual manera se aborda el tema de la normalización de la responsabilidad social empresarial, análisis desde su obligatoriedad y voluntariedad (Melamed-Varela, Blanco-Ariza, Miranda-Redondo, & Esperanza Pineda, 2017), así como, las innovaciones sociales sostenibles en ciudades inteligentes, donde se realiza un análisis exploratorio de la situación global actual aplicable a Colombia (Alonso-Gonzalez, Chacon Palacios, & Peris-Ortíz, 2018), el código de ética empresarial para PYMES: Marco de sostenibilidad y responsabilidad social corporativa (RSC) (Pérez Romero, Garzón Castrillón, & Ibarra-Mares, 2015) y el efecto de la responsabilidad social empresarial sobre el posconflicto colombiano desarrollado para las Pymes (Salas-Arbeláez, García-Solarte, & Azuero-Rodríguez, 2020).

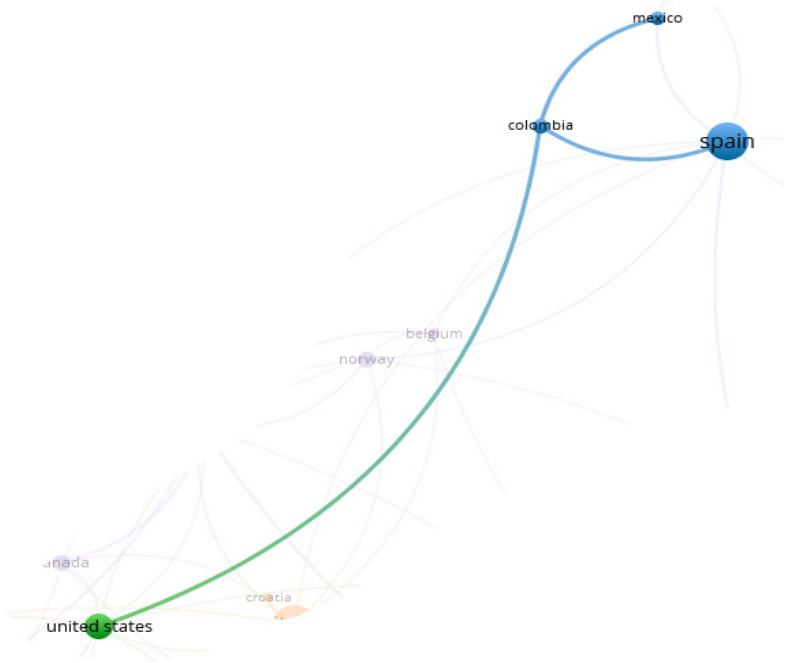


Figura 5 – Análisis de la colaboración académica en RSE y valor compartido de Colombia.
Fuente: Elaboración propia con base a datos Scopus

Para las revisiones sistémicas de literatura es indispensable relacionar los mejores autores (ver Figura 6) de las temáticas abordadas, el principal autor tiene 7 documentos escritos y entre los 10 primeros autores los últimos cinco comparten 4 publicaciones cada uno. Es importante mencionar que la mayor cantidad de documentos escritos son del autor Issam Laguir en colaboración con Rébecca Stekelorum y Jamal Elbaz, quienes han trabajo en temas de aplicación de la RSE en las cadenas de suministro de las Pyme (Stekelorum, Laguir, & Elbaz, 2019) vista desde una perspectiva de capacidades dinámicas (Stekelorum, Laguir, Courrent, & Jaegler, 2018) e investigando los múltiples efectos mediadores de las actividades de RSE en las Pymes (Stekelorum, Laguir, & Elbaz, 2019), así como la divulgación de RSE y gestión sostenible de proveedores desde perspectiva de las Pymes (Stekelorum, Laguir, & El Baz, 2018) y si estas son más responsables socialmente que las Pymes no familiares (Laguir, Laguir, & Elbaz, 2016), también en temas energéticos donde establecen la importancia de la RSE para la eficiencia energética en las pymes (Laguir, Stekelorum, Elbaz, & Duchamp, 2019). De igual manera, en la influencia de las instituciones nacionales en las prácticas de responsabilidad social empresarial de las Pymes en la industria alimentaria (Elbaz, Laguir, Marais, & Staglianò, 2016).

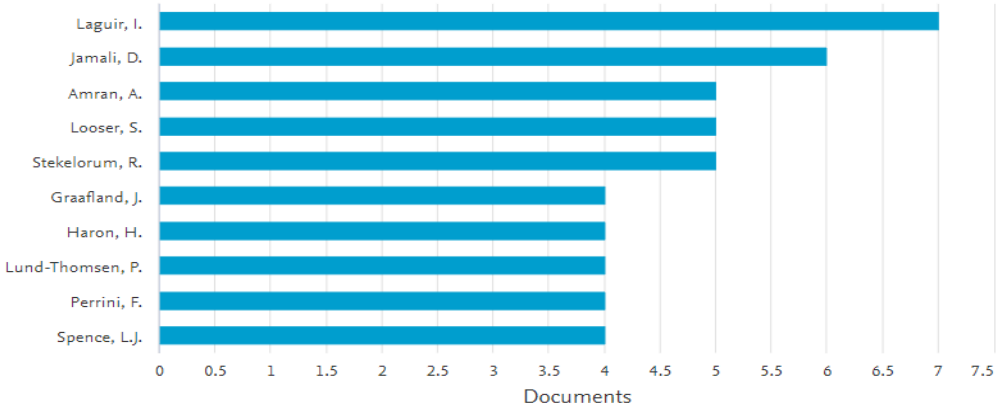


Figura 6 – Principales autores.
Fuente: Elaboración propia con base a datos Scopus

Con relación a las mejores instituciones (ver Figura 7), se evidencia que la Universidad Sains Malaysia cuenta con 9 documentos generados y 57 citaciones, lo cual, deja un promedio de citación de 6,33 citas por documento. La Universidad de Zaragoza que tan solo cuenta con 4 artículos publicados y tiene 60 citaciones generando un promedio de 15 citas por artículo. Así mismo, se evidencia la Universidad Degli Studi di Urbino Carlo Bo que cuenta con 7 documentos y 83 citaciones con promedio de citación por documento de 11,8. Por otro lado, las dos instituciones más citadas son la Universidad Americana de Beirut que cuenta con 6 documentos y 589 citaciones generando 98,1 citas por cada artículo escrito, así como la escuela de negocios de Copenhague cuenta con 8 documentos y 312 citaciones dándole un promedio de citación de 39 citas por documentos.

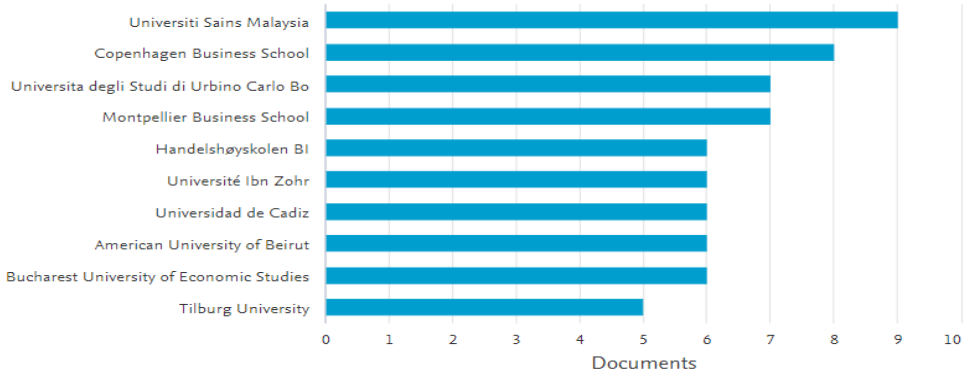


Figura 7 – Principales instituciones a nivel mundial.
Fuente: Elaboración propia con base a datos Scopus

De acuerdo con la densidad de palabras clave (ver Figura 8), se evidencia que los temas más representativos y con mayor auge en el estudio de RSE, VC e innovación social para las Pymes, se relacionan con el desarrollo sostenible en las empresas fundamentado en las cadenas de suministro, planeación regional, el impacto medio ambiental y los procesos de innovación internos de las empresas. De igual manera, se evidencia interés en los efectos sociales y económicos que tienen las compañías cuando no implementan procesos internos de RSE, así como, el uso de la administración de la información, el cual puede terminar mejorando o empeorando el medio ambiente tecnológico y de gestión con los grupos de interés o stakeholders.

Por otro lado, se evidencia un interés específico que está surgiendo gracias a los procesos de innovación que desarrollan las Pymes, la gestión y administración del conocimiento, el know how, a través de las capacidades dinámicas y estudios exploratorios permiten que las compañías tengan una visión más estructurada del futuro.

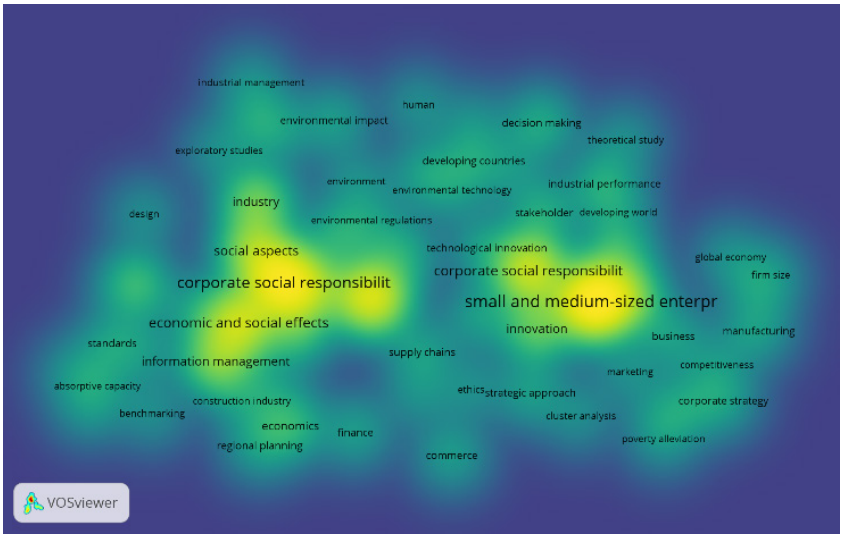


Figura 8 – Densidad de publicaciones por temas específicos.
Fuente: Elaboración propia con base a datos Scopus

En las Figuras 9 y 10, se presenta la red neuronal y el análisis de clúster de los temas que son tendencia a nivel mundial y que pueden trazar las futuras líneas de investigación para los investigadores que deseen realizar estudios focalizados en los temas de RSE, VC e innovación social para las Pymes. Los temas claves que se evidencian, se pueden dividir en siete (7) ejes fundamentales como:

RSE en Pymes: Los subtemas y tendencias están determinados por aspectos sociales que deben tener las compañías en cada uno de los miembros de los grupos de interés, de igual manera, se deben seguir realizando estudios empíricos para mejorar la toma de decisiones.

Administración sostenible: las tendencias se marcan en los procesos de los perfiles empresariales de las Pymes y su aporte en la innovación social, el impacto medio ambiental y humano que se generan en las compañías.

Efectos sociales y económicos: Existe interés de los investigadores en los procesos que pueden afectar los factores sociales y económicos en el entorno de las Pymes, es por ello la importancia de mantener realizando estudios en el mejoramiento de los procesos operativos de las empresas.

Innovación Tecnológica: Las tendencias de este eje viene en ascenso, dado que parte de las innovaciones que se desarrollan en las Pymes son de índole tecnológico, financiero o a la gestión de la compañía tanto en lo sostenible como en lo sustentable.

Planeación Regional: Los subtemas y tendencias tienen que ver con la administración de la calidad, la prospectiva empresarial y los procesos comerciales y financieros.

Acercamiento estratégico: Se marca una tendencia en el trabajo colaborativo entre clústeres, ya sean verticales y horizontales, así como el entendimiento del medio ambiente económico en donde se encuentran las empresas y la ética para realizar las alianzas.

Gestión de cadenas de suministro: Las tendencias que se registran tienen que ver con las técnicas para implementar procesos de eslabonamiento de cadenas de suministro en las Pymes y desarrollo de procesos de innovación para una mayor interacción con los grupos de interés.

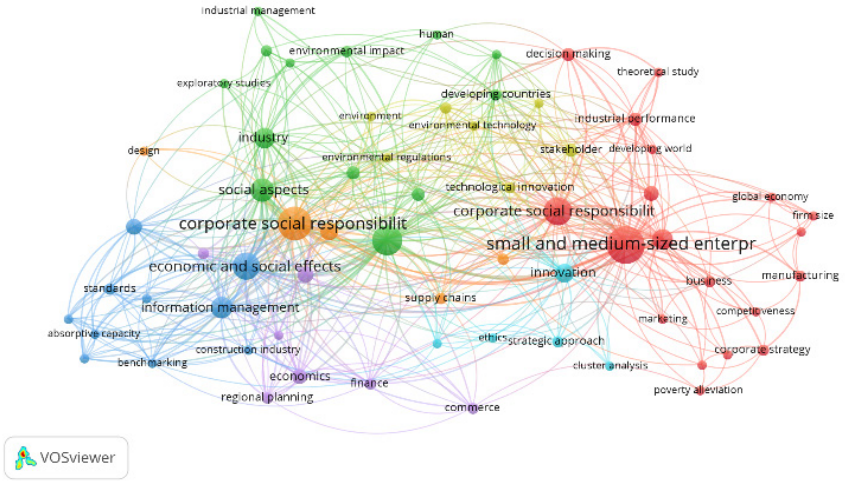


Figura 9 – Análisis nodal d e los principales temas.
Fuente: Elaboración propia con base a datos Scopus

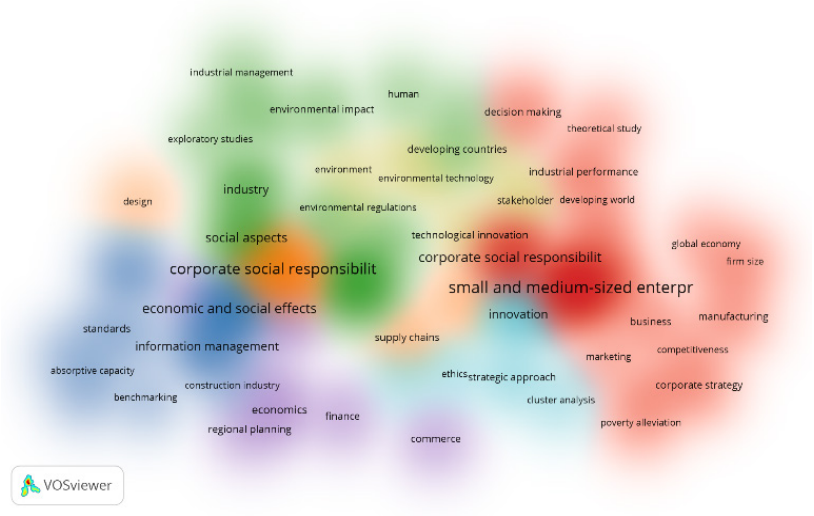


Figura 10 – Clúster de temas específicos.
Fuente: Elaboración propia con base a datos Scopus

4. Conclusiones

Con base en las teorías existentes en RSE, VC e innovación social y enfoques administrativos en el sector empresarial, se puede concluir que la RSE es una estrategia popular e importante para que las empresas mejoren los comportamientos éticos y así lograr un desarrollo económico sostenible. Es por ello que, las Pymes han comenzado a generar procedimientos para vincular temas de RSE e innovación en sus procesos internos.

Las Pymes desean obtener logros significativos y de recordación con sus grupos de interés, por ello vinculan dentro de sus áreas funcionales políticas que llevan consciencia con lo humano, medio ambiental y tecnológico. Una empresa que demuestre y divulgue sus intereses y que estos converjan con los intereses de los clientes tiene una mayor ventaja competitiva.

Es claro evidenciar que existe una correspondencia entre el liderazgo organizacional transformacional y las prácticas que se llevan a cabo de RSE en las Pymes, más si están siendo lideradas por mujeres.

La capacidad de adaptabilidad de las Pymes es un punto fuerte a la hora de implementar estrategias de RSE e innovación social que tengan como consecuencia el valor compartido en el área de influencia de la empresa.

De un mismo modo, se entiende que las Pymes están relacionando la RSE con la administración sostenible, validando efectos sociales y económicos, realizando innovación tecnológica, integrando su planeación empresarial a la planeación regional, abriendo puertas para tener acercamientos estratégicos con stakeholders de tal forma que se mejore su productividad y competitividad en el sector económico.

La ética organizacional juega un rol importante en la implementación de estrategias de RSE, dado que las Pymes están logrando entender que las actividades internas de empoderamiento y liderazgo aumentan la reputación empresarial valorando el capital humano e intelectual de los colaboradores, y así, generando consecuencias positivas en la productividad.

Una de las buenas prácticas que se evidencian para implementar RSE dentro de las Pymes, es la integración con diversas instituciones sin ánimo de lucro o el sector público, a través de alianzas o acercamientos estratégicos que permitan aunar esfuerzos para impactar en mayor medida a la sociedad.

Dentro de los tres pilares fundamentales revisados en el presente estudio RSE, VC e innovación social, se determina que el punto de inflexión para la implementación en las Pymes, son los procesos de innovación tecnológica con profundización en las interacciones humanas de la empresa con los clientes internos y externos.

Referencias

Aastha, B., & Jabeen, S. (2019). Corporate social responsibility practices in small and medium enterprises. *Polish Journal of Management Studies, 19*(1), 9-20. doi:10.17512/pjms.2019.19.1.01

Alonso-Gonzalez, A., Chacon Palacios, L. A., & Peris-Ortíz, M. (2018). Sustainable social innovations in smart cities: Exploratory analysis of the current global situation applicable to Colombia. En M. Peris-Ortíz, J. A. Gómez, & P. Márquez, *Strategies and Best Practices in Social Innovation: An Institutional Perspective* (págs. 65-87). San Diego, California: Springer International Publishing. doi:10.1007/978-3-319-89857-5_5

Asociación Nacional de Empresarios de Colombia (ANDI). (2017). *Panorama de la gestión social de 500 empresas en Colombia*. Bogotá: ANDI. Obtenido de http://www.andi.com.co/Uploads/PANORAMA%20GESTION%20SOCIAL%20500%20EMPRESAS%202017%20(1).pdf

Aya Pastrana, N., & Sriramesh, P. (2014). Corporate Social Responsibility: Perceptions and practices among SMEs in Colombia. *Public Relations Review, 40*(1), 14-24. doi:10.1016/j.pubrev.2013.10.002

Ayuso, S., Roca, M., & Colomé Perales, R. (2013). SMEs as "transmitters" of CSR requirements in the supply chain. *Supply Chain Management*, 497-508. doi:10.1108/SCM-04-2012-0152

Bartolacci, F., Caputo, A., & Soverchia, M. (2020). Sustainability and financial performance of small and medium sized enterprises: A bibliometric and systematic literature review. *Business Strategy and the Environment, 29*(3), 1297-1309. doi:10.1002/bse.2434

Ben Youssef, K., Leicht, T., Pellicelli, M., & Kitchen, P. (2018). The importance of corporate social responsibility (CSR) for branding and business success in small and medium-sized enterprises (SME) in a business-to-distributor (B2D) context. *Journal of Strategic Marketing, 26*(8), 723-739. doi:10.1080/0965254X.2017.1384038

Berberich, R. (2016). Creating shared value and increasing project success by stakeholder collaboration: A case in European manufacturing. En M. Camilleri, *CSR 2.0 and the new era of corporate citizenship* (págs. 101-122). Honk Kong. doi:10.4018/978-1-5225-1842-6.ch006

Blanchard, K., & Gray, D. (2019). Can shared value and entrepreneurship contribute to SME development within rural locations? *Strategic Change, 28*(2), 147-155. doi:10.1002/jsc.2256

Cajiga Calderón, J. F. (s.f.). *El concepto de responsabilidad social empresarial*. Mexico D.F.: Cemefi.

Chege, S. M., & Wang, D. (2020). The influence of technology innovation on SME performance through environmental sustainability practices in Kenya. *Technology in Society*, 101210. doi:10.1016/j.techsoc.2019.101210

Chelliah, T. D., Chelliah, M. K., & Jaganathan, M. (2017). Adoption of corporate social responsibility: Empirical evidence from Malaysian SMEs. *Jurnal Komunikasi: Malaysian Journal of Communication, 33*(4), 174-189. doi:10.17576/JKMJC-2017-3304-11

Colovic, A., Henneron, S., Huettinger, M., & Kazlauskaitè, R. (2019). Corporate social responsibility and SMEs: Evidence from a transition and a developed economy. *European Business Review, 31*(5), 785-810. doi:10.1108/EBR-01-2017-0022

Correa, M. E., Flynn, S., & Amit, A. (2004). *Responsabilidad social corporativa en América Latina: Una visión empresarial*. Naciones Unidas, División de Desarrollo Sostenible y Asentamientos Humanos. Santiago de Chile: Naciones Unidas. Obtenido de https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/5621/1/S044214_es.pdf

Correa, M. E., Van Hoof, B., & Núñez, G. (2010). *Cambio y oportunidad: La responsabilidad social corporativa como fuente de competitividad en pequeñas y medianas empresas en América Latina y el Caribe*. Washington D.C.: Naciones Unidas.

Elbaz, J., Laguir, I., Marais, M., & Staglianò, R. (2016). Influence of National Institutions on the Corporate Social Responsibility Practices of Small- and Medium-sized Enterprises in the Food-processing Industry: Differences Between France and Morocco. *Journal of Business Ethics, 134*(1), 117-133. doi:10.1007/s10551-014-2417-z

Eweje, G. (2020). Proactive environmental and social strategies in a small- to medium-sized company: A case study of a Japanese SME. *Business Strategy and the Environment, 29*(7), 2927-2938. doi:10.1002/bse.2582

Frederick, W. C. (1994). From CSR1 to CSR2: The maturing of business-and-society thought. *Business and Society, 33*(2), 150–164.

Fundación Sociedad y Empresa Responsable SERES; Deloitte. (2018). *V Informe del impacto social*. Madrid: Fundación Sociedad y Empresa Responsable SERES.

Gangi, F., Meles, A., Mustilli, M., & Monferrà, S. (2020). Does corporate social responsibility help the survivorship of SMEs and large firms? *Global Finance Journal, 43*, 100402. doi:10.1016/j.gfj.2018.01.006

Garay, L., & Aulet, X. (2013). Corporate social responsibility in tourism small and medium enterprises evidence from Europe and Latin America. *Tourism Management Perspectives*, 38-46. doi:10.1016/j.tmp.2013.03.002

Herrera, J., Larrán-Jorge, M., Lechuga Sancho, M. P., & Martinez–Martinez, D. (2013). CSR reports determinants in SMEs. *Prisma Social, 10*, 271-302.

Hou, M., Liu, H., Fan, P., & Wei, Z. (2016). Does CSR practice pay off in East Asian firms? A meta-analytic investigation. *Asia Pacific Journal of Management, 33*(1), 195-228. doi:10.1007/s10490-015-9431-2

Laguir, I., Laguir, L., & Elbaz, J. (2016). Are Family Small- and Medium-Sized Enterprises More Socially Responsible Than Nonfamily Small- and Medium-Sized Enterprises? *Corporate Social Responsibility and Environmental Management, 23*(6), 386-398. doi:10.1002/csr.1384

Laguir, I., Stekelorum, R., Elbaz, J., & Duchamp, D. (2019). Getting into the energy efficiency scene: does corporate social responsibility matter for energy efficiency in SMEs? *Applied Economics, 51*(47), 5191-5204. doi:10.1080/00036846.2019.1610719

Lucky, E. (2018). An empirical examination of the influence of corporate social responsibility dimensions on the small and medium enterprise performance in Northern Malaysia. *International Journal of Business Innovation and Research, 16*(2), 243-265. doi:10.1504/IJBIR.2018.091919

Lüth, A., & Stierl, M. (2015). Creating Shared Value by Fostering Regional Development: The 'Partners in Responsibility' Method for SME. *Global Policy, 6*(4), 507-509. doi:10.1111/1758-5899.12238

MacGregor, S., Espinach, X., & Fontrodona, J. (2007). Social innovation: Using design to generate business value through corporate social responsibility. *16th International Conference on Engineering Design*, (pág. 12p). Paris.

Madueño, J., Larrán-Jorge, M., & Martinez–Martinez, D. (2013). Relationship between social responsibility and performance in small and medium enterprises: Literature review. *Cuadernos de Gestion*, 39-65. doi:10.5295/cdg.120360jh

Melamed-Varela, E., Blanco-Ariza, A. B., Miranda-Redondo, R. J., & Esperanza Pineda, C. (2017). Standardization of corporate social responsibility: An analysis from its obligatory and voluntary approach. *Espacios, 38*(51), 19.

Naciones Unidas. (2015). *Memoria del Secretario General sobre la labor de la Organizacion*. Nueva York: Naciones Unidas. Obtenido de https://undocs.org/es/A/70/1

Naciones Unidas. (06 de 12 de 2020). *Naciones Unidas*. Obtenido de Naciones Unidas: https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/

Papasolomou, I., Kountouros, H., & Melanthiou, Y. (2018). Internal CSR practices within the SME sector in Cyprus from the employees' perspective - challenges and prospects. *Global Business and Economics Review, 20*(5-6), 634-649. doi:10.1504/gber.2018.094449

Pérez Romero, L. A., Garzón Castrillón, M. A., & Ibarra-Mares, A. (2015). Code of Business Ethics for SMEs: Framework for sustainability and corporate social responsibility (CSR). *Espacios, 36*(2), 11.

Perrini, F., Russo, A., & Tencati, A. (2007). CSR strategies of SMEs and large firms. Evidence from Italy. *Journal of Business Ethics*, 285-300. doi:10.1007/s10551-006-9235-x

Pongwiritthon, R. (2015). Creating shared value of Thai smes for competitive advantage. *International Journal of Applied Business and Economic Research*, 3109-3120.

Prada Ospina, R., & Ocampo, P. C. (2018). Generation of shared value. An unexplored work in Colombian SMEs. *Espacios, 39*(4), 23.

Ruiz-Viñals, C., & Parra Rodríguez, C. (2013). *Social innovation: New forms of organisation in knowledge-based societies*. Barcelona: Taylor and Francis. doi:10.4324/9780203082874

Salas-Arbeláez, L., García-Solarte, M., & Azuero-Rodríguez, A. R. (2020). Effect of corporate social responsibility on the Colombian post-conflict: The case of SMEs. *Estudios Gerenciales, 36*(154), 80-90. doi:10.18046/j.estger.2020.154.3547

Stekelorum, R., Laguir, I., & El Baz, J. (2018). CSR disclosure and sustainable supplier management: A small to medium-sized enterprises perspective. *Applied Economics, 50*(46), 5017-5030. doi:10.1080/00036846.2018.1466990

Stekelorum, R., Laguir, I., & Elbaz, J. (2019). Transmission of CSR requirements in supply chains: investigating the multiple mediating effects of CSR activities in SMEs. *Applied Economics, 51*(42), 4642-4657. doi:10.1080/00036846.2019.1593942

Stekelorum, R., Laguir, I., & Elbaz, J. (2020). Cooperation with international NGOs and supplier assessment: Investigating the multiple mediating role of CSR activities in SMEs. *Industrial Marketing Management, 84*, 50-62. doi:10.1016/j.indmarman.2019.04.001

Stekelorum, R., Laguir, I., Courrent, J. M., & Jaegler, A. (2018). Extending CSR in SMEs' upstream supply chains: a dynamic capabilities perspective. *Supply Chain Forum, 19*(3), 231-249. doi:10.1080/16258312.2018.1497922

Stoian, C., & Gilman, M. (2017). Corporate Social Responsibility That "Pays": A Strategic Approach to CSR for SMEs. *Journal of Small Business Management, 55*(1), 5-31. doi:10.1111/jsbm.12224

Sweeney, L. (2007). Corporate social responsibility in Ireland: Barriers and opportunities experienced by SMEs when undertaking CSR. *Corporate Governance*, 516-523. doi:10.1108/14720700710820597

Tabares, S. (2020). Insights from corporate social innovation: a research agenda. *Social Enterprise Journal, 16*(3), 317-338. doi:10.1108/SEJ-08-2019-0057

Vargas Niello, J. (2006). *Responsabilidad Social Empresarial (RSE) desde la perspectiva de los consumidores*. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). New York: Naciones Unidas. Obtenido de https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/3543/1/S2006312_es.pdf

Vives, A., Corral, A., & Iñigo, I. (2005). *Responsabilidad Social de la Empresa en las Pymes de Latinoamérica*. Banco Interamericano de Desarrollo. Washington D.C.: BID.

Yang, Y., Lau, A., Lee, P., & Cheng, T. (2020). The performance implication of corporate social responsibility in matched Chinese small and medium-sized buyers and suppliers. *International Journal of Production Economics, 230*, 107796. doi:10.1016/j.ijpe.2020.107796

risti
Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação
Iberian Journal of Information Systems and Technologies

Recebido/Submission: 15/05/2021
Aceitação/Acceptance: 25/07/2021

Marco de Trabajo para Seleccionar un Patrón Arquitectónico en el Desarrollo de Software

Juan Camilo Giraldo Mejía[1], Fabio Alberto Vargas Agudelo[2], Kelly Garzón Gil[3]

jgiraldo1@tdea.edu.co; fvargas@tdea.edu.co; kellyjoha-8@hotmail.com

[1] Tecnológico de Antioquia, Robledo Medellín, 0500, Antioquia, Colombia.

[2] Tecnológico de Antioquia, Robledo Medellín, 0500, Antioquia, Colombia.

[3] Tecnológico de Antioquia, Robledo Medellín, 0500, Antioquia, Colombia.

Pages: 568-581

Resumen: Existen una serie de problemas de diseño de software que se reflejan en el desacoplamiento, en aspectos como la lógica empresarial, la interfaz de usuario, la navegación, y la arquitectura de la información; afectando principalmente la calidad del producto. Para resolver los problemas descritos, se propone un framework para seleccionar el patrón de arquitectura más adecuado según el contexto de la aplicación. Su diseño implicó la caracterización de patrones de software que relacionan soluciones probadas, desde arquitecturas de información y patrones de interoperabilidad, hasta patrones de navegación, interacción y visualización, todo soportado en tipos de desarrollo y variables identificadas con revisión de literatura, y consulta a expertos de algunas empresas. Se analizaron los patrones de mayor impacto en el sector productivo, y se identificó la taxonomía de proyectos de desarrollo según el contexto de aplicación, lo que permitió mejor selección del patrón de arquitectura durante el desarrollo de software.

Palabras-clave: Arquitectura de Software, Patrones de Arquitectura, Calidad, Framework en Arquitectura de Software.

Framework To Select An Architectural Pattern In Software Development

Abstract: There are a number of software design problems that are reflected in decoupling, in aspects such as business logic, user interface, navigation, and information architecture; mainly affecting the quality of the product. To solve the problems described, a framework is proposed to select the most appropriate architecture pattern according to the context of the application. Its design involved the characterization of software patterns that relate proven solutions, from information architectures and interoperability patterns, to navigation, interaction and visualization patterns, all supported by types of development and variables identified with literature review, and expert consultation. of some companies.

The patterns with the greatest impact in the productive sector were analyzed, and the taxonomy of development projects was identified according to the application context, which allowed better selection of the architecture pattern during software development.

Keywords: Software Architecture, Architecture Patterns, Quality, Framework in Software Architecture.

1. Introducción

La llegada de nuevos tipos de aplicaciones que van desde servicios de presentación en pequeña escala, hasta servicios que soportan aplicaciones críticas a gran escala motiva la necesidad de tener conocimiento sobre arquitectura de software en un proyecto de desarrollo, donde no sólo se esperan entregas oportunas sino también calidad del producto resultante, el cual se ve afectado por el desconocimiento de patrones que son base para la estructuración de un proyecto de TI (Harper & Zheng, 2015). Sin embargo, la aplicación de la arquitectura de software depende de una gran cantidad de factores que generan impacto sobre el producto, reflejado en el rendimiento, mantenimiento y éxito general del entregable final (Harper & Dagnino, 2014).

En la actualidad la Arquitectura de Software facilita a un arquitecto tener a disposición una amplia gama de patrones, que superan problemas de adaptabilidad de requerimientos, rendimiento, modularidad y acoplamiento de los componentes, brindando calidad en menor tiempo (Ari & Mamatnazarova, 2014). Debido a la facilidad que otorgan dichos patrones, se presenta un marco de trabajo para alivianar problemas que afectan directamente la calidad, y proporcionar una guía que ayude al desarrollador a fortalecer conocimiento sobre arquitectura de Software.

El proporcionar un marco permite reducir tiempos, costos, mejoras en la calidad del producto de Software, y escalabilidad al tener una estructura definida permitiendo que cada capa este desacoplada aumentando la flexibilidad y mantenibilidad del producto.

El artículo se estructura de la siguiente manera: en la sección II se presenta el estado de la cuestión alrededor de la temática planteada; en la sección III se establecen los materiales y métodos utilizados, así mismo, cada una de las fases que se llevaron a cabo para encontrar la solución al problema; en la sección IV se presentan los resultados obtenidos, y finalmente en la sección V las conclusiones y referencias obtenidas dentro de la investigación.

2. Estado de la Cuestión

Para el diseño, especificación y definición del estado de la cuestión se planteó inicialmente la identificación de la realidad y las consecuencias del problema con el fin de poder ahondar sobre las publicaciones realizadas por otros autores que pretendan solventar un problema similar, véase la figura 1.

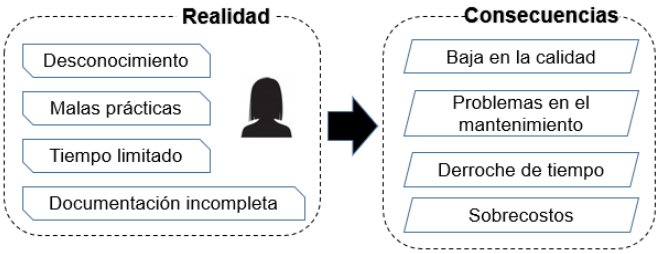


Figura 1 – El problema y como afecta la calidad
Fuente (Elaboración propia)

Se hallaron algunos aportes de autores acerca de la arquitectura mediante marcos de trabajo que permitieran ayudar sobre el tema. En el trabajo de (Upadhyay,2016) se propone un marco para la toma de decisiones considerando factores de gestión y organización con parámetros de diseño que afectan la arquitectura de software, permitiendo evaluar y seleccionar software de calidad a través de estrategias propuestas en su investigación. (Guerrero & Londoño 2014) presentan un comparativo que busca identificar los mejores marcos de trabajo para utilizar el paradigma orientado a objetos estableciendo criterios y métricas para facilitar el comparativo y poder evidenciar ventajas en cada uno de los marcos de trabajo desarrollados en diferentes lenguajes de programación. En la propuesta de (Sabry,2015) se evalúan las mejoras tácticas de

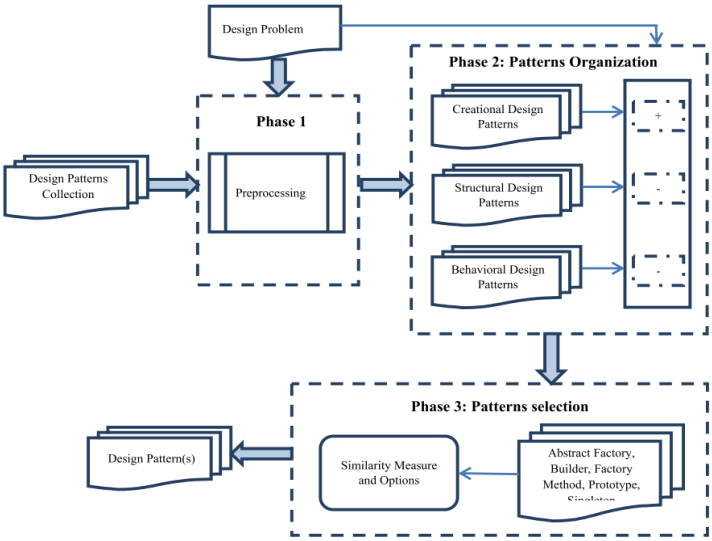


Figura 2 – Representación del framework propuesto Fuente (Hussain et al.,2019)

implementación de atributos de calidad que afectan la arquitectura y propiedades de las aplicaciones, reuniendo información aportante para la toma de decisiones. (Hussain et al., 2019) proponen un marco que utiliza un enfoque de categorización de texto para lograr tres objetivos, organizar los patrones en un número apropiado de clases de patrones, seleccionar el diseño apropiado de patrón para un problema de diseño y sugerir y seleccionar los patrones de diseño apropiados para un problema de diseño dado. Véase la figura 2.

En el trabajo de (Upadhyay, 2016) se describe un marco para la toma de decisiones en la arquitectura de software que tiene en cuenta factores de gestión, organizacionales, objetivos de desarrollo y parámetros de diseño que afectan la arquitectura de software. Lo anterior integrándolo con TOPSIS (Technique for Orden Preference by Similarity to Ideal Solution) para evaluar y seleccionar la calidad en la arquitectura de software.

3. Materiales y Métodos

Se estableció un conjunto de fases o etapas para el desarrollo del marco de trabajo propuesto, las cuales son descritas en esta sección. Todas las fases están orientados a estructurar el marco de trabajo, para permitir un tratamiento único que indique el patrón más adecuado, a partir del juicio de expertos, que contribuirá a seleccionar una correcta arquitectura para un proyecto de Software antes de iniciar las actividades de codificación, evitando reprocesos y poca mantenibilidad del producto durante o al final del ciclo de Desarrollo.

Fase 1- Población - expertos

Se enfoca principalmente en arquitectos y desarrolladores de software, teniendo en cuenta que algunas compañías del sector productivo no cuentan con una figura de arquitecto, pasando a ser responsabilidad del desarrollador para cumplir con esta fase del ciclo de vida del desarrollo de software.

Fase 2- Recolección

Se realiza la decantación de la información en fuentes bibliográficas y en el universo de información referente al centro de esta investigación. Además se diseñan encuestas que permiten a través de una herramienta en línea conocer la opinión del grupo de expertos acerca de su experiencia con el desarrollo de software en el sector.

Fase 3- Recuento

La información recolectada a través de las diferentes fuentes bibliográficas y expertos, se procesa, y se obtienen resultados que sirven de insumo para el diseño del marco de trabajo, y la construcción del prototipo. El recuento y análisis de la información se realizó de acuerdo con los puntajes obtenidos con las encuestas y las valoraciones entregadas por los diferentes expertos consultados.

Fase 4- Presentación

Se define un esquema para representar el marco de trabajo, y será la ruta para la elaboración de un prototipo que pruebe la funcionalidad del marco.

Fase 5- Síntesis y análisis.

Construido el prototipo se analiza su funcionalidad, a partir del marco de trabajo propuesto y su comparativa con otras metodologías revisadas, y la validación de un experto que en la fase inicial fue encuestado. Los métodos empleados y la recolección de la información parten de las siguientes actividades:

3.1. Caracterización de los patrones de arquitectura

Se caracterizó un conjunto de patrones de arquitectura de software a través de revisión de literatura, y el contexto empresarial. Se clasificaron 8 patrones, entre ellos MVC, que es una arquitectura de tres capas. La primera está relacionada con la lógica de entrada del usuario, la segunda capa está relacionada con la lógica de negocios y la tercera capa se usa para implementar la lógica de la interfaz de usuario, que proporciona un acoplamiento entre estas tres capas (Abdul & Ibtisam, 2018); MVP por su parte, es un patrón de diseño reconocido para los desarrolladores de Android, el cual permite desacoplar la lógica de negocios (Modelo) de la lógica de vista mediante la introducción de un intermediario llamado Presentador (Li et al., 2015). MVVM se basa en el hecho de la Vista y el estado de la Vista en los enfoques anteriores (MVC / MVP), donde todavía están interconectados con el Modelo en un grado en el que las pruebas individuales son difíciles de lograr. Este enlace interfiere con el principio general de programación modular (Yang et al., 2018); Los Microservicios a su vez son un enfoque para desarrollar una aplicación de software como una serie de pequeños servicios, cada uno ejecutándose de forma autónoma y comunicándose entre sí, por ejemplo, a través de peticiones HTTP a sus API. Con respecto a manejar una arquitectura en la nube, éste, incorpora una tecnología de virtualización que permite que la infraestructura física sea alquilada. Además, cambia la ecuación proporcionando herramientas de plataforma específicas para acelerar el desarrollo (Lou, 2016) como arquitectura por capas y SOA; Cada uno de los patrones mencionados presentan diferentes variables que aportan una estructura definida y desacoplan los diferentes componentes de cada proyecto de software según sus necesidades.

3.2. Clasificación de las características de cada patrón

La figura 3 expone como algunos autores clasifican las características más sobresalientes de cada patrón.

3.3. Aplicación de las encuestas a público experto

Se construyó una encuesta dirigida a un grupo de expertos que permitió seleccionar los 4 patrones de más impacto. Los resultados se presentan en la figura 4.

Autor	Patrón			
	MVP	MVC	Microservicios	Arquitectura en la nube
[12]	MOD REN TES	MEM		
[13]		MAN REN		
[19]		VE		
[14][15]	MAN MODU TES FLE			
[16][17][18][19]			REN MAN SEG FLE	
[20]			No TES	
[16]				SEG FLE

MEM	Memoria
MOD	Modificalidad
REN	Rendimiento
TEST	Testeabilidad
MAN	Mantenbilidad
VE	Velocidad
MODU	Modularidad
FLE	Flexibilidad
SEG	Seguridad

Figura 3 – Características por cada patrón
Fuente (Elaboración propia)

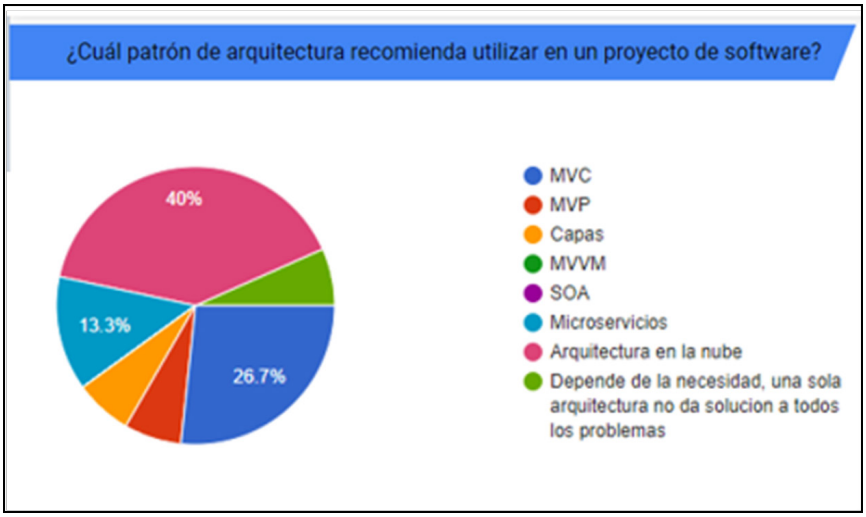


Figura 4 – Resultados encuesta a grupo de expertos.
Fuente (Elaboración propia)

Se clasificaron 4 patrones para proyectos de software, MVC, microservicios, arquitectura en la nube y MVP. En la figura 5 se observan los patrones seleccionados y su relación con las variables de acuerdo con el análisis realizado y validado.

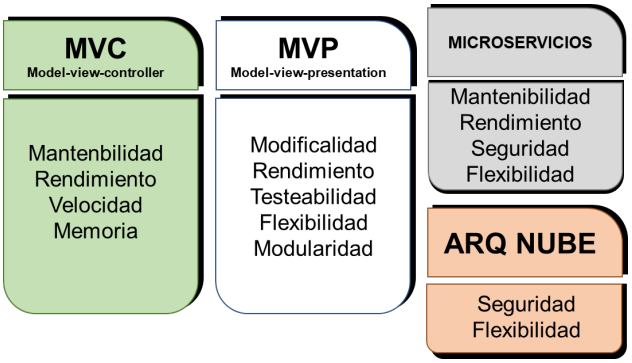


Figura 5 – Patrones clasificados y relación con variables según literatura y expertos
Fuente (Elaboración propia)

3.4. Caracterización de los tipos de desarrollo

Identificación de los tipos de desarrollos existentes. Los tipos de desarrollo más utilizados en la actualidad se dividen en aplicaciones móviles. Estos son programas diseñados para ser ejecutados en celulares, tablets y otros dispositivos móviles, y su desarrollo es similar al desarrollo web (Richards, 2016); las aplicaciones web son una aplicación informática accesible desde cualquier navegador, ya sea a través de internet o a través de una red local y se pueden clasificar en webforms, aplicaciones Silverlight u otra aplicación web desarrollada en los diferentes lenguajes tales como JavaScript (Camargo, 2016); Por su parte las aplicaciones de escritorio pueden dividirse en wpf y windows forms y permiten crear interfaces de usuario para aplicaciones de escritorio (Younas, Jawawi, Mahmood & Ahm, 2019). Una vez identificados los tipos de desarrollo se relacionan con los patrones definidos.

3.5. Clasificación de los patrones con sus respectivos tipos de desarrollo

La figura 6 muestra la relación de patrones con los tipos de desarrollo, vista desde el concepto de algunos autores.

Autor	Patrón			
	MVP	MVC	Microservicios	Arquitectura en la nube
[24]	DM	DM		
[25]		DM AW AE		
[26] [21]		AE AW		
[27][28]		DM		
[29]		AE		
[30][31]	AW			
[26][30]			AW	AW

DM	Dispositivos móviles
AW	Aplicaciones web
AE	Aplicaciones de escritorio

Figura 6 – Clasificación de los patrones y su relación con los tipos de desarrollo.
Fuente (Elaboración propia)

En la figura 7 se representa la relación entre los patrones y los tipos de desarrollo de acuerdo con lo expuesto por los autores.

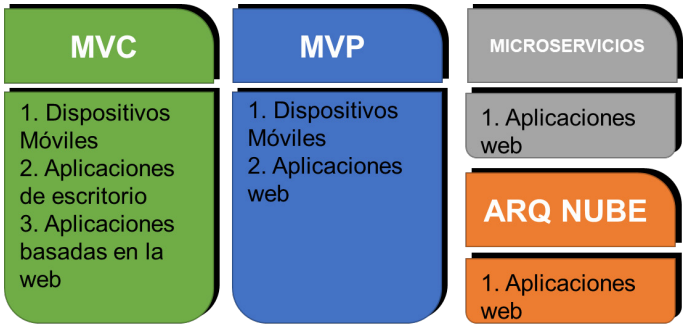


Figura 7 – Tipos de desarrollo y su relación con patrones clasificados.
Fuente (Elaboración propia)

4. Resultados

4.1. Estructura y esquematización del marco de trabajo

Basado en la literatura y en el desarrollo de cada una de las fases previas, se construyó un conjunto de reglas que permiten estructurar el marco de trabajo:

Regla1: Si Tipo de desarrollo seleccionado es web, y características seleccionadas son mantenibilidad, rendimiento y flexibilidad, el patrón recomendado es MVC.

Regla2: Si Tipo de desarrollo seleccionado es web, y las características son mantenibilidad, rendimiento y seguridad, el patrón recomendado es MicroServicios.

Regla3: Si Tipo de desarrollo seleccionado es móvil, y las características son modificalidad, rendimiento y testeabilidad el patrón recomendado es MVP.

Regla 4: Si Tipo de desarrollo seleccionado es escritorio, y las características son rendimiento, mantenibilidad y velocidad el patrón recomendado es MVC.

Regla 5: Si Tipo de desarrollo seleccionado es servicios web, y las características son rendimiento, mantenibilidad y seguridad el patrón recomendado es Microservicios.

Regla 6: Si Tipo de desarrollo seleccionado es servicios web, y las características son seguridad, y flexibilidad el patrón recomendado es en una arquitectura en la nube.

De acuerdo con las reglas planteadas, la figura 8 representa los pasos que el usuario podrá seguir en el prototipo final, para que se le indique el patrón de arquitectura adecuado para el proyecto de software a desarrollar.

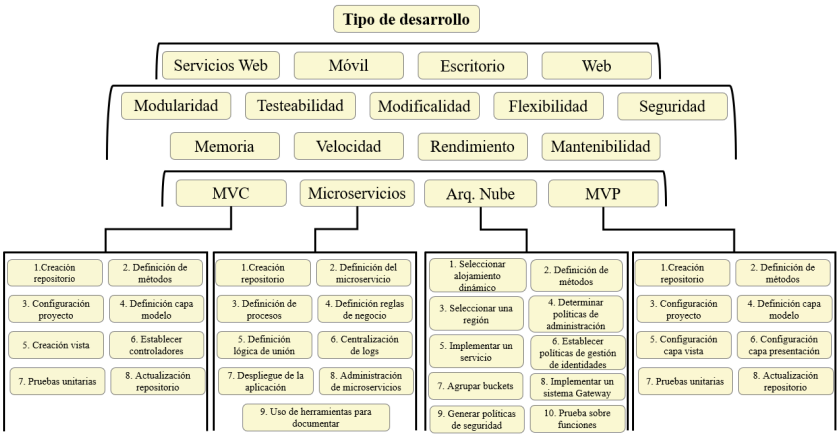


Figura 8 – Marco de trabajo
Fuente (Elaboración propia)

5. Aplicación del marco de Trabajo- caso de estudio

Para la prueba del marco propuesto, se tomó un caso práctico del sector productivo, el cual utiliza el prototipo diseñado para seleccionar la arquitectura adecuada de acuerdo con el requerimiento base, el cual consiste en el desarrollo de una aplicación Web que permita ser accedida desde cualquier navegador, que tenga una página de validación de usuarios, y presentar el catálogo de productos de la compañía. Debe tener buen rendimiento, ser veloz y mantenible, debido al acceso masivo de usuarios.

5.1. Navegación del usuario con el prototipo del marco

Como primer paso el usuario debe loguearse para validar su cuenta de usuario, e ingresar a la interfaz. Luego la aplicación lo guiará por cada uno de los pasos para indicarle el patrón más adecuado según el requerimiento base:

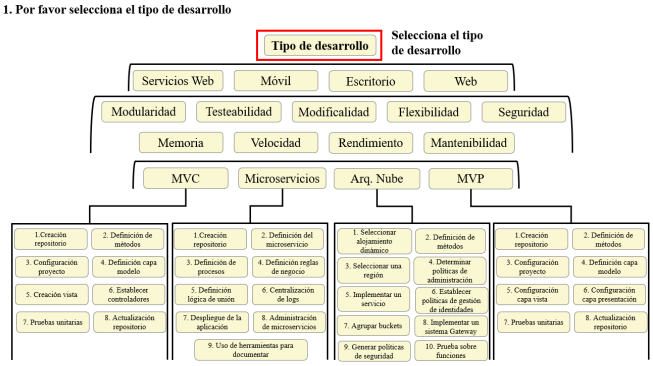


Figura 9 – Inicio proceso de selección
Fuente (Elaboración propia)

Partiendo del requerimiento base propuesto en la simulación de caso, el usuario selecciona la opción web, de las 4 propuestas por el prototipo.

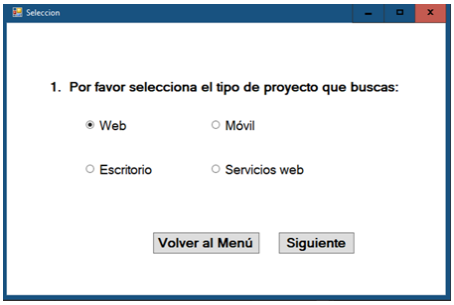


Figura 10 – Tipo de desarrollo
Fuente (Elaboración propia)

Luego de seleccionar el tipo de desarrollo, el software le resalta indicando los pasos que debe seguir y los pendientes para obtener el resultado.

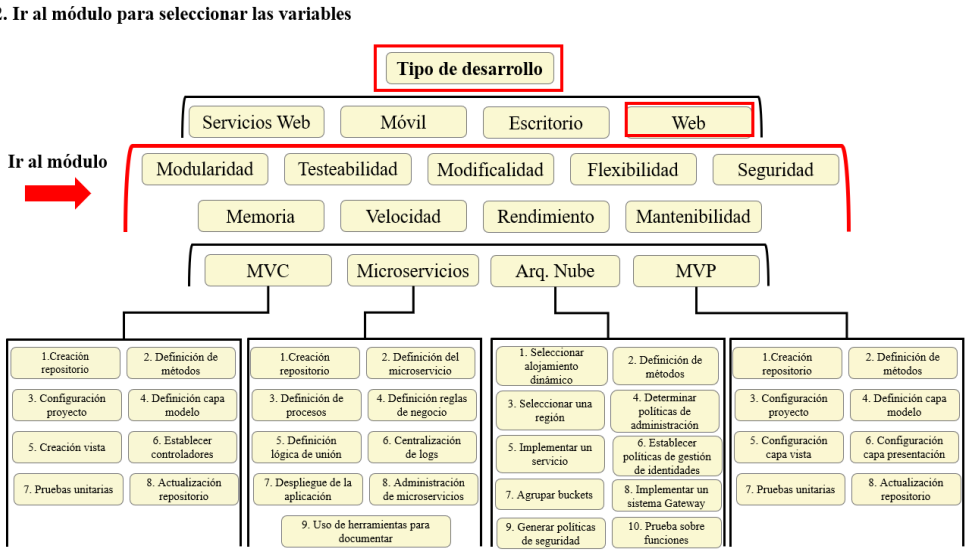


Figura 11 – Módulo marco de trabajo paso 1
Fuente (Elaboración propia)

En este paso, el usuario selecciona como mínimo 3 variables, que el considere importantes en su implementación.

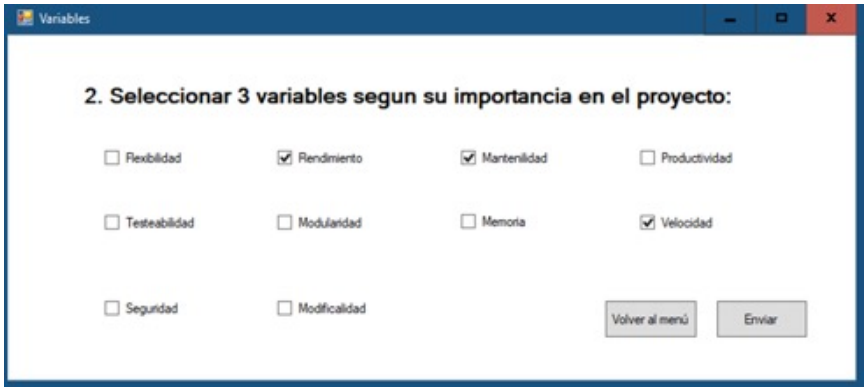


Figura 12 – Selección de las variables que requiere para la selección.
Fuente (Elaboración propia)

Luego de enviar podrá ver los resultados basado en la recolección de información.

Figura 13 – Resultados basados en los datos ingresados.
Fuente (Elaboración propia)

Posteriormente debe seleccionar la opción “Cómo se aplica” la cual le permitirá ver la figura 14 que a continuación se presenta:

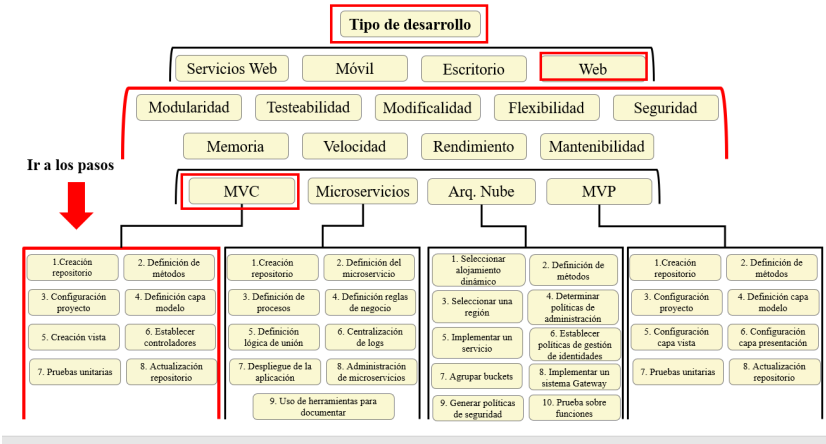


Figura 14 – Módulo del marco de trabajo paso 2
Fuente (Elaboración propia)

De acuerdo con la figura 14 hay un paso opcional, y corresponde a las recomendaciones para la aplicación del patrón, dichos pasos incluyen buenas prácticas y como se podría desarrollar ese patrón sin especificar lenguajes o tecnologías. Si se selecciona la opción "ver los pasos" se indicaran los pasos generales, y el icono o imagen para acceder a cada uno de ellos. De igual forma dispone de la opción de imprimir las plantillas o información que requiera de los pasos recomendados. Véase figura 15.

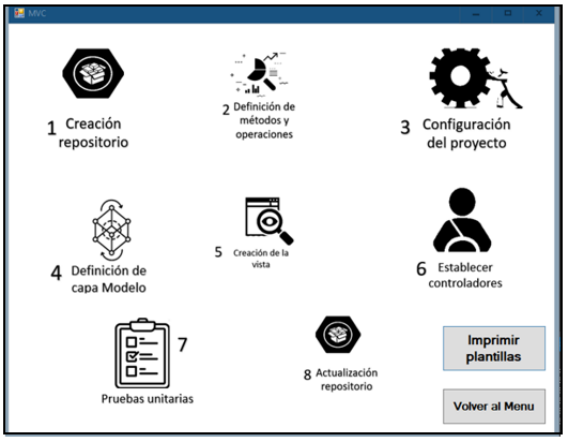


Figura 15 – Pasos MVC
Fuente (Elaboración propia)

6. Conclusiones

Actualmente hay muchas compañías que se centran en generar un producto funcional sin tener en cuenta calidad, mantenibilidad o las consecuencias que puede traer si un proyecto no se construye con buenas bases; además, muchos de los desarrolladores no cuentan con el tiempo para realizar una investigación a partir de los requerimientos, y menos cuando se cuenta con poco tiempo para desarrollarlo, se tiende a empezar a codificar sin saber el diseño ni que arquitectura es la correcta para manejar.

Luego de una extensa revisión de la literatura y encuestas a un grupo de expertos de las diferentes compañías se concluyó que los patrones de arquitectura más usados actualmente en los proyectos de software son: Arquitectura en la nube, MVC, Microservicios y MVP, por ende, se convirtieron en el soporte para proponer el marco.

Basado en la información recolectada en cada una de esas etapas y fases que se realizaron durante la investigación, se establecieron unas reglas que son el insumo para la funcionalidad y toma de decisión del marco de trabajo a través del prototipo propuesto. Estas reglas le permitieron al usuario a través del requerimiento base, contar con una guía y obtener recomendación del patrón de arquitectura que mejor se ajusta con los requisitos del negocio y del sistema.

El desarrollo del marco de trabajo, le permite al desarrollador o arquitecto de software obtener la estructura correcta antes de la codificación del proyecto y de esta manera reducir tiempos, evitar reprocesos y asegurar la mantenibilidad, escalabilidad y calidad del producto a desarrollar.

Este trabajo es una solución a la ausencia de arquitectura de software, al dispersamiento de información o documentación no muy clara sobre la misma, está orientada en apoyar a los arquitectos o desarrolladores de software para conocer la dirección, y la estructura de cómo debe manejar su proyecto. El marco de trabajo aporta a la población que relaciona el problema, permitiendo reducir tiempos, costos y reprocesamientos que son el reflejo de con bases débiles y poco mantenibles.

Referencias

Abdul, M. and Ibtisam, R.(2018). “MVC Architecture: A detailed insight to the modern web applications development” *Semantic scholar,* vol. 1, pp. 1-7.

Ari, N. and Mamatnazarova, N. (2014). “Programming languages,” 11th International Conference on Electronics, Computer and Computation (ICECCO), Abuja, 2014, pp. 1-8.

Camargo, A.d. (2016). “An architecture to automate performance tests on microservices” *ACM*, vol. 1, pp. 422-429.

Guerrero, C. A. and Londoño, J. M. (2014). “Estudio comparativo de marcos de trabajo para el desarrollo software orientado a aspectos,” *Scielo,* vol. 8, pp. 13-29.

Harper, K. E. and Dagnino, A. (2014). “Agile Software Architecture in Advanced Data Analytics,” IEEE/IFIP Conference on Software Architecture, Sydney, NSW, 2014, pp. 243-246.

Harper, K. E. and Zheng, J. (2015). "Exploring Software Architecture Context," 12th Working IEEE/IFIP Conference on Software Architecture, Montreal, QC, 2015, pp. 123-126.

Hussain, S. and Keung, J. and Sohail, M. and Khan, A. & Ilahi, M.(2019). "Automated framework for classification and selection of software design patterns". Applied Soft Computing, vol 75, pp. 1-20.

Li, X. and Chang, Pen, D. H. and Zhang, X. and Liu, Y. and Yao, Y. (2015). "Application of MVVM design pattern in MES," IEEE International Conference on Cyber Technology in Automation, Control, and Intelligent Systems (CYBER), Shenyang, pp. 1374-1378.

Lou, T.(2016). "A comparison of Android Native App Architecture MVC, MVP and MVVM" *Semantic scholar,* vol. 1, pp 1-7.

Richards, M.(2016). "Microservices vs. Service-Oriented Architecture ", IEEE, vol 1, pp. 16.

Sabry, A.E. (2015). Decision Model for Software Architectural Tactics Selecton Based on Quality Attributes requirenments, Science direct, vol. 65, pp. 422-431.

Upadhyay, N. (2016). "SDMF: Systematic Decision-making Framework for Evaluation of Software Architecture," *Science direct*, vol. 91,pp.599-608.

Upadhyay, N.(2016). "SDMF: Systematic decision-making framework for evaluation of software architecture". Procedia computer science, vol 91, pp. 599-608.

Yang, D. and Wei, H. and Zhu, Y. and Li, P. and Tan, J.-C. (2018). "Virtual Private Cloud Based Power-Dispatching Automation System—Architecture and Application," IEEE, vol. 1, pp. 2,3.

Younas, M. and Jawawi, D. N. A., and A Mahmood, A.K., and Ahm, M.N. (2019). "Agile Software Development Using Cloud Computing: A Case Study," IEEE, vol. 8, pp. 4475 – 4484.

risti
Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação
Iberian Journal of Information Systems and Technologies

Recebido/Submission: 16/05/2021
Aceitação/Acceptance: 22/07/2021

Abordagens para Avaliação de Recursos Digitais de Aprendizagem: Uma Revisão Sistemática da Literatura

Ozonias de Oliveira Brito Junior[1], Yuska Paola Costa Aguiar[2], Hermano Perrelli de Moura[3], Brunno Wagner Lemos de Souza[4]

oobj@cin.ufpe.br; yuska@dcx.ufpb.br; hermano@cin.ufpe.br; bwls@cin.ufpe.br

[1, 3, 4] Centro de Informática, Universidade Federal de Pernambuco, 50740-560, Recife – PE, Brasil

[2] Departamento de Ciências Exatas, Universidade Federal da Paraíba, 58297-000, Rio Tinto – PB, Brasil

Pages: 582-596

Resumo: Recursos Digitais de Aprendizagem (RDAs) são mediadores no processo de ensino e aprendizagem. Diante da importância de garantir a qualidade desses recursos, a proposição de abordagens para sua avaliação é abundante na literatura. Portanto, esta pesquisa tem como objetivo realizar uma Revisão Sistemática da Literatura sobre abordagens internacionais para a avaliação de RDAs. As buscas realizadas nas bibliotecas digitais (*IEEE Xplore Digital Library, Scopus, ScienceDirect*) resultaram na seleção de 184 publicações, onde, a partir dos 5 critérios de exclusão e 1 de inclusão, 9 publicações foram selecionadas para responder as 8 questões de pesquisa que foram definidas no escopo desta pesquisa. Os resultados da pesquisa apontaram que as abordagens para avaliação de RDAs apresentam distintas fragilidades que podem comprometer o processo de avaliação e que há a necessidade de uma padronização e categorização dos critérios avaliativos para diminuir a curva de aprendizado dos envolvidos no processo de avaliação.

Palavras-chave: Recursos Digitais de Aprendizagem (RDAs); Abordagens para avaliação de Recursos Digitais de Aprendizagem; Revisão Sistemática da Literatura.

Approaches for the Assessment of Digital Learning Resources: A Systematic Literature Review

Abstract: Digital Learning Resources (DLRs) are mediators in the teaching and learning process. In view of the importance of guaranteeing the quality of these resources, the proposition of approaches for their assessment is abundant in the literature. Therefore, this research aims to carry out a Systematic Literature Review about international approaches for the assessment of DLRs. The searches carried out in the digital libraries (IEEE Xplore Digital Library, Scopus, ScienceDirect) resulted in the selection of 184 publications, where, from the 5 exclusion criteria and 1 inclusion, only 9 publications were selected to answer the 8 research questions that were defined for the scope of the work. The research results pointed out that the approaches for the assessment of DLRs present different weaknesses that can

compromise the assessment process and that there is a need for a standardization and categorization of the evaluative criteria to reduce the learning curve of those involved in the assessment process.

Keywords: Digital Learning Resources (DLRs); Approaches to the Assessment of Digital Learning Resources; Systematic Literature Review.

1. Introdução

Nos últimos anos tem sido notória a migração de métodos tradicionais de ensino para alternativas que incluem a tecnologia como ferramenta mediadora. Em um ambiente caracterizado pelo avanço e crescimento das tecnologias da informação e da comunicação, tanto o *tablet*, quanto o uso do celular, bem como do computador, tornaram-se ferramentas que auxiliam no aprendizado (Linhares et al., 2021). Recursos Digitais de Aprendizagem (RDAs) dão oportunidade a uma nova forma de ensino e aprendizagem (Goulart et al., 2019).

De acordo com Albuquerque et al. (2020) os recursos tecnológicos se expandiram com a multiplicidade das inovações tecnológicas disponíveis e essa expansão reflete diretamente no processo de auxílio, ajuda e orientação do aprendizado discente. Para Barbosa & de Souza (2019), estes recursos estão cada vez mais sendo utilizados para dar suporte ao processo de ensino e aprendizagem, exercendo um papel relevante de motivar e engajar mais o estudante dentro e fora da sala de aula.

O RDA é um produto projetado para servir de meio para implantar pedagogias baseadas no uso com o computador e contribuir para alcançar objetivos pedagógicos (Tchounikine, 2011). De acordo com Medeiros (2019) e Coomans et al. (2015), RDA é um dispositivo ou recurso digital que foi planejado e elaborado para fins didático-pedagógicos, representando um mediador de conteúdos e viabilizador do processo de ensino e aprendizagem, trazendo de forma lúdica e prazerosa o desenvolvimento prático dos conhecimentos escolares.

Segundo de Assis Girardi et al. (2020) e Oliveira et al. (2018), a utilização de RDAs pode: propiciar o aprendizado lúdico do estudante; melhorar a interpretação do conteúdo teórico a partir de sua aplicação prática; estimular o raciocínio e o pensamento crítico; permitir a possibilidade de adaptação aos distintos ritmos de aprendizagem dos alunos; possibilitar que os discentes aprendam com seus erros; reduzir a passividade dos educandos; melhorar as habilidades psicomotoras; proporcionar motivação ao aluno; desenvolver hábitos de persistência na transposição de desafios e desenvolvimento de tarefas; e, consequentemente, enriquecer a prática pedagógica com a utilização de recursos multimídia.

No entanto, a adoção de um RDA requer cuidados, pois vários fatores podem interferir nos objetivos pretendidos para seu uso, por exemplo: inserção do RDA em um contexto educacional errado (Lin et al., 2018), incoerência entre o conteúdo abordado e aquele disponível via RDA (Lin et al., 2018), problemas de usabilidade (Silva et al., 2015), má estruturação e/ou representação de conteúdos didáticos (Pereira et al., 2016), falta de

fundamentação pedagógica e didática adequada ao perfil dos aprendizes, e problemas de funcionamento (*bugs*) (de Franca et al., 2014). Por esse motivo, faz-se necessário identificar na literatura abordagens para a avaliação de RDAs, que contemplem todas as dimensões avaliativas necessárias para realizar uma avaliação muldimensional.

Diante disso, o objetivo deste artigo é identificar na literatura internacional abordagens para avaliação de RDAs através de uma Revisão Sistemática da Literatura. Das 184 publicações encontradas nas três bibliotecas digitais (*IEEE Xplore Digital Library, Scopus* e *ScienceDirect*) utilizadas, 9 foram selecionadas para responder as questões de pesquisa propostas. Vale destacar que esta revisão tem como foco abordagens internacionais para avaliação de RDAs.

Este artigo está organizado em quatro seções, incluindo esta. Na seção 2, são expostos os processos metodólogicos da Revisão Sistemática da Literatura, juntamente com o protocolo de execução que foi definido no pré-inicio da revisão. Na seção 3, encontram-se os resultados que foram obtidos na pesquisa e a discussão acerca destes, juntamente com as reflexões e desdobramentos das questões de pesquisa, como também as ameaças à validade. Por fim, na seção 4, estão as considerações finais, retratando as conclusões e as prospecções de trabalhos futuros.

2. Revisão Sistemática da Literatura

A Revisão Sistemática da Literatura (RSL) consiste em uma sequência de passos bem definidos para descobrir, mapear, encontrar, avaliar, consolidar e agregar resultados de pesquisas disponíveis e relevantes sobre uma questão de pesquisa específica para identificar lacunas nas pesquisas atuais e sugerir uma investigação mais aprofundada (Kitchenham et al., 2007). As fases que compõem seu modelo de trabalho são: Planejamento, Condução e Publicação dos Resultados (Kitchenham et al., 2007). O processo de revisão descrito nesta pesquisa foi conduzido por dois alunos de pós-graduação e dois professores doutores com o auxílio da plataforma digital Parsif.al[1], que auxiliou os pesquisadores no planejamento e condução da revisão.

O planejamento teve como objetivo identificar a necessidade da realização do estudo e criar o protocolo que seria seguido durante o processo de condução. O protocolo apresenta o objetivo da revisão, as questões de pesquisa, a definição das fontes de pesquisa (bibliotecas digitais), as *strings* de busca e os critérios de exclusão e inclusão. A condução consistiu em realizar a seleção de trabalhos em bibliotecas digitais a partir da estratégia de busca definida, seguindo os critérios primários (exclusão e inclusão) e de qualidade também predefinidos, a fim de realizar a extração de dados daqueles selecionados. Após coletados os dados, estes foram sintetizados e analisados de forma qualitativa e quantitativa com o intuito de responder as questões de pesquisa e fornecer informações consideradas relevantes para trabalhos futuros visando

[1] https://parsif.al/

compor o relato (publicação dos resultados), a última etapa da revisão (Kitchenham et al., 2007).

2.1. Planejamento da Revisão Sistemática da Literatura

Nesta subseção, apresentamos o protocolo que foi produzido durante a fase de planejamento. Para a elaboração deste protocolo foram realizadas as atividades que estão descritas abaixo, juntamente com os resultados obtidos.

Definição das questões de pesquisa

Com base no objetivo definido, foram elaboradas as seguintes questões de pesquisa (QP):

- QP1: Quais são as abordagens para avaliação de Recursos Digitais de Aprendizagem?
- QP2: Quantos critérios compõem cada abordagem e qual o quantitativo de acordo com as dimensões de qualidade (de *software*, de uso e pedagógica)?
- QP3: Quais são os anos de publicação e quais países publicam sobre esse tema?
- QP4: Quais são os principais meios de divulgação que publicam sobre esse tema?
- QP5: Quais os tipos de instrumentos de avaliação das abordagens e quais são as escalas para mensuração dos critérios avaliativos?
- QP6: Qual plataforma digital é utilizada pelas abordagens para realizar a avaliação de RDAs?
- QP7: Quais os métodos de pesquisa que são utilizados para avaliar RDAs na prática com a utilização das abordagens?
- QP8: Existe alguma taxonomia para realizar a avaliação de RDAs?

Seleção das fontes de pesquisa (bibliotecas digitais)

Após a definição das questões de pesquisa, o próximo passo foi definir as fontes de pesquisa (bibliotecas digitais) para seleção das publicações. Foram escolhidas três bibliotecas digitais: *IEEE Xplore Digital Library* (http://ieeexplore.ieee.org), *Scopus* (http://www.scopus.com) e *ScienceDirect* (http://www.sciencedirect.com). Estas foram selecionadas a partir dos seguintes critérios: capacidade de usar operadores lógicos (ORs e ANDs) no processo de busca; suporte a pesquisas completas ou por área; disponibilidade na instituição dos autores; bibliotecas digitais internacionais e abrangência da área de Ciência da Computação.

Criação da String de Busca

Para definir a *String* de Busca (Tabela 1), foi realizado um processo de teste e refinamento adaptado do método PICO (População, Intervenção, Comparação, Resultado) (Petersen et al., 2015): População (trabalhos publicados em conferências ou periódicos apresentando abordagens para avaliação de RDAs), Intervenção (utilização de modelos/ *frameworks*/ técnicas/ guias/ processos/ metodologias/ instrumentos/ abordagens/ métodos/ *checklists* e ferramentas para avaliação de RDAs), Comparação (não se aplica, visto que o objetivo é caracterizar os estudos), Resultados (trabalhos que apresentam uma metodologia de avaliação e considerem critérios de qualidade tridimensional para o processo de avaliação de RDAs).

Vale mencionar que a revisão da *string* foi realizada por 2 professores especialistas no domínio e todos os termos sinônimos foram levados em consideração. Além disso, a validação da *string* foi feita através de 2 artigos de controle e de sua verificação no retorno nas buscas. Uma revisão da literatura manual (*snowball*) anterior obteve tais artigos de controle. Eles foram úteis para fornecer uma compreensão inicial da área bem como para definir a *string* de busca.

Model **OR** Framework **OR** Guideline **OR** Process **OR** Methodology **OR** Approach **OR** Checklist **OR** Method **AND** (Evaluation **OR** Evaluating) **AND** (Educational Software **OR** Educational System **OR** Educational Technology **OR** Digital Learning Resources)

Tabela 1 – *String* de busca

Elaboração dos critérios de exclusão e inclusão

Em consonância com o protocolo de pesquisa que foi desenvolvido, os estudos devem ser adequados para inclusão na revisão se oferecerem evidências que ajudem a responder total ou parcialmente as perguntas da pesquisa. Como esta pesquisa é uma Revisão Sistemática da Literatura, na qual os autores pretendem identificar o máximo de evidências para ajudá-los a estabelecer uma visão consistente sobre as abordagens internacionais para avaliação de Recursos Digitais de Aprendizagem, ele não definirá um limite mínimo para exclusão de artigos. A Tabela 2 descreve os critérios de exclusão que verificam se uma publicação tem potencial ou não para compor esta Revisão Sistemática da Literatura.

Código de Exclusão	**Descrição**
CE01	Os artigos que não estão claramente relacionados às questões de pesquisa e, assim, fogem do foco deste trabalho. Estudos que não apresentam discussões ou descobertas sobre abordagens para avaliação de Recursos Digitais de Aprendizagem.
CE02	Documentos que não são estudos completos, por exemplo, apresentações, publicações na *web*, conteúdo da *web*, citações, panfleto, folheto, boletim informativo ou resumo estendido.
CE03	Artigos que expressam pontos de vista ou opiniões pessoais.
CE04	Artigos Duplicados.
CE05	Artigos Inacessíveis.

Tabela 2 – Critérios de Exclusão

A tabela 3 descreve o único critério de Inclusão que foi definido para esta pesquisa. O critério versa sobre estudos que destaquem a utilização de abordagens internacionais para avaliação de RDAs.

Código de Inclusão	**Descrição**
CI01	Estudos que apresentem abordagens internacionais para avaliação de Recursos Digitais de Aprendizagem.

Tabela 3 – Critérios de Inclusão

2.2. Execução da Revisão Sistemática da Literatura

A tabela 4 apresenta os resultados obtidos com a *string* de busca adaptada para cada biblioteca digital e a pesquisa sobre o título, o resumo e as palavras-chave. Na primeira coluna, tem-se as bibliotecas usadas; na segunda, o total de publicações; na terceira, como muitas publicações estão em mais de uma biblioteca, as duplicatas foram eliminadas e na quarta, tem-se o quantitativo de publicações sem os artigos inacessíveis.

Bibliotecas	Publicações	Sem duplicatas	Sem Inacessíveis
IEEE Xplore Digital Library	109	107	107
Scopus	12	11	10
ScienceDirect	63	61	60
Total	**184**	**179**	**177**

Tabela 4 – Total de publicações por biblioteca digital

Em seguida, foi executada uma primeira seleção (Etapa 1), que aplicou, manualmente, os critérios de inclusão e exclusão no título, resumo e palavras-chave nas 177 publicações. Nesta etapa, 160 publicações foram eliminadas (Tabela 5). Em uma segunda avaliação das 17 publicações restantes (Etapa 2), aplicaram-se os critérios também na introdução e conclusão e foram eliminadas mais 7 publicações. Por fim, uma última avaliação (Etapa 3) aplicou os critérios em todo o conteúdo das 10 publicações restantes e nessa etapa foi eliminada mais uma publicação.

Código dos Critérios de Exclusão	Etapa 1	Etapa 2	Etapa 3
CE01	151	6	1
CE02	2	1	0
CE03	0	0	0
CE04	5	0	0
CE05	2	0	0
Total	**160**	7	1

Tabela 5 – Total de publicações excluídas por critério

Este processo foi então finalizado com 9 publicações resultantes. Tais publicações foram organizadas conforme um identificador único de acordo com a biblioteca digital na qual a publicação foi selecionada. O quantitativo de publicações resultantes de acordo com as bibliotecas digitais seguem a seguinte distribuição: *IEEE Xplore Digital Library*, 2 publicações resultantes (identificadores para as publicações desta biblioteca: [I4] e [I9]); *Scopus*, 2 publicações resultantes (identificadores para as publicações desta biblioteca: [S4] e [S10]) e *ScienceDirect*, 5 publicações resultantes (identificadores para as publicações desta biblioteca: [SD7], [SD10], [SD12], [SD13] and [SD48]).

3. Resultados e Discussão

Questão QP1: *Quais são as abordagens para avaliação de Recursos Digitais de Aprendizagem?*

As 9 publicações resultantes (Tabela 6) foram selecionadas para responder as questões de pesquisa. A **questão QP1** tem como objetivo identificar quais são as abordagens que a literatura internacional apresenta para realizar a avaliação de Recursos Digitais de Aprendizagem. Em geral, ao extrair os dados dos artigos selecionados foram encontradas 9 abordagens internacionais voltadas para realizar a avaliação de RDAs.

Estas abordagens são: *Tup model-evaluating educational software* [I4]; *Method for assessing digital learning resources* [I9]; *Guideline for the evaluation of educational software design* [S4]; *Checklist for the evaluation of educational software* [S10]; *Usability scale for educational software evaluation* [SD7]; *PETESE - a pedagogical ergonomic tool for educational software evaluation* [SD10]; *Usability checklist for mixed interface assessment* [SD12]; *Educational software evaluation scale* [SD13] and *Checklist for evaluating the potential of the educational software* [SD48].

ID	Título do artigo
I4	Bednarik, R., Gerdt, P., Miraftabi, R., & Tukiainen, M. (2004). Development of the TUP model-Evaluating educational software. *In IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies, 2004. Proceedings*. (pp. 699-701). IEEE.
I9	Liu, Y., & Yang, L. (2010). The digital learning resource design art and its evaluation. In *2010 International Conference on Networking and Digital Society* (Vol. 2, pp. 331-334). IEEE.
S4	Besio, S., Laudanna, E., Potenza, F., Ferlino, L., & Occhionero, F. (2008). Accessibility of educational software: from evaluation to design guidelines. In *International Conference on Computers for Handicapped Persons* (pp. 518-525). Springer, Berlin, Heidelberg.
S10	Tergan, S. O. (1998). Checklists for the evaluation of educational software: Critical review and prospects. *Innovations in education and training international*, 35(1), 9-20.
SD7	Sousa, V. E., Lopes, M. V., Ferreira, G. L., Diniz, C. M., Froes, N. B., & Sobreira, B. A. (2016). The construction and evaluation of new educational software for nursing diagnoses: a randomized controlled trial. *Nurse education today*, 36, 221-229.
SD10	Coomans, S., & Lacerda, G. S. (2015). Petese, a pedagogical ergonomic tool for educational software evaluation. *Procedia Manufacturing*, 3, 5881-5888.
SD12	Yussof, R. L., Paris, T. N. S. T., Abas, H., & Zaman, H. B. (2013). Mixed Usability Evaluation During the Development Cycle of "MEL-SindD". *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 105, 162-170.
SD13	Secken, N., & Kunduz, N. (2013). An evaluation of the educational software about precipitation titrations. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 106, 387-393.
SD48	Squires, D., & Preece, J. (1996). Usability and learning: evaluating the potential of educational software. *Computers & Education*, 27(1), 15-22.

Tabela 6 – Lista de artigos selecionados na revisão

Uma das características que foi observada na análise qualitativa das abordagens foram as nomenclaturas, que são descritas como: modelo; método; *guideline*; *checklist* (3); escala (2) e ferramenta. Diante disso, podemos afirmar que a literatura não apresenta

uma formalidade consistente para nomear as abordagens e que essa inconsistência dificulta o processo de avaliação de RDAs.

Um dos principais problemas relacionados a essa inconsistência pode ser a busca dos especialistas por estas abordagens com nomenclaturas diferentes (dificultando o processo de seleção na literatura) e o outro problema é referente à seleção de qual método, instrumento, metodologia ou outros é melhor indicado para avaliar um determinado RDA. Como as nomenclaturas são diferentes e essa diferença não é explicada pelos autores e nem pela literatura, os especialistas que irão utilizá-las não saberão diferenciar qual o objetivo de cada uma no processo avaliativo.

Através das análises realizadas pode-se observar que as 9 abordagens para avaliação de RDAs contempladas nesta pesquisa apresentam fragilidades a respeito dos modelos de qualidade de *software*, de uso e pedagógica que são encontradas na literatura. Em cada um dos modelos de qualidade se destacam abordagens que apresentam uma maior e/ou menor quantidade de critérios contemplados. Os critérios referentes ao modelo de qualidade de *software* foi o menos contemplado entre as abordagens; logo, é necessário que sejam inseridos critérios desta dimensão no momento da avaliação de RDAs por algumas das abordagens que foram destacadas neste trabalho. Os critérios referentes ao modelo de qualidade de uso foram os mais contemplados, juntamente com os critérios de qualidade pedagógica.

Questão QP2: *Quantos critérios compõem cada abordagem e qual o quantitativo de acordo com as dimensões de qualidade (de software, de uso e pedagógica)?*

A **questão QP2** identifica quantos critérios compõem cada abordagem e qual o quantitativo de critérios de acordo com cada uma das dimensões de qualidade (Qualidade de *Software* - *QS*, Qualidade de Uso - QU e Qualidade Pedagógica - QP) encontradas na literatura. Na tabela 7 são apresentadas todas as abordagens selecionadas e o quantitativo de critérios que formam cada uma delas. Os critérios das abordagens foram mapeados de acordo com as três dimensões de qualidade que foram selecionadas na literatura através de um estudo (Junior & Aguiar, 2018) previamente realizado e uma dimensão nomeada como outros para encaixar os critérios que não pertenciam a nenhuma das dimensões da tríade de qualidade. A análise quantitativa dos critérios foi realizada para auxiliar nas recomendações de quais abordagens são melhor indicadas para avaliar determinada dimensão de qualidade de um RDA.

Nome da Abordagem	**Quantidade de critérios**					**Referência**
	QS	**QU**	**QP**	**Outros**	**Total**	
Tup model-evaluating educational software	05	05	05	01	16	Bednarik et al., 2004 **[I4]**
Method for assessing digital learning resources	02	06	-	12	20	Liu & Yang, 2010 **[I9]**
Guideline for the evaluation of educational software design	-	14	-	-	14	Besio et al., 2008 **[S4]**
Checklist for the evaluation of educational software	-	-	15	-	15	Tergan, 1998 **[S10]**

Nome da Abordagem	Quantidade de critérios					Referência
	QS	QU	QP	Outros	Total	
Usability scale for educational software evaluation	07	09	21	-	37	Sousa et al., 2016 **[SD7]**
PETESE - a pedagogical ergonomic tool for educational software evaluation	04	10	14	40	68	Coomans et al., 2015 **[SD10]**
Usability checklist for mixed interface assessment	-	40	-	-	40	Yussof et al., 2013 **[SD12]**
Educational software evaluation scale	10	10	27	-	47	Secken & Kunduz, 2013 **[SD13]**
Checklist for evaluating the potential of the educational software	11	07	03	-	21	Squires & Preece, 1996 **[SD48]**

Tabela 7 – Quantitativo de critérios das abordagens encontradas na revisão

Na avaliação dos critérios das abordagens, pode-se observar que todas apresentam lacunas a respeito da análise de critérios, tais como: a ausência de critérios pedagógicos na avaliação de RDAs, a dificuldade na compreensão de critérios (altos níveis de abstração, podendo tornar seu uso mais complexo e mais dependente do conhecimento prévio dos avaliadores), a quantidade limitada ou elevada de critérios e a dificuldade no entendimento dos resultados da avaliação, entre outros. De acordo com os problemas apresentados, observou-se a existência de abordagens para avaliação de RDAs que não fazem relação direta com os critérios definidos na literatura, como parâmetros para serem utilizados na análise de QS, QU e QP.

A análise quantitativa realizada a respeito dos critérios das abordagens, que foram encontradas nesta revisão, destaca algumas recomendações de aplicação, a fim de alcançar um resultado mais abrangente na avaliação da qualidade de RDAs. As principais recomendações são: para avaliar a Qualidade de *Software* são recomendadas as abordagens: *Usability scale for educational software evaluation* [SD7], *Educational software evaluation scale* [SD13] e *Checklist for evaluating the potential of the educational software* [SD48], pois essas apresentam uma maior quantidade de critérios que focam nesta dimensão de qualidade.

Para avaliar a Qualidade de Uso a abordagem melhor recomendada é *Usability checklist for mixed interface assessment* [SD12], pois esse trabalho apresenta um *checklist* todo voltado para analisar e avaliar a qualidade da interface do RDA, fazendo uma análise completa e consistente; e para avaliar a Qualidade Pedagógica são recomendadas as abordagens: *Checklist for the evaluation of educational software* [S10], *Usability scale for educational software evaluation* [SD7], *PETESE - a pedagogical ergonomic tool for educational software evaluation* [SD10] e *Educational software evaluation scale* [SD13], pois esses trabalhos apresentam escalas de avaliações voltadas para avaliar os aspectos pedagógicos de qualidade de um RDA. A figura 1 destaca a análise quantitativa de completude de critérios das abordagens.

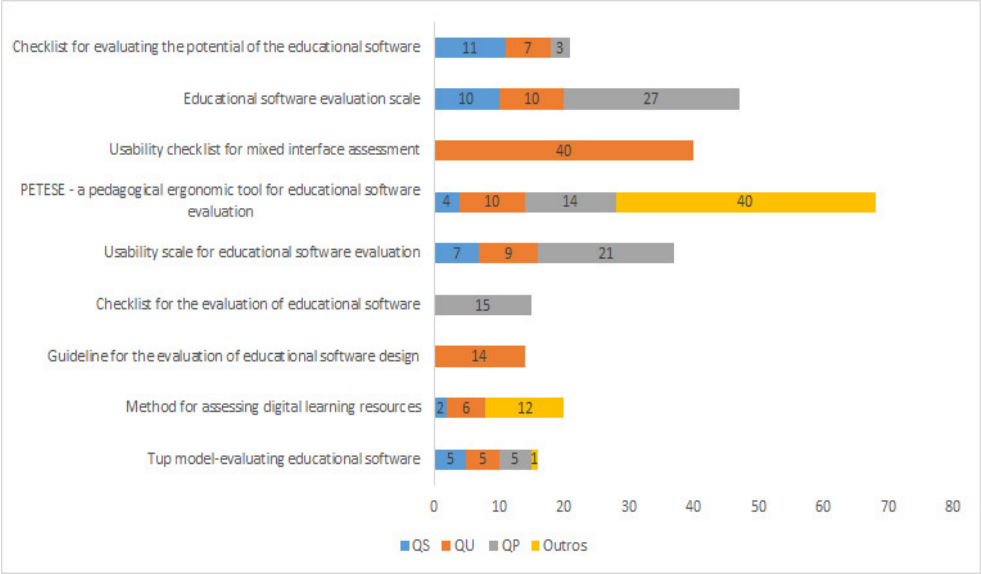


Figura 1 – Análise quantitativa de completude de critérios das abordagens

Questão QP3: *Quais são os anos de publicação e quais países publicam sobre esse tema?*

A **questão QP3** analisa como estão as publicações sobre o tema nos últimos anos e quais são os principais países que publicam sobre o tema. As publicações sobre esse tema nos últimos anos vem aumentando, seguindo uma ordem cronológica baseada nos achados desta revisão. Temos publicações de 1996 a 2016, sendo 1 publicação em 1996, 1 publicação em 1998, 1 publicação em 2004, 1 publicação em 2008, 1 publicação em 2010, 2 publicações em 2013, 1 publicação em 2015 e 1 publicação em 2016. As pesquisas estão distribuídas entre Finlândia [I4], China [I9], Itália [S4], Alemanha [S10], Brasil [SD7], Bélgica [SD10], Malásia [SD12], Turquia [SD13] e Inglaterra [SD48].

Questão QP4: *Quais são os principais meios de divulgação que publicam sobre esse tema?*

A **questão QP4** identifica os meios onde as publicações sobre o tema foram divulgadas. Três trabalhos foram publicados em três revistas e os outros 6 foram publicados em conferências (ver Tabela 8). Apenas a conferência Procedia-Social and Behavioral Sciences publicou dois trabalhos sobre o tema, as demais conferências e as revistas publicaram apenas um.

Tipo	Lugares das Publicações	Qtde	%
Conferência	IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies [I4]; International Conference on Networking and Digital Society [I9]; International Conference on Computers for Handicapped Persons [S4]; Innovations in education and training international [S10]; Procedia-Social and Behavioral Sciences [SD12] [SD13].	6	**66,67 %**

Tipo	Lugares das Publicações	Qtde	%
Journal	Nurse education today [SD7]; Procedia Manufacturing [SD10]; Computers & education [SD48].	3	**33,33 %**

Tabela 8 – Locais de divulgação das publicações sobre o tema

Questão QP5: *Quais os tipos de instrumentos de avaliação das abordagens e quais são as escalas para mensuração dos critérios avaliativos?*

A **questão QP5** busca identificar os instrumentos e escalas utilizadas pelas abordagens avaliativas. Os resultados dos estudos apresentam que os instrumentos para avaliação de RDAs são distintos. Estes são: grade de avaliação [S4], lista de verificação [I4] [SD10], questionário [I9] [SD7] [SD13] e *checklist* [S10] [SD12] [SD48]. Temos em destaque o questionário e o *checklist* como os instrumentos mais utilizados no processo de avaliação de RDAs. Os questionários utilizados pelas abordagens são constituídos por uma relação de perguntas que permite que o avaliador responda sozinho, assinalando ou escrevendo as respostas. Os *checklists* aparecem em forma de questões que são analisadas através de um sistema de pontuação.

Os instrumentos utilizam para mensurar os critérios escalas numéricas de avaliação, cujas variações são de 3, 4, 5 ou 7 pontos e escalas não numéricas. Este cenário reflete diretamente no tipo de resultado fornecido para análise e posterior diagnóstico sobre a avaliação, que na maioria das vezes compromete a avaliação dos RDAs pelo fato de os resultados gerados pelas escalas não permitirem comparação.

Tais instrumentos apresentam alguns pontos positivos e negativos. Como pontos positivos destacamos: instrumento de fácil utilização [SD7], objetividade diante da avaliação [SD10] e sequência lógica [I9]. Como pontos negativos se destacam: instrumento de difícil interpretação dos resultados [SD10]; falta de clareza na explicação para utilização do instrumento [SD48] e escala de avaliação ambígua [I4].

Questão QP6: *Qual plataforma digital é utilizada pelas abordagens para realizar a avaliação de RDAs?*

Na análise realizada nos 9 artigos selecionados não foi identificada nenhuma plataforma digital e nenhum outro recurso que esteja disponível em meio digital para a avaliação de RDAs. Apenas a abordagem *Tup model-evaluating educational software* destacou um protótipo que possivelmente seria disponibilizado na internet. Logo, podemos destacar a necessidade de uma abordagem que esteja disponível em meio digital para que possa facilitar o acesso e a utilização para os envolvidos no processo de avaliação de RDAs.

Questão QP7: *Quais métodos de pesquisa são utilizados para avaliar RDAs na prática com a utilização das abordagens?*

Os resultados das análises dos artigos apresentam que as abordagens utilizam diferentes métodos de pesquisa para avaliação de RDAs. Dentre esses métodos se destaca o *survey* que foi utilizado por 4 estudos ([I9], [S10], [SD13], [SD48]) para avaliação de RDAs na prática. Um trabalho utilizou o estudo de caso [SD10], outro o experimento [SD7] e o outro a observação [SD12]. Dois estudos não apresentaram nenhum método de pesquisa

no processo de avaliação, pois as abordagens destacadas por eles ainda estavam em fase de construção.

Questão QP8: *Existe alguma taxonomia para realizar a avaliação de RDAs?*

Os resultados relatados nos artigos não apresentam nenhuma organização das abordagens em relação à nomenclatura, dimensão, categoria, identificação e descrição dos critérios avaliativos. Dessa forma, é possível destacar que não existe na literatura internacional uma taxonomia para a avaliação de RDAs que categorize e organize os critérios para que a avaliação possa ser executada de maneira fácil e compreensível.

Logo, acredita-se que o início da padronização para avaliação de RDAs consiste na análise das abordagens existentes para identificar suas características e propor uma linguagem comum e uma metaorganização através de uma taxonomia para a avaliação de RDAs.

Ameaças à Validade da Pesquisa

Na execução desta Revisão Sistemática da Literatura, buscou-se evitar ameaças que pudessem limitar a validade dos achados encontrados (Wohlin et al., 2012). Com relação à ameaça à validade interna destacamos que as etapas de seleção e extração de dados foram realizadas de maneira independente por 4 pesquisadores, divididos em 2 grupos. Para diminuir a subjetividade, a divisão dos grupos foi realizada levando em consideração a experiência dos pesquisadores. Em cada grupo ficou um pesquisador mais experiente e outro com menos experiência, para diminuir a possibilidade de os resultados serem enviesados. Os resultados individuais eram conferidos pelo par e, caso ocorresse divergência, os autores discutiam os motivos de suas decisões para chegar a um consenso, relendo as publicações, se necessário.

Em relação à ameaça à validade de conclusão apresentamos que problemas na *String* de busca podem ter levado à ausência de algumas publicações. No entanto, para minimizar essa ameaça à validação da *string* foram utilizados 2 artigos de um grupo de controle que foram selecionados a partir de uma revisão da literatura manual (*snowball*) previamente executada. Além disso, considerar apenas 3 bibliotecas digitais, apesar de alguns critérios estabelecidos, pode significar não indexar todo o conteúdo disponível na internet. Por este motivo, é possível que algumas publicações relevantes e importantes sobre o tema não tenham sido contempladas.

4. Conclusão e trabalhos futuros

Esta revisão teve como objetivo identificar na literatura internacional abordagens para avaliação de RDAs. Três bibliotecas digitais foram utilizadas, a fim de tentar obter uma visão mais abrangente e internacional sobre o tema relacionado a abordagens para a avaliação de RDAs. Das 184 publicações selecionadas na literatura, apenas 9 foram selecionadas, atendendo aos critérios de inclusão e exclusão, para responder as 8 questões de pesquisa definidas no escopo do trabalho.

De acordo com os resultados da pesquisa foi possível identificar uma grande diversidade de critérios, instrumentos e escalas nas abordagens, o que pode comprometer a utilização destas na avaliação de RDAs, por exemplo, existem critérios de *software*,

de uso e pedagógico que não são contemplados por nenhuma abordagem. Também foi identificado que existe uma diversidade em relação à configuração das 9 abordagens apresentando fragilidade a distintas características, como a variação significativa na quantidade total de critérios sugeridos e nas nomenclaturas dos critérios.

Além disso, foram identificadas inconsistências relacionadas às nomenclaturas das abordagens. Elas são nomeadas como: modelo, método, *guideline*, *checklist* (três abordagens), escala (duas abordagens) e ferramenta. Essas inconsistências podem comprometer o processo de avaliação dos RDAs acarretando em problemas relacionados à seleção de qual abordagem é mais indicada para avaliar um dado RDA.

Também se concluiu, com a análise dos resultados, que não existe nenhuma plataforma digital para a avaliação de RDAs, todas as abordagens analisadas apresentam os seus instrumentos apenas através de trabalhos ou artigos, não disponibilizando-os em meios digitais para uma ampla utilização. Outra questão que merece destaque é o fato de não existir na literatura internacional nenhuma taxonomia para a avaliação de RDAs, fato que compromete uma avaliação muldimensional e dificulta também a compressão dos critérios pelos envolvidos no processo avaliativo.

Conclui-se com as análises realizadas nos 9 trabalhos selecionados nesta revisão e embasado nas discussões das respostas das 8 questões de pesquisa que a maneira como a avaliação de RDAs é contemplada pelas 9 abordagens não se apresenta como suficiente para avaliar de forma correta e muldimensional um RDA, pois apresenta falhas na avaliação de alguns critérios com relação aos modelos de qualidade e omite outros dentro da perspectiva que é avaliada; além disso, apresenta instrumentos de coleta dos dados difíceis de serem interpretados após a avaliação de determinado RDA. Tais abordagens não realizam uma análise completa dos RDAs que se apresentam como recursos educativos; portanto, é necessária a padronização destas, a fim de diminuir a curva de aprendizado dos envolvidos na avaliação de RDA (distintos perfis de conhecimento) sobre os termos adotados pelas abordagens.

Nesse sentido, como trabalho futuro, pretende-se desenvolver uma taxonomia para avaliação de RDAs que contemple três dimensões de qualidade (de *software*, de uso e pedagógica) e uma escala de avaliação para cada uma das dimensões que gere um *score* final da avaliação. Além disso, também será desenvolvido um método de aplicação (passo a passo) para orientar os pesquisadores no planejamento, execução, análise e avaliação de RDAs, como também se pensa em elaborar um recurso digital que possa ser disponibilizado na *web*.

Referências

Albuquerque, O. M., Conceição, M. H., Melis, M. F., Albuquerque, F., Rodrigues, C., & Berbel, N. (2020). A tecnologia educacional e social aplicada à formação em saúde. *RISTI-Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação*, (38), 92-107. DOI: 10.17013/risti.38.92–107

Barbosa, R. S., & de Souza, R. A. C. (2019). Innovation Indicators for Educational Softwares. *In 14th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI)* (pp. 1-6). IEEE. DOI: 10.23919/CISTI.2019.8761000

Coomans, S., & Lacerda, G. S. (2015). Petese, a pedagogical ergonomic tool for educational software evaluation. *Procedia Manufacturing*, 3, 5881-5888. DOI: 10.1016/j.promfg.2015.07.895

de Assis Girardi, T., Girardi, D., & Marques, J. L. B. (2020). O Uso de um Simulador para o Ensino de Ventilação Mecânica. *Revista Brasileira de Informática na Educação*, 28, 297-318. DOI: 10.5753/RBIE.2020.28.0.297

de França, R. S., & da Silva, A. C. B. (2014). Avaliação de softwares educativos para o ensino de Língua Portuguesa. *Revista Brasileira de Informática na Educação*, 22(03), 23-33. DOI: 10.5753/RBIE.2014.22.03.23

Goulart, J., Oliveira, F., & Pinto, P. (2019). Avaliação Sistemática de Eficácia na Aprendizagem de Algoritmos com o uso do Tupy Online. *In Anais do XXVII Workshop sobre Educação em Computação* (pp. 218-232). SBC. DOI: 10.5753/wei.2019.6631.

Junior, O., & Aguiar, Y. P. C. (2018). Taxonomia de critérios para avaliação de software educativo-TaCASE. In Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE) (Vol. 29, No. 1, p. 298). DOI: 10.5753/cbie.sbie.2018.298.

Kitchenham, B., & Charters, S. (2007). Guidelines for performing systematic literature reviews in software engineering. *Keele University and Durham University*, Technical report, ver. 2.3 EBSE.

Lin, Y. H., & de Oliveira, M. C. (2018). Avaliação de Software utilizando MAEP: Uma Análise do Protótipo de um Simulador Imersivo de Realidade Virtual. *Anais SULCOMP*, 9.

Linhares, A. C. O., & Santos, K. S. (2021). A Licenciatura em Computação no Brasil: histórica e contexto atual. *Revista Brasileira de Informática na Educação*, 29, 188-208. DOI: 10.5753/rbie.2021.29.0.188

Medeiros, A. (2019). YPEDUC: Uma adaptação de Metodologia Ágil para o Desenvolvimento de Software Educativo. In *Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE)* (Vol. 30, No. 1, p. 379). DOI: 10.5753/cbie.sbie.2019.379

Oliveira, J., & Prata, W. (2018). Pesquisa de UX em jogos de Realidade Virtual: desafios e lições aprendidas. In *Anais Estendidos do XVII Simpósio Brasileiro sobre Fatores Humanos em Sistemas Computacionais*. SBC. DOI: 10.5753/ihc.2018.4180

Pereira, W. S., Cardoso Filho, R. J., Silva, W. R. D. A., Da Silva, R. S. T., Dantas, V. F., & Aguiar, Y. P. (2016). Validação de uma abordagem combinada para avaliação de Software Educativo: avanços e desafios. *Revista Tecnologias na Educação*, 8(16).

Petersen, K., Vakkalanka, S., & Kuzniarz, L. (2015). Guidelines for conducting systematic mapping studies in software engineering: An update. *Information and Software Technology*, 64, 1-18. DOI: 10.1016/j.infsof.2015.03.007.

Silva, A. C. B. D., & Gomes, A. S. (2015). Conheça e utilize software educativo: avaliação e planejamento para a educação básica. *Recife: Pipa Comunicação*, 83, 3322-3222.

Tchounikine, P. (2011). *Computer science and educational software design: A resource for multidisciplinary work in technology enhanced learning*. Springer Science & Business Media.

Wohlin, C., Runeson, P., Höst, M., Ohlsson, M., Regnell, B., & Wesslén, A. (2012). Experimentation in software engineering: A practical guide.

risti
Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação
Iberian Journal of Information Systems and Technologies

Recebido/Submission: 04/04/2021
Aceitação/Acceptance: 09/06/2021

Empleo del Aprendizaje Automático en el diagnóstico y tratamiento del cáncer cervicouterino: Una evaluación cuantitativa de sus principales factores condicionantes

Jessenia Guadalupe Chalén-Ortega[1], Wellington Remigio Villota-Oyarbide[1], José Felipe Ramírez-Pérez [2]

jessenia.chalen@cu.ucsg.edu.ec; wellington.villota@cu.ucsg.edu.ec; jramirez14@uabc.edu.mx

[1] Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, 090615, Guayaquil, Ecuador.

[2] Universidad Autónoma de Baja California, 22890, Ensenada, Baja California, México.

Pages: 597-618

Resumen: El cáncer cervicouterino es el segundo de mayor incidencia y el tercero de mayor letalidad en la mujer. No obstante, su prevención en etapas tempranas posibilita su curación. El objetivo de la investigación es validar los principales factores condicionantes del cáncer cervicouterino, por medio de una evaluación cuantitativa con métodos estadísticos, que permita el empleo efectivo de técnicas de aprendizaje automático para el diagnóstico y tratamiento de esta dolencia. La investigación es mixta, con diseño no experimental y alcance explicativo. Se utiliza una muestra intencional no representativa de la población (n=31). Los resultados obtenidos demuestran el diseño de un instrumento válido (CVI=0.79), confiable (a=0.86) y con una adecuada validez de constructo. Los mismos permiten la obtención de factores condicionantes del cáncer cervicouterino. La investigación constituye la base para el desarrollo de un modelo computacional que contribuya a la prevención de esta dolencia, así como a su diagnóstico y tratamiento oportuno.

Palabras-clave: aprendizaje automático, cáncer cervicouterino, factores condicionantes, factores de riesgo, validez.

Use of Machine Learning in the diagnosis and treatment of cervical cancer: A quantitative assessment of your main conditioning factors

Abstract: Cervical cancer is the second highest incidence and third most fatal in women. However, its prevention in early stages enables its cure. The objective of the research is to validate the main conditioning factors of cervical cancer, through a quantitative evaluation with statistical methods, which allows the effective use of machine learning techniques for the diagnosis and treatment of this disease. The research is mixed, with a non-experimental design and explanatory scope. An intentional non-representative sample of the population (n = 31) is used. The results obtained demonstrate the design of a valid instrument (CVI = 0.79), reliable

(a = 0.86) and with adequate construct validity. They allow obtaining determining factors for cervical cancer. The research constitutes the basis for the development of a computational model that contributes to the prevention of this disease, as well as its diagnosis and timely treatment.

Keywords: cervical cancer, conditioning factors, machine learning, risk factors, validity.

1. Introducción

En la última década la explosión del *Big Data* y el aprendizaje automático han sido evidentes. Su irrupción en una sociedad cada vez más digitalizada y abarrotada de datos que analizar y procesar para tomar decisiones, ha hecho posible su acelerada adopción en diversos sectores de la sociedad como la industria, la banca, los servicios y la salud, donde se ha evidenciado un aumento en el desempeño competitivo de estas organizaciones (Lee et al. 2018; Pérez, Torrez, Ledo, Pérez & Valdés, 2021). No obstante, uno de los principales obstáculos que se evidencian en su implementación es que en ocasiones no se tiene claro cómo empezar a usar estas técnicas y muchas veces tampoco se entienden las ventajas que supone (Dıker, Avci, Cömert, Avci, Kaçar, & Serhatlioğlu, 2018; von Lilienfeld, 2020).

El aprendizaje automático o *Machine Learning*, por su traducción al inglés, es un área de conocimiento dentro de la Inteligencia Artificial que se centra en dar a las computadoras la capacidad de mejorar con el tiempo, como resultado de la experiencia, para resolver problemas y apoyar la toma de decisiones. Las técnicas y algoritmos computacionales existentes responden a dos categorías, el aprendizaje supervisado y el aprendizaje no supervisado. Algunas de las técnicas principales de aprendizaje automático que se usan actualmente son: las redes neuronales artificiales, las máquinas de soporte vectorial, los árboles de decisión, los algoritmos genéticos, la regresión lineal y los clasificadores bayesianos. Cada una de estas técnicas tiene áreas de aplicación donde sus resultados son más precisos, sensibles y exactos. Su empleo radica en el conocimiento que se tenga de cada una de ellas, así como en los escenarios donde es mejor la aplicación de una u otra por sus características (Hulsen, Jamuar, Moody, Karnes, Varga & McKinney, 2019; Valencia-Moreno, López, Pérez, Rodríguez & Xochihua, 2020).

La medicina ha avanzado a pasos agigantados en las últimas décadas, sin embargo, siguen existiendo complejos retos. El sector de la salud no ha estado ajeno a este fenómeno del aprendizaje automático, con un volumen de datos generados a diario muy grande y en crecimiento, catalogado como exponencial. La incorporación progresiva de técnicas de aprendizaje automático a las aplicaciones informáticas de las instituciones de salud le ha propiciado a los médicos una toma de decisiones más efectiva, en menor tiempo y con menos esfuerzo y utilización de recursos (Beam & Kohane, 2018; Hulsen et al., 2019; Pérez, Sentí, Valdés & Pérez, 2017). En tal sentido, diversos autores como Rajkomar & Kohane (2019), Sidey-Gibbons & Sidey-Gibbons (2019) y Valencia-Moreno et al. (2020) han aseverado que con la utilización de técnicas de aprendizaje automático se puede lograr un desempeño superior.

Desde una posición tecnológica el empleo de técnicas de aprendizaje automático posibilita un mayor rendimiento, capacidad para explicar un diagnóstico, transparencia del conocimiento adquirido, manejo de valores perdidos y ruido, así como la reducción del volumen de datos con los que se cuenta (Hutter, Kotthoff & Vanschoren, 2019; Kumar, Boehm & Yang, 2017). De igual manera, desde el punto de vista médico la utilización de técnicas de aprendizaje automático favorece la interpretación de estudios radiológicos asistidos por computadora, tiene una alta capacidad para la prevención de enfermedades y alta probabilidad para predecir sucesos anómalos. Además, se ha constatado su alto grado de precisión en la detección de padecimientos y patrones en los datos (Chen, Hao, Hwang, Wang & Wang, 2017). Todo lo anterior hace acreedor a estos tipos de técnicas de inteligencia artificial de una atención más personalizada para cada paciente y mayor velocidad en la toma de decisiones.

Las técnicas de aprendizaje automático aprenden de los datos con los que se entrenan y prueban. Pueden alertar cuándo un paciente sufre determinada enfermedad, a partir de la aparición de diversas condiciones que establecen patrones de comportamiento. Es por ello que avisará ante la ocurrencia de tales condiciones, agilizando la toma de decisiones clínicas (Gibbons et al., 2017; Lakhani & Sundaram, 2017). De esta manera, puede ayudar a los especialistas de la salud a poder comenzar a tratar los síntomas de una enfermedad cuanto antes, a veces incluso antes de que llegue a manifestarse.

En este contexto, las técnicas de clasificación son muy utilizadas, asemejándose mucho al razonamiento del médico. Permiten identificar características en los datos y agrupar aquellos que sean semejantes en clases, donde la solución dada será una clase. Algunos ejemplos del uso de la clasificación son: ¿tiene fiebre? [Sí, No], ¿tipo de tumor? [Maligno, Benigno], ¿es este comportamiento una anomalía? [Sí, No], ¿el paciente evidencia síntomas de ansiedad? [Sí, No], entre otros.

1.1. Antecedentes

El cáncer cervicouterino es uno de los tipos de cáncer más comunes entre las mujeres en todo el mundo. Esto lo convierte en un importante problema de salud pública en la sociedad actual. El diagnóstico precoz de cáncer cervicouterino puede mejorar significativamente el pronóstico y la posibilidad de supervivencia, ya que puede promover el tratamiento clínico oportuno para los pacientes. Una clasificación más precisa de los tumores benignos puede evitar que los pacientes se sometan a tratamientos innecesarios. Por lo tanto, el diagnóstico correcto de esta dolencia y la clasificación de pacientes en grupos malignos o benignos es objeto de mucha investigación (Castro, Valarezo & Fernando, 2018; Dixit, 2017; Manzano, Castro, Luna & Audisio, 2018; OMS, 2019).

Como parte de los antecedentes de la investigación, se realizó un diagnóstico del estado actual de la aplicación de técnicas de aprendizaje automático a nivel mundial como soporte al diagnóstico del cáncer cervicouterino. Se tuvo en cuenta las necesidades existentes para una mejor atención médica de los pacientes, en menor tiempo y gasto de recursos, así como con mayor calidad. Las técnicas de aprendizaje automático han sido una solución desde el área de aplicación de las tecnologías de la información a esta

problemática tan compleja de la prevención y diagnóstico oportuno de la enfermedad. A continuación, en la Figura 1 se muestra un análisis bibliométrico realizado en la *Web of Sciences* para el periodo 2017-2021 por los términos: *machine learning* y *cervical cancer*, el cual arrojó 138 resultados.

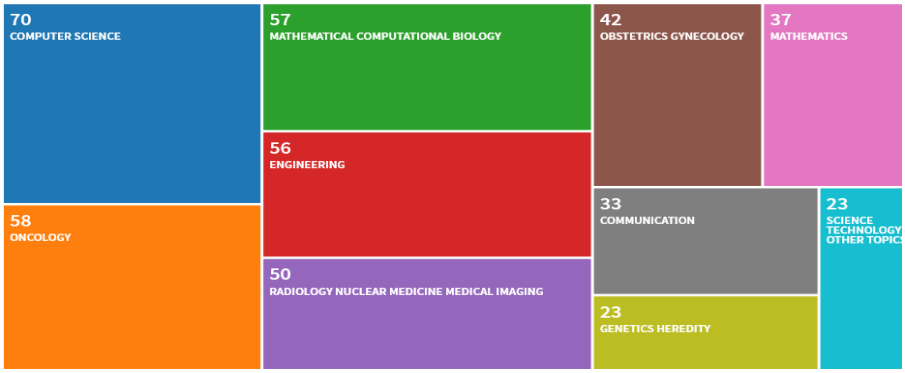


Figura 1 – Resumen del análisis de los artículos para cáncer cervicouterino. Fuente: elaboración propia con datos obtenidos de *Clarivate Analytics*.

El análisis realizado mostró que 77 manuscritos fueron publicados entre 2020 y 2021, lo que representa el 55.79% de los 138 artículos reportados para el periodo 2017-2021. El 65.94% de los artículos escritos en esta área responden a autores asiáticos (91 artículos), liderados por la República Popular China (65 artículos), La India (13 artículos), Japón (7 artículos) y Corea del Sur (6 artículos). Como segunda área geográfica de publicación de artículos sobre aplicación de técnicas de *machine learning* para el tratamiento del cáncer cervicouterino se sitúa Norteamérica, donde EEUU ha publicado 29 artículos y Canadá 6 artículos, para un 25.36%. Los principales autores son Chen Li (*Huazhong University of Science & Technology*) y Kevin Albuquerque (Universidad de Dallas, Texas, EEUU) con tres artículos publicados en la temática. Finalmente, el 100% de estos artículos ha sido escrito en idioma inglés.

En los análisis preliminares realizados, como evidencian Joza & López (2018), Pérez, Ruiz, Morales, Pérez, Salabarría & Labrada (2018) y Santana-Martínez et al. (2018), el cáncer cervicouterino es considerado un problema a nivel mundial y sigue siendo importante entre los más frecuente en las mujeres. Se ha considerado que, debido al acceso limitado a los servicios de detección y tratamiento, la gran mayoría de las defunciones ocurre entre mujeres que viven en países de ingresos bajos y medianos. Considerando además el aumento de la mortalidad prematura por este tipo de cáncer en mujeres de 15 a 44 años, se requiere urgentemente un profundo análisis por parte de los gobiernos, según la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2019).

En el análisis bibliométrico se aprecia que el cáncer cervicouterino es el segundo tipo de cáncer más frecuente en las mujeres, tanto en los países desarrollados como en los países en desarrollo (Joza & López, 2018; Lu, Song, Ghoneim & Alrashoud, 2020;

Santana-Martínez et al., 2018). En la actualidad se conoce que su incidencia está aumentando, debido a la mayor esperanza de vida, el aumento de la urbanización y la adopción de modos de vida occidentales. En los países de ingresos bajos y medios, el diagnóstico es un problema ya que se hace en fases muy avanzadas (OMS, 2019). En este sentido, el potencial informativo de la medicina de precisión para la toma de decisiones clínicas se basa en la calidad de los datos obtenidos de pacientes. El empleo de técnicas de aprendizaje automático para abordar esta problemática es pertinente, debido a que en esa dirección es en que se mueven hoy las principales investigaciones en el área (Azencott, 2018; Doshi et al., 2018; Pinker et al., 2018; Hulsen et al., 2019). En este contexto, su utilización no solo previene y mejora el diagnóstico en la detección precoz del cáncer, sino que también facilita la reducción de los errores médicos.

Según plantea el Dr. Carlos Maracay González, cirujano oncólogo del Instituto Oncológico de Solca en Guayaquil, Ecuador, hace algunos años no era muy común observar casos de cáncer de mama o cervicouterino en mujeres antes de los 40 años. Sin embargo, las estadísticas actuales revelan que existen casos que van desde los 30 hasta los 65 años. De igual manera, como se muestra en la Figura 2, el cáncer cervicouterino es el segundo de mayor incidencia, solo superado por el cáncer de mama. Dicha estadística es similar a muchos países en Latinoamérica como Colombia, Costa Rica, Ecuador, México y Venezuela (Pérez et al., 2018).

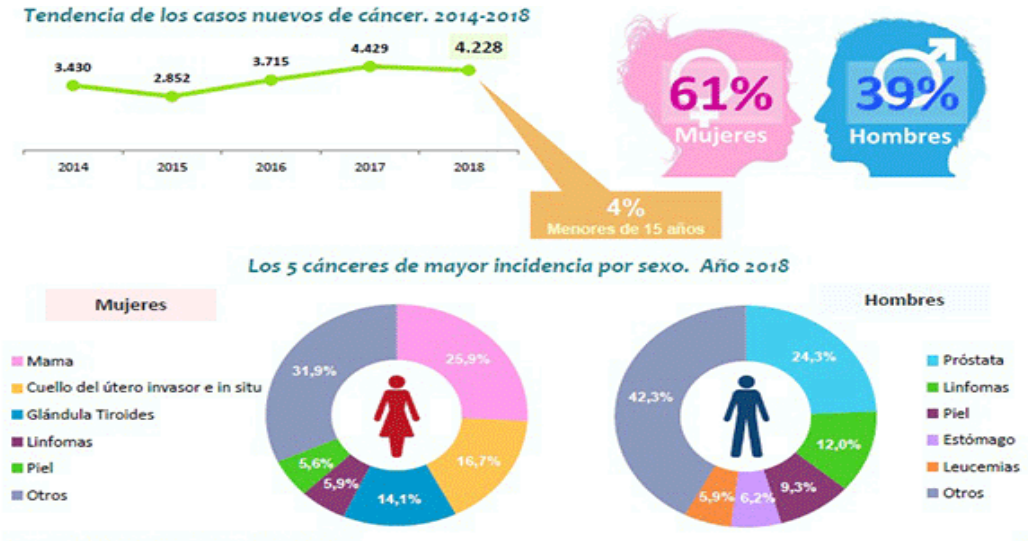


Figura 2 – Incidencia de cáncer en SOLCA, Guayaquil. Periodo 2014-2018.
Fuente: (González, 2019).

Teniendo en cuenta la situación anterior, el objetivo de la investigación es validar los principales factores condicionantes del cáncer cervicouterino, por medio de una evaluación cuantitativa con métodos estadísticos, que permita el empleo efectivo de técnicas de aprendizaje automático para el diagnóstico y tratamiento de esta dolencia.

2. Metodología

La metodología seguida se basa en un enfoque mixto, cualitativo y cuantitativo. Se realizó un estudio observacional-descriptivo y explicativo para poder determinar las principales variables que tienen una alta incidencia en la ocurrencia del cáncer cervicouterino. Posteriormente se llevaron a cabo cuatro etapas para la ejecución ordenada del estudio.

- **Etapa 1.** Jueceo de expertos al cuestionario desarrollado, para evaluar si mide con suficiencia, claridad, coherencia y relevancia las variables objeto de análisis (datos generales requeridos, factores anatomo-patológicos-hereditarios y factores de riesgo).
- **Etapa 2.** Aplicación del cuestionario a profesionales de la salud y oncólogos de Ecuador, Cuba y México.
- **Etapa 3.** Determinación de la fiabilidad del cuestionario aplicado por medio del coeficiente Alfa de Cronbach.
- **Etapa 4.** Análisis de la validez de constructo del cuestionario, mediante un Análisis Factorial Exploratorio.

La investigación es no experimental, con alcance explicativo. Fue realizada entre octubre de 2020 y marzo de 2021. El tipo de muestreo es no probabilístico. La muestra no es representativa de la población. La actualidad de las referencias consultadas fue del 90.32% para el periodo 2017-2021. Se aplicó un cuestionario desarrollado como parte de la investigación a 31 profesionales de la salud y especialistas oncólogos de Cuba, México y Ecuador para la identificación de las variables antes abordadas.

El objetivo de la investigación es validar los principales factores condicionantes del cáncer cervicouterino, por medio de una evaluación cuantitativa con métodos estadísticos, que permita el empleo efectivo de técnicas de aprendizaje automático para el diagnóstico y tratamiento de esta dolencia.

La hipótesis que guía la investigación se fundamenta en: mientras mayor sea la tenencia de datos de pacientes, relacionados con las principales variables que tienen una alta incidencia en la ocurrencia del cáncer cervicouterino (variables definidas y validadas en el contexto de la investigación), mejor será la probabilidad de llevar a cabo una adecuada prevención y diagnóstico de la enfermedad en etapas iniciales.

En la Tabla 1 se ubican cada una de las variables tenidas en cuenta en la recopilación de datos, para posibilitar un análisis más efectivo de la información, para el posterior diseño e implementación de un modelo computacional basado en técnicas de aprendizaje automático. Se aplicó un cuestionario a profesionales de la salud y oncólogos de experiencia en Ecuador, México y Cuba. Asimismo, fue tenido en cuenta el amplio análisis documental realizado en el área de conocimiento objeto de análisis.

La Tabla 1 aborda los datos de pacientes, los factores anatomo-patológicos-hereditarios y los factores de riesgo que se consideran imprescindibles a ser recogidos en bases de datos para un efectivo diagnóstico y tratamiento del cáncer cervicouterino.

Clasificación de la variable	Variable incluida (cáncer cervicouterino)
Datos del paciente	Edad (Años)
	Raza
	Menarquia (Años)
	Menopausia (Años)
	Número de biopsias realizadas
	Fecha de diagnóstico
Factores anatomo-patológicos-hereditarios	Familiares positivos de primer grado con cáncer de cervicouterino
	Clasificación CIN (lesiones precursoras del cáncer)
	Clasificación histológica
	Clasificación de FIGO
Factores de riesgo	Edad de inicio de relaciones sexuales
	Promiscuidad sexual (Número de parejas sexuales)
	Número de partos
	Enfermedades genitales que padece
	Sistema inmunológico deprimido
	Sangrado leve entre las menstruaciones
	Sangramiento después del coito
	Dolor al mantener relaciones sexuales
	Sangrado menstrual más largo y abundante de lo normal
	Sangramiento después de la menopausia
	Aumento de secreción vaginal
	Uso de anticonceptivos orales
	Enfermedades que padece
	Índice de Masa Corporal (IMC)
	Ejercicio físico semanal (cantidad de días)

Tabla 1 – Factores anatomo-patológicos-hereditarios y factores de riesgo abordados para cáncer cervicouterino. Fuente: (Castro et al., 2018; OMS, 2017; OMS, 2019).

A continuación se muestran la encuesta diseñada y aplicada a profesionales de la salud y especialistas de oncología para conocer las variables que influyen negativamente y para la detección de cáncer cervicouterino.

Encuesta. Aplicada a profesionales de la salud para conocer las variables que influyen negativamente y para la detección de cáncer cervicouterino en la mujer.

Estimado profesional:

El presente cuestionario forma parte de un proyecto de investigación que tiene como objetivo: Desarrollar un modelo computacional de aprendizaje automático como soporte al diagnóstico oportuno del cáncer cervicouterino. Solicitamos su colaboración para darle respuesta, le pedimos que responda con sinceridad, basado en su percepción de la enfermedad, basado en su experiencia profesional en la atención a pacientes con esta dolencia.

SECCIÓN 1. Datos generales del encuestado:

Institución hospitalaria donde labora _____

País: _____

Años de experiencia profesional vinculados al tratamiento de pacientes oncológicos: ____

Marque la casilla que, de acuerdo con su criterio, se corresponde con cada afirmación que se le presenta. Utilice la siguiente escala de evaluación:

3 = Totalmente de acuerdo; 2 = De acuerdo;

1 = En desacuerdo; 0 = Totalmente en desacuerdo.

SECCIÓN 1 – Sobre los datos generales del paciente que se consideran requeridos:

DATOS GENERALES

No.	Sobre los datos generales del paciente, requeridos en el proceso de atención oncológica, para propiciar una mejor atención y diagnóstico de la enfermedad, responda:	Totalmente de <= Acuerdo		Totalmente en desacuerdo =>	
		3	2	1	0
1	Conocer la edad del paciente se considera imprescindible, ya que impacta en un mejor análisis de otros datos de factores anatomo-patológicos-hereditarios y factores de riesgo				
2	Conocer la raza del paciente, cuando se trata de prevalencia de cáncer, es fundamental				
3	Conocer a qué edad la paciente tuvo la menarquía es una de las variables fundamentales en la evaluación del paciente y en un posible diagnóstico de cáncer cervicouterino				
4	Conocer a qué edad la paciente tuvo la menopausia es igualmente importante en el diagnóstico y tratamiento del cáncer cervicouterino				
5	Conocer el número de biopsias realizadas hasta la detección del cáncer cervicouterino es necesario				
6	Conocer la fecha del posible diagnóstico de la enfermedad le posibilita al especialista la determinación de un mejor diagnóstico y tratamiento de la enfermedad				

SECCIÓN 2 – Sobre los factores anatomo-patológicos-hereditarios que se consideran requeridos:

FACTORES ANATOMO-PATOLÓGICOS-HEREDITARIOS

No.	Sobre los factores anatomo-patológicos-hereditarios del paciente, requeridos en el proceso de atención oncológica, para propiciar una mejor atención y diagnóstico de la enfermedad, responda:	Totalmente de <= Acuerdo		Totalmente en desacuerdo =>	
		3	2	1	0
7	Conocer los familiares positivos de primer grado con cáncer cervicouterino es un factor altamente importante en el diagnóstico de este tipo de cáncer				
8	Conocer la clasificación CIN (lesiones precursoras del cáncer) del paciente es determinante en el diagnóstico y tratamiento del cáncer cervicouterino				
9	Conocer la clasificación histológica del paciente es muy importante en el diagnóstico y tratamiento del cáncer cervicouterino				
10	Conocer la clasificación FIGO del paciente es muy importante en el diagnóstico y tratamiento del cáncer cervicouterino				

SECCIÓN 3 – Sobre los factores de riesgo del paciente que se consideran requeridos:

FACTORES DE RIESGO

No.	Sobre los factores de riesgo del paciente, requeridos en el proceso de atención oncológica, para propiciar una mejor atención y diagnóstico de la enfermedad, responda:	Totalmente de <= Acuerdo		Totalmente en desacuerdo =>	
		3	2	1	0
11	Conocer la edad en que el paciente tuvo su primera relación sexual es un elemento importante en el diagnóstico y tratamiento del cáncer cervicouterino				
12	Conocer los detalles en cuanto al grado de promiscuidad sexual del paciente (número de parejas sexuales activas), es un elemento importante en el diagnóstico y tratamiento del cáncer cervicouterino				
13	Conocer el número de partos que ha tenido el paciente es un aspecto importante en el diagnóstico y tratamiento del cáncer cervicouterino				
14	Conocer las enfermedades genitales que padece el paciente es un elemento importante en el diagnóstico y tratamiento del cáncer cervicouterino				
15	Conocer si el paciente tiene un sistema inmunológico deprimido es un factor de riesgo importante en el diagnóstico y tratamiento del cáncer cervicouterino				
16	Conocer si el paciente tiene sangrado leve entre las menstruaciones es un elemento importante en el diagnóstico y tratamiento del cáncer cervicouterino				
17	Conocer si el paciente tiene sangramiento después del coito es un elemento importante en el diagnóstico y tratamiento del cáncer cervicouterino				

No.	Sobre los factores de riesgo del paciente, requeridos en el proceso de atención oncológica, para propiciar una mejor atención y diagnóstico de la enfermedad, responda:	Totalmente de <= Acuerdo		Totalmente en desacuerdo =>	
		3	2	1	0
18	Conocer si el paciente tiene dolor al mantener relaciones sexuales es un elemento importante en el diagnóstico y tratamiento del cáncer cervicouterino				
19	Conocer si el paciente tiene un sangrado menstrual más largo y abundante de lo normal es un elemento importante en el diagnóstico y tratamiento del cáncer cervicouterino				
20	Conocer si el paciente tiene sangramiento después de la menopausia es un elemento importante en el diagnóstico y tratamiento del cáncer cervicouterino				
21	Conocer si el paciente evidencia un aumento de la secreción vaginal es un elemento importante en el diagnóstico y tratamiento del cáncer cervicouterino				
22	Conocer si el paciente usa habitualmente anticonceptivos orales es un elemento importante en el diagnóstico y tratamiento del cáncer cervicouterino				
23	Conocer las enfermedades que padece el paciente es importante en el diagnóstico y tratamiento del cáncer cervicouterino, por las complicaciones y comorbilidades que pueda tener asociadas, así como su polifarmacia				
24	Conocer el Índice de Masa Corporal (IMC) del paciente es un elemento importante en el diagnóstico y tratamiento del cáncer cervicouterino				
25	Conocer la frecuencia en que el paciente realiza ejercicio físico a la semana es igualmente importante en el diagnóstico y tratamiento del cáncer cervicouterino				
26	Conocer los niveles de consumo de alcohol por parte del paciente es un elemento importante en el diagnóstico y tratamiento del cáncer cervicouterino				
27	Conocer los hábitos de tabaquismo del paciente es un elemento importante en el diagnóstico y tratamiento del cáncer cervicouterino				

3. Resultados

Etapa 1. Jueceo de expertos al cuestionario desarrollado, para evaluar si mide con suficiencia, claridad, coherencia y relevancia las variables objeto de análisis (datos generales requeridos, factores anatomo-patológicos-hereditarios y factores de riesgo).

Luego de definidas las preguntas, se sometió el contenido a validación de expertos. La validación mediante expertos constituye un método de validación útil y muy empleado para verificar la fiabilidad de un instrumento, en el cual participan personas con trayectoria y reconocimiento comprobado en un tema, por lo cual pueden emitir juicios y valoraciones que se constituyen como válidas. Se utilizó el modelo cuantitativo para

dictaminar la validez de contenidos propuesto por Escobar-Pérez & Cuervo-Martínez (2008), como se muestra en la Tabla 2.

CATEGORÍA	CALIFICACIÓN	INDICADOR
SUFICIENCIA Los ítems que pertenecen a una misma dimensión bastan para obtener la medición de ésta.	No cumple con el criterio	Los ítems no son suficientes para medir la dimensión.
	Bajo Nivel	Los ítems miden algún aspecto de la dimensión pero no corresponden con la dimensión total.
	Moderado nivel	Se deben incrementar algunos ítems para poder evaluar la dimensión completamente.
	Alto nivel	Los ítems son suficientes.
CLARIDAD El ítem se comprende fácilmente, es decir, su sintaxis y semántica son adecuadas.	No cumple con el criterio	El ítem no es claro.
	Bajo Nivel	El ítem requiere bastantes modificaciones o una modificación muy grande en el uso de las palabras de acuerdo con su significado o por el orden de las mismas.
	Moderado nivel	Se requiere una modificación muy específica de algunos de los términos del ítem.
	Alto nivel	El ítem es claro, tiene semántica y sintaxis adecuada.
COHERENCIA El ítem tiene relación lógica con la dimensión o indicador que está midiendo.	No cumple con el criterio	El ítem no tiene relación lógica con la dimensión.
	Bajo Nivel	El ítem tiene una relación tangencial con la dimensión.
	Moderado nivel	El ítem tiene una relación moderada con la dimensión que está midiendo.
	Alto nivel	El ítem se encuentra completamente relacionado con la dimensión que está midiendo.
RELEVANCIA El ítem es esencial e importante, es decir, debe ser incluido	No cumple con el criterio	El ítem puede ser eliminado sin que se vea afectada la medición de la dimensión.
	Bajo Nivel	El ítem tiene alguna relevancia, pero otro ítem puede estar incluyendo lo que mide éste.
	Moderado nivel	El ítem es relativamente importante.
	Alto nivel	El ítem es muy relevante y debe ser incluido.

Tabla 2 – Modelo cuantitativo para dictaminar la validez del contenido.
Fuente: (Escobar-Pérez & Cuervo-Martínez, 2008; p. 35).

Se seleccionaron nueve expertos, quienes se desempeñan y/o investigan en ciencias de la salud y oncología. Los expertos tienen un promedio de 23 años de experiencia. Tres son doctores en ciencias de la salud y los nueve son especialistas en oncología. Teniendo en cuenta la cantidad de expertos seleccionados, se utilizó la modificación al modelo de Lawshe, propuesta por Tristán-López (2008), para realizar el dictamen cuantitativo de la validez de contenidos del cuestionario. El mismo supera las limitaciones del modelo de Lawshe, en cuanto a la necesidad de contar con un gran número de expertos para poder

aplicar su modelo. Las fórmulas de Razón de Validez de Contenido (CVR, por sus siglas en inglés: Content Validity Ratio), la modificación al CVR (CVR') y el Índice de Validez de Contenidos (CVI, por sus siglas en inglés: Content Validity Index), se muestran a continuación (Tristán-López, 2008):

$$CVR = \frac{n_e - \frac{N}{2}}{\frac{N}{2}}$$

$$CVR' = \frac{CVR + 1}{2}$$

$$CVI = \frac{\sum_{i=1}^{M} CVR_i}{M}$$

Donde: n_e es el número de expertos que tienen acuerdo en la categoría esencial (4)

N es el número total de expertos

CRV_i es el CVR de los ítems aceptables de acuerdo con el criterio de Lawshe

M es el total de ítems aceptables de la prueba

Seguidamente, se calculan cada uno de los valores de CVR y CVR' para cada una de las 27 preguntas del cuestionario. Por último, se calcula el valor de CVI, el cual debe interpretarse como la concordancia entre la suficiencia, la claridad, la coherencia y la relevancia solicitada en un dominio específico. El CVI puede calcularse también como el promedio de los valores de CVR' aceptables. En la Tabla 3 se observan los valores mínimos a obtenerse para que se consideren aceptables los ítems, según la cantidad de expertos empleada. En el caso de la investigación es: CRV =0.33 y CRV`=0.66.

Experto	Acuerdo en "Esencial" (4)	No acuerdos	CVR	CVR'
2	2	0	1.00	1.00
3	2	1	0.33	0.67
4	3	1	0.50	0.75
5	3	2	0.20	0.60
6	4	2	0.33	0.67
7	5	2	0.43	0.71
8	5	3	0.25	062
9	6	3	0.33	0.66

Tabla 3 – Valores de CVR' mínimos. Fuente: elaboración propia con datos obtenidos y modificados de Tristán-López, 2008; p. 43.

Una vez procesados los resultados, se arroja que todas las preguntas analizadas en el cuestionario obtuvieron un CRV =0.33 y CRV`=0.66. En la Tabla 4 se muestra el índice de validez de contenidos obtenido para el cuestionario.

Variable	Ítem	Claridad		Coherencia		Relevancia		Conclusión
		CVR	CVR'	CVR	CVR'	CVR	CVR'	
Datos generales del paciente		0,43	0,71	0,71	0,86	0,43	0,71	Aceptable
		0,43	0,71	0,71	0,86	0,43	0,71	Aceptable
		0,71	0,86	0,43	0,71	0,71	0,86	Aceptable
		0,71	0,86	0,43	0,71	0,71	0,86	Aceptable
		0,71	0,86	0,71	0,86	0,71	0,86	Aceptable
		0,43	0,71	0,71	0,86	0,43	0,71	Aceptable
Factores anatomo-patológicos-hereditarios		0,71	0,86	0,43	0,71	1,00	1,00	Aceptable
		0,43	0,71	0,43	0,71	0,71	0,86	Aceptable
		0,43	0,71	0,71	0,86	0,43	0,71	Aceptable
		0,43	0,71	0,43	0,71	0,43	0,71	Aceptable
Factores de riesgo		0,71	0,86	0,71	0,86	0,71	0,86	Aceptable
		0,43	0,71	0,43	0,71	0,43	0,71	Aceptable
		0,43	0,71	0,43	0,71	0,43	0,71	Aceptable
		0,43	0,71	0,43	0,71	0,71	0,86	Aceptable
		0,43	0,71	0,43	0,71	0,71	0,86	Aceptable
		0,71	0,86	0,43	0,71	0,43	0,71	Aceptable
		0,43	0,71	0,43	0,71	0,71	0,86	Aceptable
		0,71	0,86	0,43	0,71	0,43	0,71	Aceptable
		0,43	0,71	0,71	0,86	1,00	1,00	Aceptable
		0,71	0,86	0,43	0,71	0,43	0,71	Aceptable
		0,71	0,86	0,71	0,86	0,43	0,71	Aceptable
		0,43	0,71	0,71	0,86	0,43	0,71	Aceptable
		0,43	0,71	0,71	0,86	0,71	0,86	Aceptable
		0,71	0,86	0,43	0,71	0,43	0,71	Aceptable
		0,71	0,86	0,71	0,86	0,71	0,86	Aceptable
		0,71	0,86	0,43	0,71	0,43	0,71	Aceptable
		0,71	0,86	0,71	0,86	0,43	0,71	Aceptable

Tabla 4 – Índice de validez de contenidos obtenido en el cuestionario sobre cáncer cervicouterino. Fuente: elaboración propia.

La suma del valor de CVR' de las 27 preguntas es de 21.25, mientras que el valor del CVI=0.7870. Teniendo en cuenta tales cálculos se puede concluir que el Índice de Validez de Contenidos es aceptable al mostrar valores superiores a 0.61, de acuerdo con Tristán-López (2008).

Etapa 2. Aplicación del cuestionario a profesionales de la salud y oncólogos de Ecuador, Cuba y México.

La aplicación del cuestionario a profesionales de la salud y oncólogos de Ecuador, Cuba y México se llevó a cabo por medio de una estrategia, compuesta por cuatro aspectos, los cuales fueron:

- **El procedimiento:** comprende las acciones realizadas para la aplicación del cuestionario, las condiciones que se tuvieron en cuenta y la vía mediante la cual se estableció el contaco con los participantes.
- **El diseño del intrumento:** aborda la estructura de los instrumentos de medición diseñados, la cantidad de preguntas y escalas de medida empleadas, así como su origen.
- **El escenario de aplicación:** describe la vía de administración de los instrumentos de medición a los encuestados, así como los aspectos relevantes tenidos en cuenta en su aplicación, para que no afecten en mayor medida en la calidad de la información obtenida.
- **Los participantes objetivos:** indica el número de encuestados y las principales características de los mismos. Además, incluye los criterios de inclusión o exclusión que fueron incorporados para una adecuada aplicación de la investigación.

En la aplicación del cuestionario no se tuvieron criterios restrictivos. Fue aplicado a profesionales de la salud y oncólogos con una elevada experiencia tratando el cáncer cervicouterino. En el diseño de la aplicación del instrumento se tuvo en consideración la situación epidemiológica existente, producto del COVID-19 y las restricciones que imposibilitan el contacto físico en las instituciones de salud. El cuestionario fue automatizado, utilizando el software de administración de encuestas Google Forms y distribuido entre las personas mediante el correo electrónico.

El cuestionario relacionado con cáncer cervicouterino tiene 27 preguntas. Todas las preguntas son cerradas y medidas en escala nominal, por medio de la escala de Likert de 4 elementos (Muy de acuerdo, De acuerdo, En desacuerdo y Completamente en desacuerdo). En cuanto al tipo de respuesta, de acuerdo a la naturaleza de las variables cualitativas, todas son politómicas o de selección múltiple. Finalmente, el cuestionario de cáncer cervicouterino fue respondido por 31 profesionales.

Etapa 3. Determinación de la fiabilidad del cuestionario aplicado por medio del coeficiente Alfa de Cronbach.

A continuación se lleva a cabo el análisis de confiabilidad de los instrumentos de medición empleados. Se utiliza el coeficiente Alfa de Cronbach, pudiendo observarse los valores obtenidos en la Tabla 5. En primer lugar se calcula la confiabilidad por cada una de las dimensiones de las variables utilizadas (datos generales, factores anatomo-patológicos-hereditarios y factores de riesgo). Posteriormente, se calcula la confiabilidad final de los instrumentos.

Los valores de confiabilidad arrojados en cada uno de los casos son superiores a 0.7 e inferiores a 0.9, siendo muy buenos, lo cual evidencia la adecuada fiabilidad de los

instrumentos. La existencia de valores de confiabilidad en estos rangos descarta la existencia de redundancia de información y avalan la consistencia de los instrumentos (Sampieri, Collado & Lucio, 2014). El cálculo de confiabilidad por cada una de las variables en la agrupación de las preguntas muestra resultados igualmente confiables.

Dimensión/Instrumento	Alfa de Cronbach	N de elementos
Datos generales	,843	**6**
Factores anatomo-patológicos-hereditarios	,878	**4**
Factores de riesgo	,814	**17**
Instrumento	**,857**	**27**

Tabla 5 – Resumen estadístico de fiabilidad por variables y total del instrumento aplicado. Fuente: elaboración propia con datos obtenidos del paquete estadístico IBM SPSS Statistics versión 22.

Etapa 4. Análisis de la validez de constructo del cuestionario, mediante un Análisis Factorial Exploratorio.

El análisis factorial exploratorio (AFE), como técnica estadística de reducción de datos y dimensionalidad, posibilita explicar las correlaciones que se establecen entre las variables observadas, a partir de un menor número de variables que se definen como factores. Permite establecer relaciones de variables a partir de su alta correlación, identificando grupos de variables independientes entre sí. Se emplea el AFE para evaluar la validez de constructo.

Se aplicó la medida Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) de adecuación del muestreo, la cual evalua el grado de correlación entre variables, índice que oscila entre 0 y 1. Valores superiores a 0.70 evidencian una correlación fuerte, siendo adecuada la aplicación del AFE. En cambio, valores inferiores evidencian una correlación débil, no siendo aplicable un AFE. Como se muestra en la Tabla 6, se obtuvo valores que evidencian una alta correlación. Luego se aplicó la prueba de esfericidad de Bartlett, en la cual se determina si las correlaciones entre variables son significativas, para lo cual el estadístico chi-cuadrado debe arrojar valores inferiores a 0,05 con un 95 % de confianza, para lo cual el estudio es adecuado. Los resultados obtenidos son significativos. Todo lo anterior hace indicar que al cuestionario se les puede aplicar la técnica de AFE de manera apropiada.

Prueba de KMO y Bartlett		
Medida Kaiser-Meyer-Olkin de adecuación de muestreo		,878
Prueba de esfericidad de Bartlett	Aprox. Chi-cuadrado	6789,754
	gl	176
	Sig.	,000

Tabla 6 – Prueba KMO y esfericidad de Bartlett. Cuestionario relacionado con cáncer cervicouterino. Fuente: elaboración propia con datos obtenidos del paquete estadístico IBM SPSS Statistics versión 22.

Para la determinación de los factores se aplicó el método de análisis de componentes principales (PCA, por sus siglas en inglés). Los factores a extraer deben tener autovalores iniciales superiores a 1 y la varianza total explicada debe ser superior al 50 %, para que su ejecución sea buena. Los resultados mostrados en la Tabla 7 son adecuados en cuanto al número de factores extraídos, todos con autovalores superiores a 1.

Los factores extraídos explican el 74.68 % de la varianza total, siendo muy buenos. Finalmente, todas las variables constituyen los factores extraídos. Adicionalmente, todas las preguntas permanecen en los instrumentos, las cuales tienen cargas factoriales superiores a 0.50, siendo buenos en análisis exploratorios. De esta manera se valida teóricamente de manera correcta los instrumentos cuantitativo de medición, así como la información obtenida, siendo fiable. La información de pacientes recabada será útil para el desarrollo del modelo computacional de aprendizaje automático como soporte al diagnóstico oportuno de cáncer cervicouterino.

Componente	Autovalores iniciales			Sumas de extracción de cargas al cuadrado		
	Total	% de varianza	% acumulado	Total	% de varianza	% acumulado
1	8,165	30,240	30,240	8,165	30,240	30,240
2	6,392	23,674	53,914	6,392	23,674	53,914
3	5.608	20,770	74,684	5.608	20,770	74,684
4	1,079	3,997	78,681			
5	1,022	3,786	82,467			
6	,806	2,986	85,453			
7	,679	2,516	87,969			
8	,623	2,306	90,275			
9	,590	2,184	92,458			
10	,480	1,778	94,236			
11	,304	1,124	95,361			
12	,287	1,065	96,426			
13	,201	,745	97,171			
14	,167	,618	97,789			
15	,151	,558	98,346			
16	,120	,444	98,791			
17	,098	,361	99,152			
18	,063	,233	99,385			
19	,049	,180	99,565			
20	,042	,154	99,720			
21	,031	,113	99,833			
22	,019	,071	99,905			
23	,014	,051	99,956			
24	,007	,026	99,982			
25	,003	,012	99,994			
26	,002	,004	99,998			
27	,001	,002	100,000			

Tabla 7 – AFE mediante el análisis de componentes principales. Cuestionario relacionado con cáncer cervicouterino. Fuente: elaboración propia con datos obtenidos del paquete estadístico IBM SPSS Statistics versión 22.

5. Discusión

Según la OMS, el cáncer es en gran medida evitable. Muchos cánceres se pueden prevenir y otros se pueden detectar en las primeras fases de su desarrollo, ser tratados y curados. Incluso en etapas avanzadas del cáncer, se puede enlentecer su progresión (OMS, 2017). Para ello, es fundamental la etapa en la que se diagnostica la enfermedad, pues de eso dependerá la evolución y calidad de vida del paciente. En este sentido un elemento esencial a conocer son los principales factores que se evidencian en la persona, para que se pueda realizar un análisis de datos personalizado y efectivo en su detección. Con tal orientación es que se realiza el presente trabajo, dirigido a la prevención de la enfermedad y en la alerta de aquellos factores que si se modifican pueden mejorar considerablemente la calidad de vida de la población.

Todo lo anterior se une a que el cáncer cervicouterino, aun cuando sigue siendo una de las neoplasias ginecológicas más prevalentes en todo el mundo, es una enfermedad altamente prevenible. La detección temprana representa la estrategia más efectiva para minimizar la carga global del cáncer cervical (). Sin embargo, debido a la escasa conciencia, la falta de acceso a los centros médicos y los procedimientos muy costosos en los países en desarrollo, las poblaciones de pacientes vulnerables no pueden permitirse el lujo de someterse a exámenes regularmente. Una vez más el análisis de datos, en un contexto globalizado y penetrado por la Cuarta Revolución Industrial puede constituir una vía eficiente de solución, por medio de la inteligencia artificial (Schwab, 2017).

Actualmente, existe un consenso en la literatura científica de que una de las medidas más efectivas para reducir la mortalidad por cáncer es la prevención (Dixit, 2017; Manzano et al., 2018; Zaorsky et al., 2017). La detección temprana y el diagnóstico en estadios iniciales mejoran el pronóstico de la enfermedad y, por ende, la calidad de vida de la paciente. Disimiles investigadores como Espinosa, Cornejo, Morán, Calle & Guevara (2017) refieren que existen varios factores que incrementan el riesgo de padecer distintos tipos de cáncer. Su naturaleza es heterogénea, pudiendo ser contribuida por factores como la predisposición genética, el consumo del tabaco, una dieta poco sana, sobrepeso y obesidad, inactividad física, la infección por ciertos patógenos, exposición a carcinógenos y una esperanza de vida más larga, entre otros (Multisectorial, 2006). Se calcula que aproximadamente un 30% de las muertes por cáncer podrían evitarse, modificando cinco factores de riesgo (OMS, 2019): el sobrepeso/obesidad, la ingesta reducida de frutas y verduras, la falta de actividad física, el consumo de alcohol y el consumo de tabaco.

En dicho contexto, marcado por la existencia de un cúmulo elevado de datos y de este tipo de estrategias como lo es la prevención, se necesitan modelos matemáticos y herramientas computacionales que gestionen y analicen este conocimiento, el cual debe estar soportado por una teoría consolidada, que sea confiable y que represente la realidad que se está modelando. El presente estudio, desde su concepción en cuatro etapas, valida la determinación de un conjunto de datos del paciente, categorizados en: generales (6), factores anatomo-patológicos-hereditarios (4) y factores de riesgo (17). Los mismos son llevados en forma de preguntas a una encuesta, para su consulta a profesionales de la salud y oncólogos con una elevada experiencia en el tratamiento de esta dolencia.

El instrumento de medición cuantitativo diseñado fue sometido a jueceo de expertos. Sus resultados fueron normalizados, arrojando un índice de validez de contenidos alto, el cual avala la aplicabilidad del cuestionario. Luego de aplicado a los profesionales de la salud y oncólogos definidos, se evaluó su confiabilidad, por medio del coeficiente Alfa de Cronbach. El mismo validó nuevamente su solidez, obteniéndose un resultado alto, sin la existencia de preguntas innecesarias que le introdujeran redundancia en las respuestas.

Para finalizar, fueron procesados los datos obtenidos, para validar que las preguntas respondidas abarcan adecuadamente cada una de las variables definidas. Es por eso que se aplica un análisis factorial exploratorio, por medio del Análisis de Componentes Principales. Los análisis factoriales exploratorios evalúan la validez de constructo para instrumentos de medición que son nuevos, o que no han sido aplicados ni validados con anterioridad. Todos los resultados obtenidos también dan resultados favorables respecto a los factores medidos, los cuales validan una vez más el cuestionario diseñado. Por tanto, la investigación constituye una guía de los datos que son imprescindibles a tener en la recogida de información de pacientes. Los mismos no son necesarios solamente si el paciente ya está enfermo. En cambio, constituye una base de conocimiento para la prevención de la enfermedad, su continua investigación y para la generación de alertas tempranas, posibilitando una mayor calidad de vida de la población.

Un elevado número de autores han abordado esta problemática desde distintos enfoques y para escenarios específicos, si bien aspectos como las condiciones demográficas, la raza y las costumbres alimenticias de las regiones influyen en los modelos computacionales desarrollados. En tal caso se encuentra la investigación desarrollada por Lu et al. (2020) quienes en su artículo presentan un enfoque novedoso para predecir el riesgo de cáncer cervicouterino, basado en un mecanismo de corrección de datos para mejorar el rendimiento de la predicción. También incluyen un módulo de asistencia genética como una estrategia opcional para mejorar la solidez de la predicción. Por otro lado, Flores & Dueñas (2019) abordan la predicción de riesgo de cáncer cervicouterino usando un modelo probabilístico basado en redes bayesianas, aplicado a 322 registros de pacientes, donde los resultados evidenciaron una tasa de éxito del 96%, así como un valor de 0.9864 en términos del indicador del área bajo la curva. Ambas investigaciones, tanto Lu et al. (2020) como Flores & Dueñas (2019) y Pérez et al. (2018), coinciden con parte de factores tenidos en cuenta en el presente estudio.

6. Conclusiones

Se puede concluir que el objetivo de la investigación fue cumplido. Mediante el análisis documental se identificaron los principales factores condicionantes del cáncer cervicouterino. Posteriormente, cada una de las variables fue validada por medio de una evaluación cuantitativa con métodos estadísticos En ellos se comprendió un jueceo de expertos en el área de conocimiento abordado, un análisis de fiabilidad empleando el coeficiente Alfa de Cronbach y un análisis factorial exploratorio, haciendo uso del Análisis de Componentes Principales, todo los cuales arrojaron valores positivos. De esta manera se validó el instrumento cuantitativo de medición aplicado a los expertos, así como la validación de las variables obtenidas, las cuales son imprescindibles para llevar

a cabo una adecuada prevención y diagnóstico de la enfermedad en etapas iniciales. Su determinación posibilitará la conformación de bases de datos de pacientes idóneas, así como el desarrollo de un modelo computacional eficiente empleando técnicas de aprendizaje automático, para la prevención del cáncer cervicouterino, así como su diagnóstico y tratamiento.

La información estadística obtenida a lo largo del estudio, así como las altas correlaciones arrojadas en el análisis factorial exploratorio, donde todos los factores tienen cargas factoriales superiores a 0.5, demuestran el cumplimiento de la hipótesis de investigación. Mientras mayor sea la tenencia de datos de pacientes, relacionados con las principales variables que tienen una alta incidencia en la ocurrencia del cáncer cervicouterino (variables definidas y validadas en el contexto de la investigación), mejor será la probabilidad de llevar a cabo una adecuada prevención y diagnóstico de la enfermedad en etapas iniciales.

La principal limitación del estudio lo constituye el escenario de aplicación, el cual utiliza una muestra que no es representativa de la población objeto de estudio. De esta manera, los resultados no pueden ser generalizables a toda la población. No obstante, se considera que la misma puede ser empleada como un referente válido y actualizado en el análisis de la temática, por la profundidad y la amplitud dada en los análisis realizados. La misma se encuentra en constante evolución, en la cual influye cada uno de las variables tenidas en cuenta, contextualizadas a las condiciones demográficas de cada región, así como a las costumbres, hábitos alimenticios y estilos de vida.

Se considera que los trabajos futuros en esta área de conocimiento deben estar relacionados con el análisis de cada una de las variables validadas en el estudio, pero contextualizadas a poblaciones específicas donde se cuenta con un gran cúmulo de datos. Asimismo, deben emplearse técnicas de aprendizaje automático y evaluar su precisión, sensibilidad, efectividad, exactitud y especificidad en las predicciones realizadas.

Referencias

Beam, A. L., & Kohane, I. S. (2018). Big data and machine learning in health care. *Jama*, 319(13), 1317-1318. https://doi.org/10.1001/jama.2017.18391

Castro, H. A. J., Valarezo, R., & Fernando, N. (2018). Factores de riesgo de cáncer cervicouterino en unidad de oncología (Doctoral dissertation, Universidad de Guayaquil. Facultad de Ciencias Médicas. Carrera de Medicina). Recuperado de http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/31047

Chen, M., Hao, Y., Hwang, K., Wang, L., & Wang, L. (2017). Disease prediction by machine learning over big data from healthcare communities. *Ieee Access*, 5, 8869-8879. http://dx.doi.org/10.1109/ACCESS.2017.2694446

Dıker, A., Avci, E., Cömert, Z., Avci, D., Kaçar, E., & Serhatlioğlu, İ. (2018). Classification of ECG signal by using machine learning methods. *In 2018 26th Signal Processing and Communications Applications Conference (SIU)* (pp. 1-4). IEEE. https://doi.org/10.1109/SIU.2018.8404298

Dixit, A. (2017). Los organismos de las Naciones Unidas ponen en marcha un programa mundial conjunto para la prevención y el control del cáncer cervicouterino. Boletín del OIEA, 19. Recuperado de https://www.iaea.org/sites/default/files/publications/magazines/bulletin/bull58-3/5831819_es.pdf

Escobar-Pérez, J., & Cuervo-Martínez, Á. (2008). Validez de contenido y juicio de expertos: una aproximación a su utilización. *Avances en medición*, 6(1), 27-36. Recuperado de https://www.researchgate.net/profile/Jazmine-Escobar-Perez/publication/302438451_Validez_de_contenido_y_juicio_de_expertos_Una_aproximacion_a_su_utilizacion/links/59a8daecaca27202ed5f593a/Validez-de-contenido-y-juicio-de-expertos-Una-aproximacion-a-su-utilizacion.pdf

Espinosa, M., Cornejo, F., Morán, M., Calle, J., & Guevara, C. (2017). Ministerio de Salud Pública. Estrategia Nacional para la atención integral del cáncer en el Ecuador. Recuperado de https://aplicaciones.msp.gob.ec/salud/archivosdigitales/documentosDirecciones/dnn/archivos/ac_0059_2017.pdf

Flores, L. A. P., & Dueñas, A. M. H. (2019). Sistema Experto Probabilístico basado en Redes Bayesianas para la predicción del cáncer de cuello uterino. *Revista peruana de computación y sistemas*, 2(1). http://dx.doi.org/10.15381/rpcs.v2i1.16360

Gibbons, C., Richards, S. & Campbell, J. (2017). Supervised machine learning algorithms can classify open-text feedback of doctor performance with human-level accuracy. *Journal of medical Internet research*, 19(3), e65. Recuperado de https://www.jmir.org/2017/3/e65

González, C. M. (2019). Día Mundial del Cáncer de Mama: Tres consejos básicos para prevenir esta enfermedad. SOLCA. Recuperado en

https://www.eluniverso.com/larevista/2019/10/18/nota/7562420/dia-mundial-cancer-mama-tres-consejos-basicos-prevenir-esta/

Hulsen, T., Jamuar, S. S., Moody, A. R., Karnes, J. H., Varga, O. & McKinney, E. F. (2019). From Big Data to Precision Medicine. Frontiers in Medicine, 6. https://doi.org/10.3389/fmed.2019.00034

Hutter, F., Kotthoff, L., & Vanschoren, J. (2019). Automated machine learning: methods, systems, challenges (p. 219). Springer Nature. https://doi.org/10.1007/978-3-030-05318-5

Joza, J. M. A., & López, C. J. M. (2018). Cadena de valor del cáncer cervicouterino en la Sociedad de Lucha contra el Cáncer de Portoviejo, Manabí, Ecuador. Value Chain of Cervical-Uterine Cancer in the Society for Fighting against Cancer in Porto Viejo, Manabí, Ecuador. *Revista Cubana de Contabilidad y Finanzas*. COFIN HABANA, (2), 311-321. Recuperado de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2073-60612017000200021

Kumar, A., Boehm, M., & Yang, J. (2017). Data management in machine learning: Challenges, techniques, and systems. *In Proceedings of the 2017 ACM International Conference on Management of Data* (pp. 1717-1722). https://doi.org/10.1145/3035918.3054775

Lakhani, P., & Sundaram, B. (2017). Deep learning at chest radiography: automated classification of pulmonary tuberculosis by using convolutional neural networks. Radiology, 284(2), 574-582. https://doi.org/10.1148/radiol.2017162326

Lee, S. I., Celik, S., Logsdon, B. A., Lundberg, S. M., Martins, T. J., Oehler, V. G., & Becker, P. S. (2018). A machine learning approach to integrate big data for precision medicine in acute myeloid leukemia. Nature communications, vol. 9, no 1, p. 42. Recuperado de https://www.nature.com/articles/s41467-017-02465-5

Lu, J., Song, E., Ghoneim, A., & Alrashoud, M. (2020). Machine learning for assisting cervical cancer diagnosis: An ensemble approach. *Future Generation Computer Systems*, *106*, 199-205. https://doi.org/10.1016/j.future.2019.12.033

Manzano, M. A. L., Castro, V., Luna, C. V., & Audisio, M. G. (2018). La prevención del cáncer cervicouterino analizada desde la investigación evaluativa. Valoración multi-actoral sobre el alcance de la política en el Gran San Juan. *Revista de Ciencias Sociales y Humanas*, 12(12), 189-201. Recuperado de https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6575381

Organización Mundial de la Salud. (2017). Control del cáncer. Guía de la OMS para desarrollar programas eficaces. Aplicación de los conocimientos. Consultado en: https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/43690/9789243546995_spa.pdf;jsessionid=B43D0D4BED47A80B97E1AF2C017682F7?sequence=1

Organización Mundial de la Salud. (2019). El cáncer cervicouterino es el tercero más frecuente entre las mujeres de América Latina y Caribe, pero se puede prevenir. Recuperado de https://www.paho.org/hq/index.php?option=com_content&view=article&id=14947:cervical-cancer-is-the-third-most-common-cancer-among-women-in-latin-america-and-the-caribbean-but-it-can-be-prevented&Itemid=1926&lang=es

Pérez, T. R., Ruiz, G. A., Morales, C. L., Pérez, D. S., Salabarría, L. G., & Labrada, L. P. (2018). *Programa Integral para el Control del Cáncer en Cuba*. Control del Cáncer en la Atención Primaria de Salud. Experiencias Cubanas, 2018. La Habana: Editorial Ciencias Médicas.

Pérez, J. F. R., Torres, V. G. L., Ledo, M. J. V., Pérez, A. R. R. & Valdés, M. M. (2021). Las Tecnologías de la Información y la Comunicación como factor de desempeño competitivo en salud. Un caso práctico. Revista cubana de información en ciencias de la salud, 32(2).

Pérez, J. F. R., Sentí, V. E., Valdés, M. M., & Pérez, L. A. (2017). Modelo para la gestión y análisis de conocimiento para la selección de equipos de trabajo quirúrgico en sistemas de información en salud mediante técnicas de inteligencia organizacional. Revista cubana de información en ciencias de la salud, 28(1), 43-60. Recuperado de http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S2307-21132017000100004&script=sci_arttext&tlng=en

Rajkomar, A., Dean, J., & Kohane, I. (2019). Machine learning in medicine. *New England Journal of Medicine*, 380(14), 1347-1358. http://dx.doi.org/10.1056/NEJMra1814259

Sampieri, R. H., Collado, C. F., & Lucio, P. B. (2014). *Metodología de la Investigación*. (Sexta Edición). Graw Hill. México DF: Interamericana Editores.

Santana-Martínez, A. A., Bermejo-Bencomo, W. M., Camacho-Canino, T., López-Soto, M. V., Silveira-Pablos, J. M., Rodríguez Santos, I. C., Sanabria-Negrín, J. G., & Padrón-Vera, E. (2018). *Programa Integral para el Control del Cáncer en Cuba. Guía de Cáncer Cervicouterino. Acciones para su control, 2018*. Editorial Ciencias Médicas, La Habana, Cuba.

Schwab, K. (2017). *The fourth industrial revolution*. First Edition. New York: Crown Business.

Sidey-Gibbons, J. A., & Sidey-Gibbons, C. J. (2019). Machine learning in medicine: a practical introduction. *BMC medical research methodology*, 19(1), 1-18. Recuperado de https://bmcmedresmethodol.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12874-019-0681-4

Tristán-López, A. (2008). Modificación al modelo de Lawshe para el dictamen cuantitativo de la validez de contenido de un instrumento objetivo. *Avances en medición*, 6(1), 37-48. Recuperado de http://www.humanas.unal.edu.co/psicometria/files/8413/8574/6036/Articulo4_Indice_de_validez_de_contenido_37-48.pdf

Valencia-Moreno, J. M., López, E. G., Pérez, J. F. R., Rodríguez, J. P. F., & Xochihua, O. Á. (2020). Exploring Breast Cancer Prediction for Cuban Women. *In International Conference on Information Technology & Systems (pp. 480-489)*. Springer, Cham. Recuperado de https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-40690-5_47

von Lilienfeld, O. A. (2020). Introducing Machine Learning: Science and Technology. *Machine Learning: Science and Technology*, 1(1), 010201. Recuperado de https://iopscience.iop.org/article/10.1088/2632-2153/ab6d5d/meta

Zaorsky, N. G., Churilla, T. M., Egleston, B. L., Fisher, S. G., Ridge, J. A., Horwitz, E. M., & Meyer, J. E. (2017). Causes of death among cancer patients. *Annals of oncology*, 28(2), 400-407. https://doi.org/10.1093/annonc/mdw604

risti
Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação
Iberian Journal of Information Systems and Technologies

Recebido/Submission: 12/04/2021
Aceitação/Acceptance: 23/06/2021

Scratch, tecnología utilizada como herramienta para mejorar las habilidades de razonamiento lógico y algorítmico en niños de edad escolar

Robinson Macías-Mero[1], Emilio Cedeño-Palma[1], Walter Zambrano-Romero[1], Dannyll Zambrano-Zambrano[1], Gabriel Cotera Ramírez[1]

rmacias5942@utm.edu.ec; emilio.cedeno@utm.edu.ec; walter.zambrano@utm.edu.ec; michellc.zambrano@utm.edu.ec; gabriel.cotera@utm.edu.ec

[1] Facultad de Ciencias Informáticas, Universidad Técnica de Manabí, Manabí, 130105, Portoviejo, Ecuador.

Pages: 619-632

Resumen: Actualmente, el avance de la tecnología en diversas áreas del conocimiento, motiva a que los niños accedan al mundo de la informática desde muy temprana edad, en el ámbito educativo los sistemas informáticos han ganado un amplio espacio como herramienta de enseñanza, debido a que, está comprobado que la utilización de las TIC a edades tempranas, despierta el interés y la innovación del conocimiento. La presente investigación tiene como propósito el estudio de la tecnología Scratch utilizada como herramienta en el aprendizaje, y su influencia en el incremento de las habilidades de razonamiento lógico y algorítmico. La metodología empleada en esta investigación es de tipo experimental, descriptiva y relacional, se aplica el análisis y la síntesis para resumir las teorías en que se sustenta la investigación, el modelo experimental se basa en la capacitación impartida y por ende los resultados que provoca en el rendimiento lógico de los estudiantes de la Unidad Educativa "Pablo Hamnibal Vela" de la Ciudad de Portoviejo (Ecuador), dicha capacitación se llevó a cabo durante dos meses de estudio y talleres prácticos en modalidad virtual, con la finalidad de mejorar sus habilidades lógicas y algorítmicas, y posteriormente analizar el desempeño lógico que los niños adquieran y evaluar los resultados.

Palabras-clave: Scratch, Aprendizaje lógico-algorítmico, Pensamiento computacional, Competencias.

Scratch, technology used as a tool to improve logical and algorithmic reasoning skills in school-age children.

Abstract: Currently, the advancement of technology in various areas of knowledge, motivates children to access the world of computers from an early age, in the educational field computer systems have gained a wide space as a teaching tool, because it is proven that the use of ICT at an early age, awakens interest and innovation of knowledge. The purpose of this research is the study of Scratch technology used as a learning tool, and its influence on the increase of logical and

algorithmic reasoning skills. The methodology used in this research is experimental, descriptive and relational, the analysis and synthesis are applied to summarize the theories on which the research is based, the experimental model is based on the training given and therefore the results it causes in the logical performance of the students of the Educational Unit "Pablo Hamnibal Vela" of the City of Portoviejo (Ecuador), This training was carried out during two months of study and practical workshops in virtual mode, in order to improve their logical and algorithmic skills, and subsequently analyze the logical performance that the children acquire and evaluate the results.

Keywords: Scratch, Logical-algorithmic learning, Computational thinking, Competences.

1. Introducción

No cabe duda, que el uso de nuevas tecnologías en la educación es un interesante recurso motivacional para estudiantes y docentes de diferentes campos de estudio y niveles educativos (Sobreira, et al., 2020). Pese aquello, inclusive existiendo una masiva generación de estudiantes nativos-digitales en estos ámbitos (Turner, 2015), se percibe una deficiencia en su capacidad abstraer, automatizar y analizar los problemas de su día a día.

Por otra parte, esta generación demuestra lo fácil que es manipular los recursos tecnológicos existentes, pero desconocen la función y el propósito de estos dispositivos, generalmente, no perciben la computación como una ciencia (C2Y, 2019).

Lo anterior se convierte en una problemática que es evidente en la sociedad actual, de aquí parte la idea de desarrollar esta investigación, debido a que es necesario que los niños comprendan que la tecnología no son solo videojuegos, sino que es ciencia que les permitirá desarrollar sus habilidades lógicas y algorítmicas, y que a futuro les generará oportunidades laborales en las diferentes ramas del saber que pretendan.

Por ende, Lowe et al (2019), manifiesta que la lógica es muy importante para todos los seres humanos y está inmersa dentro del pensamiento computacional que es considerado a nivel mundial como un vector de habilidades esenciales dentro de esta era digital. Existen un sinnúmero de definiciones publicadas en la literatura científica. Tales como el enfoque didáctico (Guzdial, 2015), las cuestiones de evaluación (Kong y Abelson ,2019), los aspectos epistemológicos (Tedre y Denning, 2016). Sin embargo, las implicaciones del desarrollo del pensamiento computacional no se han seguido efectuando, por lo que requiere más exploración.

Aproximándose a la temática propuesta, Ruqoyyah y Ristiana (2020), manifiestan que el pensamiento computacional permite superar las dificultades de los estudiantes en la escuela, es importante reconocer, que el pensamiento computacional parte de la lógica, la cual fomenta en los niños: la abstracción, análisis y solución de problemáticas en el ámbito matemático, literario, entre otras ramas del saber, debido a aquello se han desarrollado diversas plataformas de aprendizaje computacional, una de ellas es Scratch, de la cual se habla en la presente investigación.

Para introducirse a Scratch se parte de la definición de Resnick (2013), definiéndola como una plataforma tecnológica libre, que tuvo su inició en el 2003, su conceptualización se aproxima a un lenguaje de programación, que permite a los niños crear su propia historia interactiva, mediante juegos y animaciones, utilizando el método LEGO como mecanismo de programación, donde los niños a través de bloques funcionales mejoran su pensamiento lógico y algorítmico, fue desarrollado por un grupo de investigadores de Laboratorio de Medios del Instituto de Massachusetts.

Por otra parte, Vivas (2016), manifiesta que, la tecnología Scratch se convierte en una herramienta imprescindible para la solución de problemas de una manera ordenada, originando que los niños se autocuestionen en sus decisiones, de esa manera se desarrolla el pensamiento computacional, basado en condiciones y soluciones, además Scratch traslada ciertas funcionalidades de las tradicionales guarderías a un entorno digital netamente intuitivo.

Según Chai et al (2021), Scratch, es definido como el YouTube de los medios interactivos, diseñada en especial para niños y jóvenes que no tienen experiencia previa en programación, esta herramienta implementa conceptos matemáticos tales como: coordenadas, variables, algoritmos, entre otros, cuya finalidad es desarrollar la capacidad lógica y algorítmica para la solución de problemas. La funcionalidad de Scratch no está destinada tan solo a estudiantes que se inclinen a la informática, sino que de manera general estimula el aprendizaje lógico matemático, óptimo para las edades tempranas.

Acorde a las definiciones emitidas por los autores acerca de Scratch, se considera a la herramienta como un mecanismo óptimo para enseñar lógica, algoritmia y matemáticas en sus primeros niveles, y de esta manera satisfacer en primera instancia, la necesidad de la Unidad Educativa Pablo Hamnibal Vela que pretende mejorar el nivel de aprendizaje lógico y algorítmico de sus estudiantes, planteando como puntos de estudio, la descripción teórica y práctica de la herramienta Scratch a través de una capacitación a 20 estudiantes de entre 8 a 10 años de edad.

La finalidad de la presente investigación es demostrar que a través del uso de Scratch se puede fortalecer las destrezas lógicas y algorítmicas de los estudiantes.

2. Materiales y métodos

La metodología de esta investigación es de carácter cuantitativo, descriptivo y relacional, se aplica el análisis y la síntesis para resumir las teorías en que se sustenta la investigación. A continuación, se describe el experimento que se realizó con los estudiantes durante el año lectivo 2020-2021.

El experimento tiene como objeto de estudio a los estudiantes de quinto hasta séptimo año de educación básica. Se aplica a 20 estudiantes, con edades comprendidas desde 8 hasta 10 años. Para la realización del experimento, se desarrollaron jornadas de capacitación o talleres en línea con las siguientes temáticas: introducción a Scratch, acciones básicas haciendo uso de elementos de la programación, declaración de variables, uso de operadores matemáticos, lógicos, bucles, condicionantes, entre otros.

Las herramientas utilizadas son: Google Form para elaborar los test, Excel para la graficación de preguntas individuales y el Software R en el IDE Anaconda para el análisis estadístico de ambos test, aplicando la prueba T Student que tendrá el objetivo de comparar la media de calificaciones del grupo en ambas instancias. Usando como porcentaje de error el 5%.

Ho: La media de calificaciones que obtuvieron los estudiantes durante el test inicial es baja y la media de calificaciones del test final se mantiene igual al test inicial. Por lo cual se define que Scratch no influye en el desarrollo lógico y algorítmico de los niños.

H1: La media de calificaciones que obtuvieron los estudiantes durante el test inicial es significativamente menor a la media de calificaciones del test final, lo que define que si existe un incremento en el desarrollo lógico y algorítmico usando Scratch.

3. Aproximación al entorno y funcionalidad de Scratch

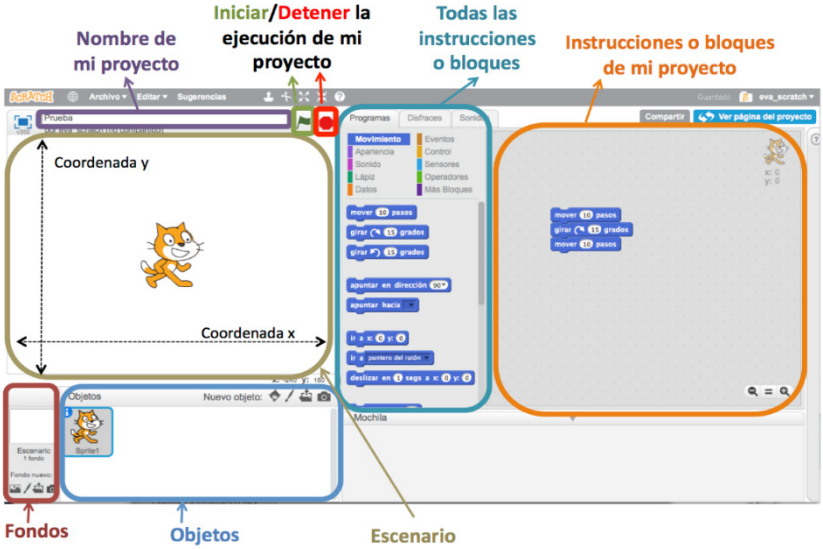


Figura 1 – Interfaz de Scratch. Versión 2.0

La interfaz de Scratch, es muy intuitiva, fácil de manipular y posee muchos elementos que permitirán al estudiante conocer los principios de la lógica y de los algoritmos. A continuación de describirá de manera breve la funcionalidad de los elementos que existen.

Nombre de proyecto: Es el espacio donde aparecerá el nombre del proyecto que se está realizando.

Escenario: Es el espacio donde se visualizará las acciones de los objetos.

Objetos: Es el espacio donde se muestran los personajes u objetos utilizados en el proyecto.

Fondos: permite insertar fondos de pantalla al escenario.

Iniciar/Detener: El iniciar, simbolizado con una bandera verde permite ejecutar la programación realizada. El Detener, simbolizado con un octágono rojo, permite pausar la ejecución de la programación.

Instrucciones: Son los bloques de programación, que permitirán crear alguna acción que se le atribuirá a los personajes u objetos en pantalla, los bloques que tiene Scratch son: Movimiento, Apariencia, Sonido, Lápiz, Datos, Eventos, Control, Sensores, Operadores, Mis bloques. Por la gran variedad de bloques que posee Scratch no se describirán a totalidad en este documento, pero si se presenta una breve descripción del bloque en general.

Bloque de movimiento: permite crear movimientos para los objetos en pantalla, este bloque facilita a los estudiantes una mejor comprensión en el uso de coordenadas, grados, números enteros, decimales, entre otros.

Bloque de Apariencia: permite manipular la presentación de un objeto en pantalla a través de condiciones. Esto favorece al estudiante a la hora de auto cuestionarse sobre diferentes acontecimientos que puedan generarse en un objeto.

Bloque de Sonido: En Scratch permite la inserción de sonidos. Pero es elemental para el estudiante a la hora entender que es una característica o atributo de un objeto que es algo común en la programación.

Bloque Lápiz: permite al estudiante dibujar objetos en pantalla, a través de condiciones antecesoras, muy importantes para entender la ejecución de una acción cuando se formula una pregunta.

Bloque Datos: permite asignar información de tipo numérica y a las variables, es una de las características más utilizadas en Scratch, y permite a los estudiantes entender que es un dato y que es una variable, así mismo poder manipularlos.

Bloque Eventos: permite agregar un botón inicial para ejecutar la programación. Los estudiantes aprenderán cuando se ejecuta una acción a traves de diferentes eventos.

Bloque Control: permite agregar condicionantes y repetidores a la programación. Esto influye en la formulación de decisiones que tengan los estudiantes sobre una acción, y permiten entender la secuencia que deben llevar las acciones para cumplir un propósito específico.

Bloque Operadores: permite insertar operadores aritméticos, lógicos y relacionales. Los estudiantes fundamentan en operaciones matemáticas y lógica para determinar resultados.

En la versión 3.0 de Scratch, se añadió un botón “Añadir extensión” donde se puede utilizar componentes adicionales, tales como: Música, Lápiz, Sensor de video, Texto a voz, Traducir, LEGO y Micro-bit. Estos módulos dan soporte a proyectos de mayor

escala, donde el estudiante podrá implementar su conocimiento de programación y llevarlo a una funcionalidad especifica usando placas electrónicas, entre otros.

En el contenido de los test se incluyen los bloques de movimiento, apariencia, datos, eventos, control y operadores, debido a que guardan relación con los elementos básicos del algoritmo, que es el foco de la capacitación, ya que un algoritmo esta constituido por elementos matemáticos y lógicos.

3.1. Leyes educativas en Ecuador acorde al aprendizaje lógico y algorítmico

MINEDUC (2016), afirma que la Ley Orgánica de Educación Intercultural, en el artículo 2, literal w): Garantiza el derecho de las personas a una educación de calidad y calidez, pertinente, adecuada, contextualizada, actualizada y articulada en todo el proceso educativo, en sus sistemas, niveles, subniveles o modalidades; y que incluya evaluaciones permanentes.

Serna et al (2018), manifiesta que, en el bloque Álgebra y Funciones de la Educación General Básica, los infantes deberán:

- Integrar concretamente procesos de secuencia lógica - matemática.
- Usar algoritmos para crear procedimientos de adición, sustracción, multiplicación y división exacta.
- Desarrollar el pensamiento lógico para resolver problemas de la vida cotidiana.

3.2. Origen de la programación como una estrategia pedagógica para los niños de edad escolar

Según Bers et al (2019), el impulso para la educación en ciencias de la computación ha crecido junto con el movimiento educativo STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Matemáticas). Vale recalcar que dentro del STEM un factor importante es la programación que tiene su apogeo en la informática educativa a través de la creación del lenguaje informático LOGO por Seymour Papert, Wally Feurzeig y sus colegas en 1967, que generalmente se lo reconoce como el comienzo de la informática (Blikstein, 2018).

Para San Martin (2016), en la actualidad han surgido algunas herramientas que utilizan la programación como principal recurso, como: CODE.org, Scratch, Alice, Arduino, Code Monkey, Tinker, entre otros. Sin embargo, es importante comprender que estas herramientas poseen un conjunto de experiencias más sencillo e intuitivo en comparación a los lenguajes de programación tradicionales.

Las herramientas antes mencionadas, tiene un lenguaje basado en bloques, ofreciendo un entorno didáctico para niños de edad escolar, es esencial debido a que se involucran con ideas poderosas de la informática. Por otra parte, la programación implementada en videojuegos suele ser limitante y anima a los niños a indagar y a aprender aspectos importantes como: secuencia, lógica y resolución de problemas (Bers, 2017).

4. Experimentación con Scratch para la mejora del aprendizaje lógico y algorítmico

Objeto de estudio	Dirigido a 20 niños de la población escolar de quinto a séptimo año básico de la Unidad Educativa "Pablo Hamnibal Vela".
Tipo de instrumento	Prueba de elección múltiple con 4 opciones de respuesta (sólo 1 correcta).
Cantidad de preguntas	28 items
Tiempo límite de realización	45 minutos
Puntuación por pregunta	1 punto
Método de respuesta	Opción múltiple (A, B, C, D)

Tabla 1 – Datos básicos del test a aplicar

El cuestionario que se aplicará es un Test de Pensamiento Computacional (TPC) y estará dirigido a los estudiantes participantes, vale recalcar que este Test ha sido validado por juicio de expertos, donde participaron 39 especialistas en el área de la informática, realizando para su versión original, 40 preguntas que luego fueron depuradas a 28 preguntas por motivo de optimización de conocimientos (Román, 2015a). Para la elaboración del cuestionario se toma en cuenta los siguientes aspectos:

- Formulación de problemas con interacción humano-computador.
- Organización lógica de objetos y datos.
- Automatizar soluciones a través del pensamiento algorítmico.

4.1. Análisis de proceso evaluativo aplicado a estudiantes

PREGUNTAS Y LITERALES CORRECTOS													
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
B	C	D	D	C	D	A	B	D	C	C	D	B	B
15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
C	C	B	A	B	D	D	A	D	C	A	A	A	C

Link de ejecución del Test:
https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSeVwiLSgNzdHN4uKGEYow5BQ8qmoZRNDqzADy9W1VlSEp78iA/viewform

Tabla 2 – Literales y sus correspondientes respuestas.

4.2. Tipos de preguntas y respuestas del TPC

Pregunta # 1: ¿Qué órdenes llevan a Pac-Man, hasta el fantasma por el camino señalado?

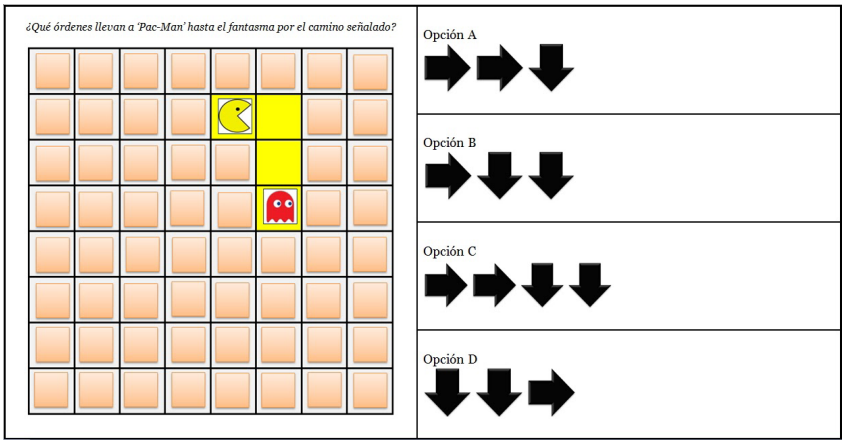


Figura 2 – Tipo de lógica y orientación (Román, 2015b).

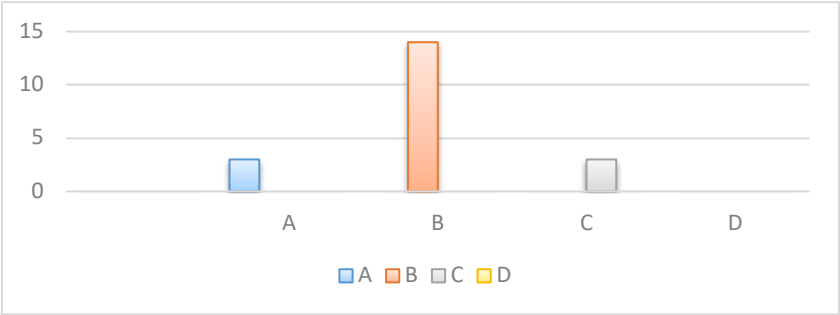


Figura 2.1 – Número de respuestas ante pregunta # 1.

Descripción

14 niños, que corresponden al 70% de los estudiantes marcaron el literal "B" correctamente, por lo que se afirma que tienen una alta destreza orientativa y secuencial de movimientos.

Pregunta # 21: ¿Qué órdenes llevan a Pac-Man por el camino señalado hasta las fresas e indican a Pac-Man que se coma el número de fresas indicado?

Descripción

3 niños, que corresponden al 15% de los estudiantes marcaron el literal "D" correctamente, manifestando que saben utilizar iteraciones para cumplir acciones en algún caso determinado, pero el 85% restante, no tiene la suficiente destreza para interpretar bucles.

Ahora se presenta una gráfica general de respuestas y sus respectivos porcentajes obtenidos por los estudiantes en el test inicial y en el test posterior. Esto se hace con

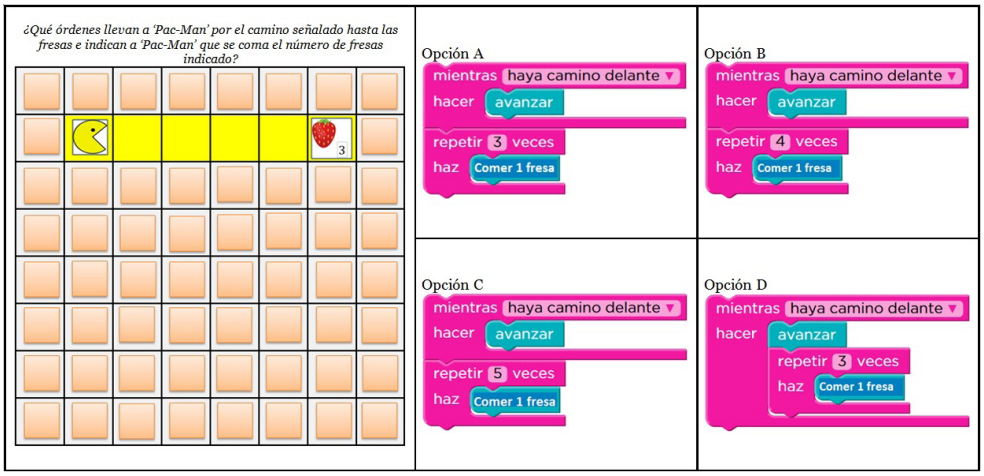


Figura 3 – Movimiento, bucle y acción en Scratch.

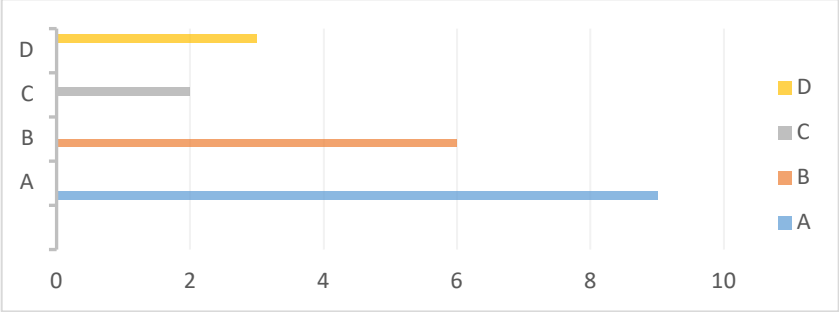


Figura 3.1 – Número de respuestas ante pregunta # 21.

el objetivo de comparar los resultados entre ambos test, para dar validez o no, a la hipótesis inicial.

4.3. Prueba T Student en R Studio

Se establecen los datos, una vez hayan sido calculadas cada una de las calificaciones de los estudiantes en Excel, la nota total es de 28 puntos, cada pregunta tiene el valor de 1 punto, se generan las siguientes matrices, haciendo mención a la posición de entrega de cada uno de los estudiantes en Google Form.

Grupo test_inicial: {7, 8, 4, 5, 6, 9, 10, 10, 13, 14, 12, 22, 17, 12, 10, 4 9, 9, 14, 22}.

Grupo test_final: {23, 27, 28, 24, 24 26, 26,26, 27, 25, 27, 24, 25, 26, 23, 26, 22, 24, 26, 22}.

Llevando nuestros datos a R, quedarían las matrices de la siguiente manera:

TI = c(7, 8, 4, 5, 6, 9, 10, 10, 13, 14, 12, 22, 17, 12, 10, 4, 9, 9, 14, 22)

TF = c(23, 27, 28, 24, 24,26, 26,26, 27, 25, 27, 24, 25, 26, 23, 26, 22, 24, 26, 22)

t.test(TI,TF)

Ahora solo se debería aplicar la función ***t.test*** para comparar ambos grupos de calificaciones que han obtenido los estudiantes.

```
Console   Terminal
~/
> TI = c(7, 8, 4, 5, 6, 9, 10, 10, 13, 14, 12, 22, 17, 12,
  10, 4, 9, 9, 14, 22)
  TF = c(23, 27, 28, 24, 24,26, 26,26, 27, 25, 27, 24, 25,
  26, 23, 26, 22, 24, 26, 22)
  t.test(TI,TF)
```

Figura 4 – Ejecución en consola de R.

Resultado:

```
        Welch Two Sample t-test

data:  TI and TF
t = -11.724, df = 23.268, p-value = 3.025e-11
alternative hypothesis: true difference in means is not equal to 0
95 percent confidence interval:
 -16.70405 -11.69595
sample estimates:
mean of x mean of y
    10.85     25.05
```

Figura 4.1 – Creando grupos de calificaciones de test inicial y test final.

Análisis: Los datos que se requieren a traves de la prueba T Student es los valores de la media de calificaciones, y se puede diagnosticar que x que representa al conjunto de notas de TI (Test inicial) es sumamente menor a la media del conjunto de notas TF (Test final). Lo que indica que en el segundo test los estudiantes mejoraron sus habilidades lógicas y algorítmicas al responder de manera correcta los ejercicios propuestos.

4.4. Resultados del test inicial y final

https://drive.google.com/drive/folders/10Ri-MtbVOpofddBy42fmZJk82Pc_wb0i?usp=sharing

La hipótesis que se cumple en la presente investigación es la H1, debido a que se identifica que los valores poseen una diferencia significativa, aprobando con aquello que se logra un mejor desarrollo de habilidades lógicas y algorítmicas a través del uso de Scratch.

Finalmente como autoevaluación y nivel de conocimientos adquiridos, los estudiantes mencionaron. En la siguiente figura, se puede apreciar los índices de aceptabilidad de la capacitación realizada con el objetivo de mejorar las habilidades algorítmicas y lógicas de los estudiantes. Donde el 40% (8/20 niños califican sobre 10 su nivel de aprendizaje). El 30% (6/20 niños sobre 6). El 10% (2/20 niños sobre 9). Y finalmente el 20%, (4/20 niños) mencionan que califican de entre 1 a 5 su nivel de adquisión de conocimientos.

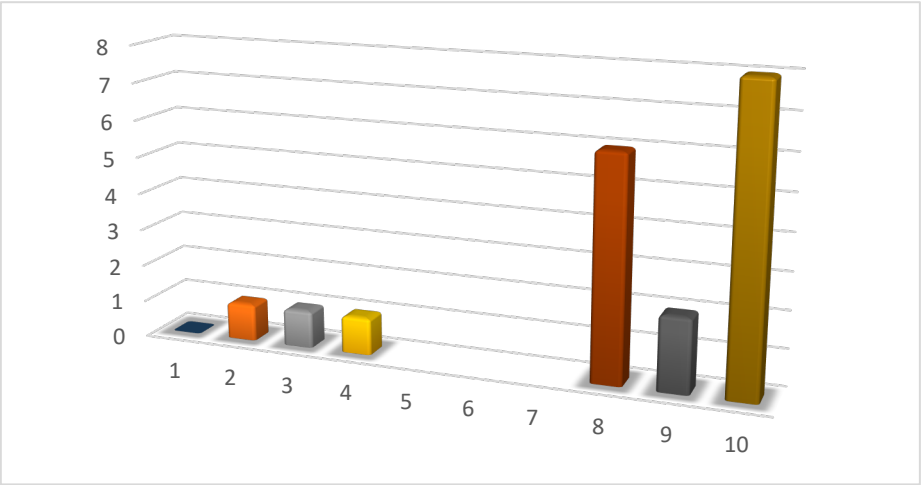


Figura 5 – Autoevaluación. Nivel de aprendizaje que los estudiantes consideran que obtuvieron mediante la capacitación.

5. Resultados y discusiones

Mediante las sesiones de capacitación que se llevaron a cabo durante dos meses, los estudiantes pudieron desarrollar y mejorar su habilidad lógica y algorítmica. A través del uso de objetos, se hizo posible el desarrollo del razonamiento algorítmico, ya que Scratch tiene la modalidad de trabajar directamente con las propiedades y acciones de objetos. En efecto, el resultado final del experimento empleado determina en base a la comparación de los test, una amplia mejoría en las habilidades lógicas y algorítmicas de los estudiantes, mediante el uso de la herramienta Scratch.

Evidentemente el desempeño lógico, apoyado en el uso de herramientas tecnológicas, en este caso Scratch, comprueba el crecimiento eficaz del desarrollo del pensamiento computacional en los estudiantes de educación básica de la Unidad Educativa “Pablo Hamnibal Vela”. Los resultados manifiestan una gran diferencia entre los porcentajes de aciertos que obtuvieron los estudiantes, aprobándose en el test final una considerable evolución de conocimientos.

Finalmente se espera que los estudiantes, hayan analizado los componentes gráficos que posee Scratch, con el objetivo de entender las funciones que tienen y la manera de usarlos a futuro, ya que, en la herramienta mencionada, existen las bases de la programación profesional, como bucles, condicionantes, variables, entre otros elementos.

6. Conclusiones

Una vez validada la hipótesis de investigación, se denomina a Scratch como una plataforma tecnológica que mediante los recursos que ofrece, mejora el aprendizaje lógico y algorítmico de los niños. Permitiendo el desarrollo del pensamiento computacional a través de una temática de videojuegos.

La experimentación realizada con los estudiantes de la Unidad Educativa "Pablo Hamnibal Vela", fue una experiencia muy grata, porque se obtuvo lo que se pretendía desde el inicio, poder implementar una herramienta tecnológica acorde a las necesidades académicas, con el objetivo de mejorar sus habilidades lógicas y algorítmicas.

Para trabajos futuros se pretende realizar una comparación entre Scratch con otras plataformas educativas de informática, en el caso de Code.Org, Code Monkey, Tinker, entre otros, con el objetivo identificar sus funcionalidades y determinar cual sería la más recomendable para ser usada en la cátedra hacia niños.

Otro de los trabajos es explorar las funcionalidades de S4A, que es la unificación de Scratch con Arduino, con el objetivo de crear nuevos proyectos, que inclusive puedan ser implementados en hogares, por ejemplo: alarmas, sensores de temperatura, entre otros.

Referencias

Bers, M. (2017). Coding as a playground: Programming and computational thinking in the early childhood classroom. New York, NY: Routledge. Obtenido desde: https://doi.org/10.4324/9781315398945

Bers, M., Flannery, L., Silverman, B., Kazakoff, E., Bontá, P. & Resnick, M. (2019). Designing ScratchJr. Proceedings of the 12th International Conference on Interaction Design and Children. [Archivo PDF]. https://pdfs.semanticscholar.org/7ee9/bad71a945b20faa9205500492e788ba95ad6.pdf

Blikstein, P. (2018). Pre-college Computer Science education: A survey of the field. Mountain View, CA: Google LLC. [Archivo PDF]. https://services.google.com/fh/files/misc/pre-college-computer-science-education-report.pdf

UNLP. (2016). Por qué "pensar algoritmos" es tan importante en informática. Revista Institucional de la Facultad de Informática. UNLP, 2(4), 21-22. [Archivo PDF]. http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/57362/Documento_completo.pdfPDFA.pdf?sequence=1

C2Y (2019). Projecto C2Y (Computing to You). http://uxleris.sor.ufscar.br/c2y

Chai, X., Sun, Y., Luo, H. and Guizani, M. (2021). "DWES: A Dynamic Weighted Evaluation System for Scratch based on Computational Thinking," in IEEE Transactions on Emerging Topics in Computing, Obtenido desde: https://doi.org/10.1109/TETC.2020.3044588

Guzdial, M. (2015). Learner-centered design of computing education: Research on computing for everyone. San Rafael: Morgan & Claypool Publishers.

Guzdial, M., Kay, A., Norris, C., y Soloway, E. (2019). Computational thinking should just be good thinking. Communications of the ACM, 62(11), 28-30.

Kjällander, S., Mannila, L., Åkerfeldt, A., Heintz, F. (2021). Elementary Students First Approach to Computational Thinking and Programming. Educ. Sci. 11, 80. https://doi.org/10.3390/educsci11020080

Kong, S., y Abelson, H. (2019). Computational thinking Education. Singapore: Springer Nature.

Lowe, T., Brophy, S., y Cardella, M. (2019). Exploring the definition of computational thinking in research and the classroom. Paper presented at the Proceedings of the 50th ACM Technical Symposium on Computer Science Education, Minneapolis, Minnesota.

MINEDUC (2016). EGB Curriculum MATH. Ecuador. [Archivo PDF]. https://educacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/08/M-Completo.pdf

MIT (2021). Estadísticas en tiempo real de Scratch. https://scratch.mit.edu/statistics/

Resnick, M. (2013). Scratch: Programming for All. Communications of the ACM Journal, 52 (11), 60-68. [Archivo PDF]. http://web.media.mit.edu/~mres/papers/Scratch-CACM-final.pdf

Román, M. (2015a). Computational Thinking Test: Design Guidelines and Content Validation. 7th anual International Conference on Education and New Learning Technologies. IATED, Barcelona. https://www.researchgate.net/publication/290391277_COMPUTATIONAL_THINKING_TEST_DESIGN_GUIDELINES_AND_CONTENT_VALIDATION

Román, M. (2015b). Test de Pensamiento Computacional [Test en línea]. http://goo.gl/IYEKMB

Ruqoyyah, S. y Ristiana, M. (2020). Adversity quotient of prospective primary school teachers in making scratch-assisted math Application. Journal of Physics: Conference Series. [Archivo PDF]. https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1657/1/012014/pdf

San Martin, P. (2016). Programar con Scratch en contextos educativos: ¿Asimilar directrices o co-construir Tecnologías para la Inclusión Social?. Praxis Educativa (Arg), 20 (1), 61-71. https://cerac.unlpam.edu.ar/index.php/praxis/article/view/1051/1092

Scullard, S., Tsibolane, P. and Garbutt, M. (2019). "THE ROLE OF SCRATCH VISUAL PROGRAMMING IN THE DEVELOPMENT OF COMPUTATIONAL THINKING OF NON-IS MAJORS". PACIS 2019 Proceedings. 79. https://aisel.aisnet.org/pacis2019/79

Serna, A., Recalde, E., Adolfo, G. (2018). Scratch as a didactic strategy to develop the exploration of the environment in initial education Phase I and II. Inclusion and Development Magazine. [Archivo PDF]. https://www.researchgate.net/publication/326968104_El_Scratch_como_estrategia_didactica_para_desarrollar_la_exploracion_del_medio_en_la_educacion_inicial_-Fase_I_y_II-/fulltext/5b6ea7bf45851546c9faa7f8/El-Scratch-como-estrategia-didactica-para-desarrollar-la-exploracion-del-medio-en-la-educacion-inicial-Fase-I-y-II.pdf

Sobreira, P., Abijaude, J., Viana, H., Santiago, S., Guemhioui, K., Wahab, A. y Greve, F. (2020). Usability evaluation of block programming tools in IoT contexts for initial engineering courses. IEEE World Conference on Engineering Education. [Archivo PDF]. https://sci-hub.se/10.1109/EDUNINE48860.2020.9149481

Tedre, M. y Denning, P. (2016). The long quest for computational thinking. In: ACM Proceedings of the 19th Koli Calling International Conference on Computing Education Research. (120–129).

Tomas, H., Petr, C., Michal, M., y Stepan, H. (2018). A solution of the mastermind board game in scratch suitable for algorithmic thinking development. Springer International Publishing AG, part of Springer Nature 2019. https://doi.org/10.1007/978-3-319-75605-9_14

Turner, A. (2015). Generation Z: Technology and Social Interest. Ind. Psyc., vol. 71, no. 2, pp. 103–113.

Vidal, C. (2015). Practical Experiences with the Use of the Scratch Programming Language to Develop Algorithmic Thinking for Students in Chile. University education, 8(4), 23-32. https://dx.doi.org/10.4067/S0718-50062015000400004

Vivas, C. (2016). Scratch. Estrategia didáctica para el aprendizaje de las tablas de multiplicar en escuela nueva, 2016. https://revistas.uptc.edu.co/index.php/educacion_y_ciencia/article/view/8897

Wing, J. (2006). Computational Thinking. View Point. Comunication of ACM. Vol. 49, No. 3. Pág. 35. [Archivo PDF]. http://www.cs.cmu.edu/afs/cs/usr/wing/www/publications/Wing06.pdf

risti
Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação
Iberian Journal of Information Systems and Technologies

Recebido/Submission: 14/04/2021
Aceitação/Acceptance: 17/06/2021

El uso de videojuegos en el confinamiento y su incidencia psicológica y social en las personas

Oscar López-Gorozabel[1], Cristina Pinargote-Valdiviezo[1], Emilio Cedeño-Palma[2], Walter Zambrano-Romero[2] and Maritza Mendoza-Zambrano[2]

olopez7574@utm.edu.ec; cpinargote7726@utm.edu.ec; emilio.cedeno@utm.edu.ec; walter.zambrano@utm.edu.ec; maritza.mendoza@utm.edu.ec

[1] Facultad de Ciencias Humanísticas y Sociales, [2] Facultad de Ciencias Informáticas, Universidad Técnica de Manabí, Portoviejo, Ecuador.

Pages: 633-646

Resumen: La acelerada producción de nuevas tecnologías y la modernización de plataformas de entretenimiento han llevado al uso masivo de los videojuegos en nuestro diario vivir, imponiendo la necesidad de indagar en el impacto o incidencias que estos han provocado psicológicamente en las personas durante el confinamiento originado por la pandemia COVID19. Se hace un análisis bibliográfico de diversas teorías sociales que abarcan factores que ocasionan los videojuegos de manera general. Vale recalcar que el presente estudio, es de carácter experimental, cumpliendo con el objetivo de presentar evidencia científica acerca de los efectos del uso de los videojuegos en aspectos de la vida social de los habitantes de la Comunidad El Florón de la ciudad de Portoviejo-Ecuador, cuyas edades fueron categorizadas en años, [Niños: 5 a 10 años], [Jóvenes: 11 a 17 años] y [Adultos: 18 en adelante]. Los ámbitos analizados en la vida de las personas, tales como el académico, afectivo, laboral, entre otros se ven afectados por el uso de los videojuegos, en la investigación se pudo diagnosticar que 45 de las 170 personas encuestadas tienen problemas severos de adicción a los videojuegos, alterando principalmente su estado de salud y responsabilidades académicas - laborales.

Palabras-clave: Usuarios, videojuegos, habilidades, efectos, confinamiento.

The use of video games in confinement and their psychological and social impact on people.

Abstract: The accelerated production of new technologies and the modernization of entertainment platforms have led to the massive use of video games in our daily life, imposing the need to investigate the impact or incidences that these have caused psychologically in people during the confinement originated by the COVID19 pandemic. A bibliographic analysis of various social theories covering factors caused by video games in general is made. It should be emphasized that the present study is experimental in nature, fulfilling the objective of presenting scientific evidence on the effects of the use of video games on aspects of the social life of the inhabitants of the Floron Community in the city of Portoviejo-Ecuador,

whose ages were categorized in years, [Children: 5 to 10 years], [Youth: 11 to 17 years] and [Adults: 18 years and older]. The analyzed areas in people's lives, such as academic, affective, labor, among others, are affected by the use of video games. The research was able to diagnose that 45 of the 170 people surveyed have severe problems of addiction to video games, mainly altering their state of health and academic-work responsibilities.

Keywords: Users, video games, skills, effects, confinement.

1. Introducción

1.1. Evolución de los videojuegos a través del tiempo

Desde la aparición de los videojuegos en la industria tecnológica en 1972, se han venido desarrollando diferentes plataformas que han potenciado la creación de juegos a alta escala (Wardyga, 2019). Es evidente que el avance de la ingeniería electrónica y de sistemas, ha permitido el desarrollo de nuevas herramientas tecnológicas que permiten la manipulación de máquinas y creación de videojuegos.

En este artículo se analizan las incidencias psicológicas que han tenido los videojuegos en niños, jóvenes y adultos, durante el tiempo de confinamiento provocado por la pandemia COVID-19. Tomando como relevancia algunos aspectos positivos y negativos de los videojuegos.

Partiendo desde Marín (2012), en su artículo "El ayer y el hoy de los videojuegos y juegos digitales", donde menciona que los videojuegos son un instrumento más en el desarrollo curricular de los niños y niñas, desde la perspectiva educativa.

Es obvio que los videojuegos, no son netamente negativos, debido a que son utilizados en la parte académica, y durante el tiempo de confinamiento la educación no pauso sus actividades. Este artículo es sumamente importante porque se pretende conocer los riesgos que podría generar la adicción hacia los videojuegos y también de manera estratégica poder implementar alternativas que mitiguen las problemáticas que originan los videojuegos. Vale recalcar que cuando se habla de videojuegos no todo es problema, ya que existen videojuegos que son útiles para el aprendizaje u otras actividades en común.

Considerándolo al videojuego como una herramienta útil, sigue la misma línea (López, 2017), en su estudio define al videojuego como una herramienta óptima para impartir conocimientos diversos, en el caso de la simulación se puede estudiar ámbitos de salud, construcción, conducción, e inclusive hasta el relacionamiento social.

Por otra parte, dentro de los videojuegos existe el ámbito de la simulación 3D, que según (Marín, 2020), introduce a la mayor parte de las generaciones al lenguaje cibernético. De manera consecuente, la ciencia señala que, solo un mínimo porcentaje de los usuarios que usan videojuegos, desarrollarán una actitud adictiva. Sin embargo, en ese mínimo porcentaje se evidencia un problema emergente que repercute en problemas físicos, mentales, económicos y sociales.

Para respaldar lo anterior y definir una problemática global, según Desmurget (2019), el uso de tecnología en smartphones, computadoras y tabletas por parte de las nuevas generaciones es verídicamente desproporcionado y afecta primordialmente la calidad

de las relaciones humanas, profundizando en aspectos de atención, responsabilidad, entre otras.

Mediante la realización del presente artículo se busca determinar la incidencia que tienen los videojuegos en los habitantes de la Comunidad "El Florón", haciendo hincapié en las responsabilidades sociales, conducta y salud, durante el confinamiento por COVID-19.

2. Materiales y métodos

La metodología de esta investigación es de carácter bibliográfico y experimental. Se realiza un análisis y síntesis aplicados para resumir las teorías en las que se basa la investigación, se ha realizado una revisión de la literatura en bases de datos de alto nivel y se han seleccionado investigaciones experimentales donde se extrajo información acerca de los efectos positivos y negativos de los videojuegos en variables sociales.

Se desarrolló acorde al objetivo de investigación, un cuestionario virtual en Google Forms, al cual se le denominó EPSV (Evaluación Psicológica sobre videojuegos), que fue aplicado a 170 personas, partiendo del cálculo muestral de 25.000 habitantes de la Comunidad "El Florón", tomando como porcentaje de efectividad el 0,99% y margen de error el 10%, correspondientemente se segmentan las edades de los encuestados en intervalos: [Niños: 5 a 10 años], [Jóvenes: 11 a 17 años] y [Adultos: 18 en adelante], con el propósito de diagnosticar las incidencias psicológicas que han generado los videojuegos durante el tiempo de confinamiento.

H0: Los videojuegos no generan grandes problemáticas en el comportamiento psicológico y social de las personas durante el tiempo de confinamiento.

H1: Los videojuegos han generado grandes problemáticas en el comportamiento psicológico y social de las personas durante el tiempo de confinamiento.

3. Aproximación a los videojuegos

El empleo equilibrado de horas de descanso en la práctica de videojuegos puede resultar relajante, sin embargo, hay que tener mucho cuidado en no abusar de estos, ya que pueden acarrear dificultades sociales, de conducta o en la salud en general, aún más en los casos de niños y adolescentes, debido al sedentarismo, al que encamina el uso excesivo de los videojuegos (Reyes, 2014).

Una de las formas de enganche por parte de los videojuegos hacia el público podría considerarse la manera en que este puede generar cierto agrado en la creatividad y forma de proporcionar liberación de estrés acumulado, sin embargo, esto se determina dependiendo de la categoría de afinidad para la persona, ya que como sabemos existen videojuegos de índole educativo que son buenos para las personas y le ayudan a aprender, fomentan la creatividad, desarrollan habilidades, pero, también existen aquellos que incentivan a la violencia, hábitos conductuales inadecuados y más aspectos negativos.

El tema de exceso o abuso del uso de los videojuegos, genera un estado de preocupación debido a que repercute principalmente en el desgaste visual y mental de las personas. (Eguina, 2013).

A continuación, se detallarán algunos aspectos en la vida de las personas que son afectados por los videojuegos.

3.1. Efectos sociales

Para Sánchez et al (2010), en el mundo actual muchos confirman que los videojuegos son dañinos para los jóvenes y adolescentes, incluso se llega a decir que causan aislamiento entre los sujetos (p. 44).

Es evidente que los videojuegos considerándolos de manera presencial, causan una gran separación física entre los individuos, pero por otra parte algunos autores destacan las virtudes de los videojuegos en el proceso de educación de las personas (gamificación).

Tal es el caso de (Murillo et al, 2021), afirmando que el uso de juegos digitales en la educación, proporcionan la generación de conocimientos de manera co-creativa y empoderada que respalda la creación de valor general de los estudiantes, sin ninguna pérdida de rendimiento académico, y permite desarrollar una serie de habilidades importantes para la era actual.

3.2. Relación Afectiva familiar

Respecto a la función de las relaciones afectivas familiares, (Pi y Cobian, 2009) refieren que las funciones familiares son muy importantes, porque están a favor de la familia y del sostén a la sociedad, de manera que se manifiestan simultáneamente.

Según los apartados de Tejeiro et al (2009):

Algunos teóricos concuerdan con que el uso desmedido de videojuegos, puede causar conductas inapropiadas dentro del lazo familiar, siendo esta una de las críticas más habituales a los videojuegos, situación que hoy en día viven muchas familias latinoamericanas es netamente alarmante, por esto, es necesario concientizar a la sociedad sobre el uso racional de los videojuegos.

3.3. Aislamiento social

Así como los videojuegos tienen sus beneficios, estos también pueden afectar significativamente las habilidades sociales del individuo, niños que pueden encontrarse cursando su etapa de cambio de la niñez a la adolescencia, en donde los vínculos sociales que este establezca personalmente con los demás van a influir mucho en su personalidad, en sus actitudes o en la formación de su identidad como tal, si en esta etapa no se relaciona socialmente como cualquier otro niño adolescente a esa edad, podría presentar consecuencias futuras en la adultez que no siempre podrán catalogarse como positivas.

Hall et al (2021), manifiesta que en América Latina, el aislamiento se estableció como una medida para prevenir infecciones, causadas por SARS-CoVn2 (Covid-19). Algunos países implicaron la virtualidad de actividades de aprendizaje en universidades y escuelas. Ese espacio otorgo que las personas demandaran más de tecnologías de información, tales como son los videojuegos, que cuando no son de modalidad gamificada, pueden generar adicción y por ende el aislamiento social.

3.4. Efectos psicológicos

Tejeiro et al (2009), referente al efecto psicológico que dejan los videojuegos, con frecuencia, los argumentos y los personajes de la mayoría de los juegos se manifiestan agresivos.

Para Pérez (2018), un videojuego con un smartphone es equivalente a un shot de heroína. Ese shot de heroína, en un 80%, va a matar las neuronas de la zona del cerebro que tiene que ver con la compasión y la empatía, liberando un caudal de emociones negativas, problemas de conducta, problemas de irritabilidad, de concentración, de impulsividad, entre otros.

Las alteraciones en la conducta de estas personas siempre serán uno de los factores más alarmantes, ya que incide significativamente, muchas veces dejando de lado las obligaciones personales, afectando su futuro ya que como se sabe muchas veces el ocio cambia la perspectiva de los deseos o metas de las personas, aún más en el grupo juvenil que apenas se están enfrentando a nuevas etapas de la vida.

3.4.1. Conducta del individuo

Los temas violentos son muy frecuentes en los videojuegos, sean en forma fantástica con monstruos, extraterrestres, alienígenas y otros tipos de animales, o en forma humana, basados en guerra, peleas callejeras y otros tipos de combates, generan una preocupación alarmante para los padres de quienes los practican, las respuestas agresivas por parte de los hijos tanto en acciones como en el vocabulario (Etxeberria, 1998).

En la actualidad es impresionante, ver la cantidad de videojuegos que popularmente contienen violencia, Cernaz (2017), afirma que los más demandados son: Grand Theft Auto San Andreas, FIFA Soccer, Mortal Kombat, Call of Duty, Assassin´s Creed y God Of War.

3.4.2. Pérdida de atención

Pasar muchas horas delante del televisor y con los videojuegos afecta a la capacidad de concentración en los niños (Swing, 2010).

Pérez (2018), afirma que cuando un niño lee un libro, las neuronas brillan y se conectan; cuando juega a la pelota, brillan y se conectan; pero cuando está situada en los videojuegos no gamificados, la neurona está paralizada, congelada en el tiempo. Esto a su vez genera que la disminución en el área de focalización de la atención, y por ende afecta la estabilidad de las relaciones sociales.

3.5. Efectos Fisiológicos

Según Smith et al (2008), en base los efectos fisiológicos que generan los videojuegos, se definen algunos criterios de investigadores con un alto grado de certidumbre. A continuación, se detallan:

- Los efectos encontrados son similares en magnitud a aquellos encontrados en la correlación entre fumar cigarrillos y contraer cáncer de pulmón (Strasburger, 2007).

- Los efectos son detonantes directos del 30% de la violencia social (Huesman, 2007).
- Los efectos de los videojuegos violentos son estimulantes de factores de riesgo criminológicos (Ferguson, 2013).

Un estudio de 15 años, permitieron a (Pérez, 2018), afirmar que los videojuegos son considerados como drogas, y aconseja que como padres, no se debe conceder drogas a los hijos; se los debe educar en las drogas, pero no dárselas. Hay que dialogar con los niños, educarlos, y fomentar el crecimiento sano del cerebro del niño, a través de actividad deportiva, artística, entre otras disciplinas que permitan el uso dinámico de las neuronas.

3.5.1. Respuesta hormonal

La relación entre los videojuegos y la ansiedad es una resultante compleja. Los videojuegos tienden a atraer a personas que experimentan ciertos tipos de ansiedad y los mantienen enganchados (Paredes, 2019).

Para Aliyari et al (2015), los juegos de computadora pueden afectar de manera crítica el sistema inmunológico a través del estrés y así mismo el sistema cognitivo-perceptivo.

Por ende es necesario advertir a los padres sobre la necesidad de crear sistemas de control en la selección de los tipos de juegos de sus hijos.

4. Videojuegos activos y pasivos en las personas

Los videojuegos pasivos son de aquella categoría que para su ejecución solo necesitan la coordinación del área visual con lo manual, situación que conlleva a la alimentación de una conducta de sedentarismo que puede acarrear problemas en la salud.

Para Castro et al (2017), el sedentarismo en la adolescencia acarrea a muchas problemáticas referente a la salud, además puede causar consecuencias como el sobrepeso, la mala alimentación, un estado anémico, falta de actividad física, poco rendimiento académico entre otros.

A diferencia de los videojuegos pasivos, los activos necesitan la implementación de otras partes del cuerpo un claro ejemplo son los videojuegos en realidad virtual 3D (Moncada y Chacón, 2012).

5. Resultados y discusión

El instrumento fue aplicado a 170 personas correspondientes a la Comunidad El Florón # 1, usando como mecanismo la segmentación de edades. A continuación, se presentan los porcentajes obtenidos de cada pregunta.

¿Usted se siente inquieto por temas relacionados con los videojuegos?

- 23 personas implicarían no inquietud por los videojuegos (5 niños, 6 jóvenes y 12 adultos).

- 16 personas, mencionan su insatisfacción de inquietud con respecto a ciertas características de los videojuegos (3 niños, 4 jóvenes y 9 adultos).
- 69 personas, afirman una disposición neutral con respecto a los videojuegos (15 niños, 20 jóvenes y 34 adultos).

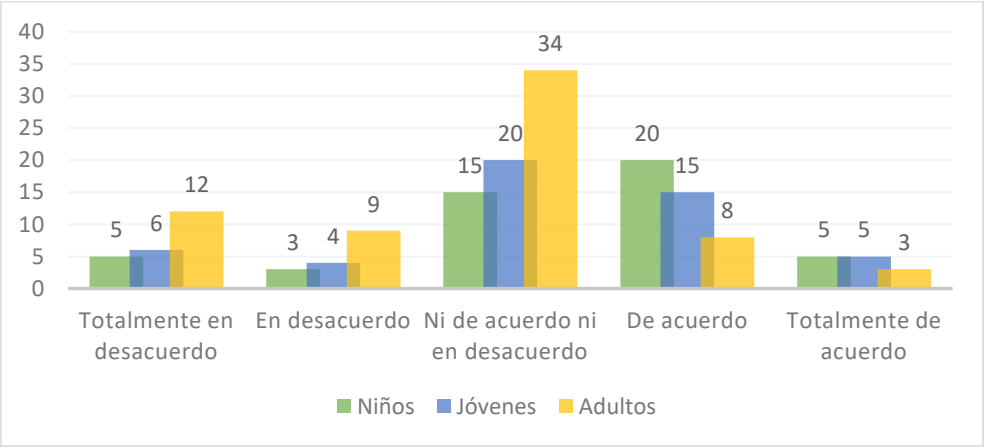


Figura 1 – Inquietud en base a videojuegos

- 43 personas, presentan un interés moderado por los videojuegos (20 niños, 15 jóvenes y 8 adultos).
- 13 de los encuestados, afirman su interés total por los videojuegos (5 niños, 5 jóvenes y 3 adultos).

Por otra parte, de las 170 personas tomadas como muestra, solo 56 tienen inquietud sobre el tema de los videojuegos, 90/168 afirman que mediante los videojuegos se pueden conocer diferentes personas a través del mundo, lo que aporta a su sociabilidad, pero de manera virtualizada.

Con respecto a problemas físicos, 48/168 personas, presentan alteraciones de sueño. Demanda excesiva de tiempo en el juego, perjudicando sus horas normales de descansar. A 27/168 les genera preocupación, estrés el no poder jugar diariamente un videojuego. Esto solo es un indicador de la dependencia que tienen los videojuegos sobre ellos.

Además, mediante el análisis bibliográfico realizado, otro factor que se podría presentar es el sedentarismo. En la parte de la sociabilidad, 42/168 personas, prefieren pasar mayor tiempo jugando videojuegos que salir con sus amistades.

El factor de no sociabilidad puede generar aislamiento y con ello ciertos problemas más como la depresión, violencia, entre otros. Por otra parte 46/168 han dejado sus actividades laborales y académicas por pasar tiempo jugando videojuegos.

Lo que repercute socialmente en la vida de las personas, afectando su proceso educativo y a futuro su desarrollo económico.

¿Podría especificar qué aspecto o el área más cercana de su vida que se ha visto afectada negativamente por los videojuegos?

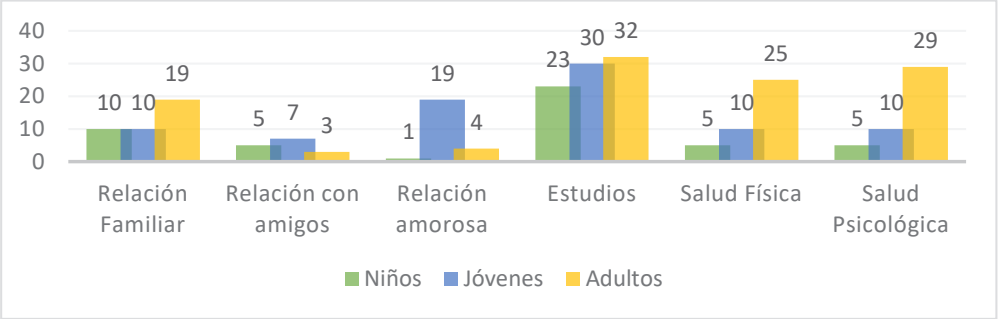


Figura 2 – Área negativamente afectada por los videojuegos

- 44 personas, afirman que el área de la salud psicológica (5 niños, 10 jóvenes y 29 adultos).
- 40 personas, manifiestan al área de Salud física (5 niños, 10 jóvenes y 25 adultos).
- 85 de los encuestados, menciona que mayormente es afectado el estudio (23 niños, 30 jóvenes y 32 adultos).
- 24 personas, creen que se afecta la relación amorosa (1 niño, 19 jóvenes y 4 adultos).
- 15 personas, piensan en que se afecta la relación con amigos (5 niños, 7 jóvenes y 3 adultos).
- 39 personas, consideran que la relación familiar es la afectada en la mayoría de casos (10 niños, 10 jóvenes y 19 adultos).

Existe un nivel moderado de incidencia en aspectos sociales. Considerando que los aspectos sociales más afectados por la manipulación de videojuegos son: Estudio, Salud Física y Salud psicológica.

Porque los videojuegos me ayudan a escapar de la realidad.

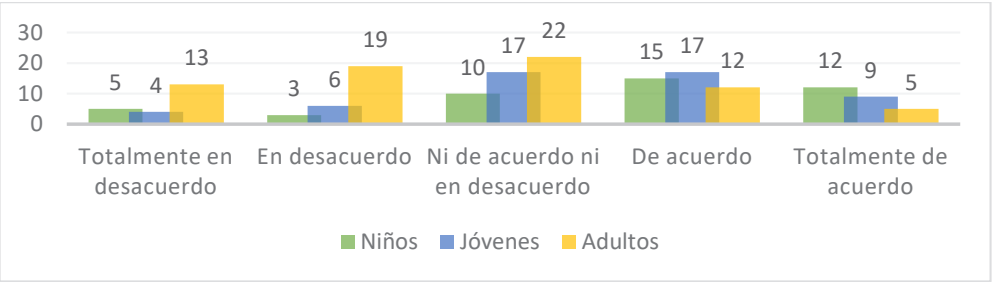


Figura 3 – Los videojuegos ayudan a escapar de la realidad.

- 22 personas, implicarían que los videojuegos no ayudan de ninguna manera a escapar de la realidad que vive una persona (5 niños, 4 jóvenes, 13 adultos).
- 28 personas, no consideran a los videojuegos como un escape de la realidad (3 niños, 6 jóvenes, 19 adultos).
- 49 personas, tienen una disposición neutral. (10 niños, 17 jóvenes, 22 adultos).
- 44 personas, consideran que si existe un escape de la realidad, usando videojuegos. (15 niños, 17 jóvenes, 12 adultos).
- 26 de los encuestados, están totalmente de acuerdo que los videojuegos son un gran escape de la realidad en la que viven. (12 niños, 9 jóvenes, 5 adultos).

Porque mejora mis habilidades de aprendizaje variado

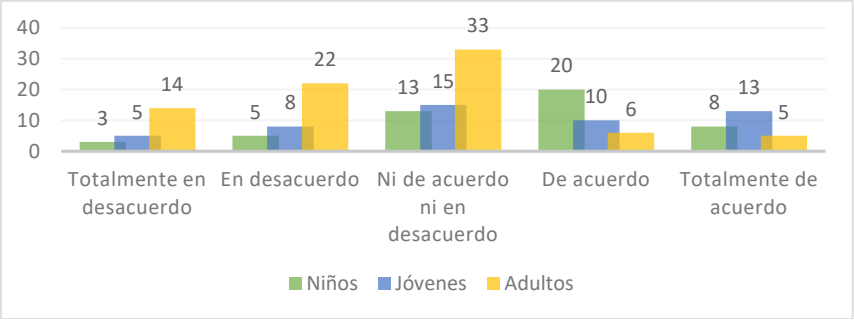


Figura 4 – Mejoría de habilidades de aprendizaje variado

- 22 personas, implicarían que los videojuegos no ayudan a mejorar las habilidades de aprendizaje (3 niños, 5 jóvenes, 14 adultos).
- 35 personas, no consideran a los videojuegos como una herramienta para mejorar sus habilidades (5 niños, 8 jóvenes, 22 adultos).
- 51 personas, mantienen una disposición neutral sobre la idea que los videojuegos mejoren sus habilidades de aprendizaje. (13 niños, 15 jóvenes, 33 adultos).
- 36 personas, consideran que los videojuegos si aportan en el desarrollo de sus habilidades de aprendizaje (20 niños, 10 jóvenes, 6 adultos).
- 26 de los encuestados están totalmente de acuerdo que los videojuegos aportan a sus habilidades de aprendizaje (8 niños, 13 jóvenes, 5 adultos).

¿Me molesto, cuando alguien me interrumpe mientras estoy jugando algún videojuego?

- 20 personas, no se molestan en ninguna manera por la interrupción en un videojuego (2 niños, 3 jóvenes, 10 adultos).
- 29 personas, no manifiestan actitud de molestia (5 niños, 7 jóvenes, 17 adultos).
- 34 personas, mantienen una disposición neutral (8 niños, 10 jóvenes, 16 adultos).
- 51 personas, consideran que si se molestan cuando le interrumpen mientras están jugando (20 niños, 23 jóvenes, 8 adultos).
- 36 de los encuestados están totalmente de acuerdo que se enojarían si alguien les interrumpe (18 niños, 12 jóvenes, 6 adultos).

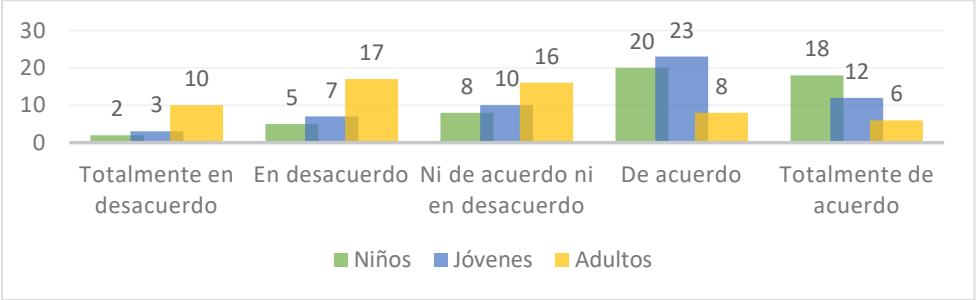


Figura 5 – Molestia por la interrupción de un videojuego

En base a su reacción emocional, 87/168 presentan molestias al momento de ser interrumpidos durante una sesión de videojuegos. Esto podría a futuro tener consecuencias fatales, tales como: desintegración familiar, asesinatos, entre otros acontecimientos perjudiciales.

85/168 personas, juegan porque sus amistades lo hacen. 70/168 manifiestan que los videojuegos le permiten escapar de su realidad. 62/168 afirman que los videojuegos le permiten mejorar sus habilidades de aprendizaje.

¿Usted ha dejado sus actividades laborales o académicas por jugar videojuegos?

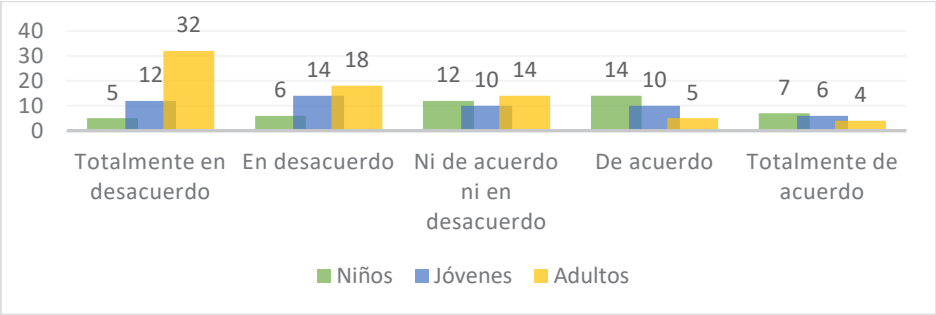


Figura 6 – Actividades prioritarias o videojuegos

- 49 personas, no han dejado sus responsabilidades laborales y académicas por pasar tiempo jugando videojuegos (5 niños, 13 jóvenes, 32 adultos).
- 38 personas, son responsables con sus actividades cotidianas (6 niños, 14 jóvenes, 18 adultos).
- 36 personas, mantienen una disposición neutral (12 niños, 10 jóvenes, 14 adultos).

- 29 personas, consideran que si han dejado sus actividades por pasar tiempo jugando (14 niños, 10 jóvenes, 5 adultos).
- 17 de los encuestados están totalmente de acuerdo que han dejado de cumplir con sus actividades, por el uso de videojuegos (7 niños, 6 jóvenes, 4 adultos).

¿Cuántas horas de su vida, usted invierte en videojuegos?

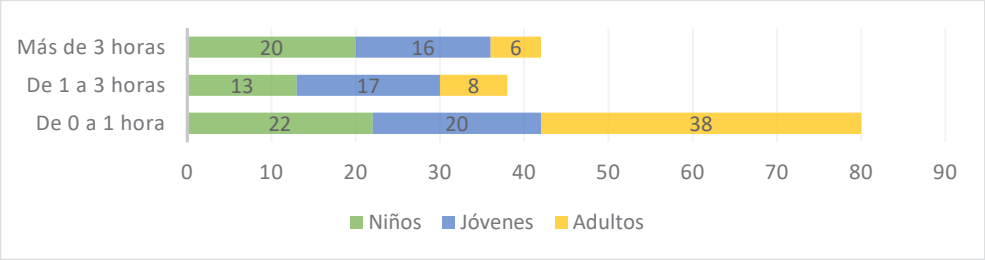


Figura 7 – Tiempo en videojuegos

- 82 personas juegan de 0 a 1 hora (22 niños, 20 jóvenes, 38 adultos).
- 38 personas juegan de 1 a 3 horas (13 niños, 17 jóvenes, 8 adultos).
- 42 personas juegan más de 3 horas (20 niños, 16 jóvenes, 6 adultos).

Se pudo diagnosticar que 80/168 personas tienen un tiempo moderado de juego de entre 0 a 1 hora. Posteriormente 38/168 personas juegan de entre 1 a 3 horas, lo cual es normal en términos de ocio y entretenimiento, aunque igual afectará a futuro mientras se de todos los días.

Finalmente es preocupante que 42/168 personas jueguen pasadas las 3 horas, lo que podría provocar en un futuro grandes problemas de adicción y por ende la aparición de nuevos problemas físicos, psicológicos y sociales.

6. Conclusiones

En relación a lo expuesto, se puede concluir que, el uso desmedido de los videojuegos en el confinamiento contrae problemas de aspecto social, fisiológico, conductual, entre otros, sin embargo, en la encuesta realizada se pudo constatar que la afectación de los videojuegos en el ámbito académico, donde 46 personas expresaron que han dejado sus actividades por pasar tiempo jugando, esto a su vez genera un déficit en el rendimiento académico de las personas, por otra parte existen diversos factores en la salud, tales como la alteración del sueño, falta de atención, cansancio mental, sedentarismo, alteración en el desarrollo normal de las neuronas, y aspectos sociales tales como: mal comportamiento, aislamiento, entre otros.

Se puede concluir que el uso desmedido de los videojuegos durante el confinamiento en caso de no ser controlado a tiempo puede ser perjudicial.

- En la presente investigación existieron 46 casos de adicción a videojuegos.
- Las variables sociales más recurrentes a la hora de convertirse en blancos fijos de los videojuegos son el área psicológica y la fisiológica, debido a que se producen trastornos, ansiedad y también problemas de salud al momento de adoptarse como una adicción.
- La población principalmente afectada son los niños y adolescentes.
- La población adulta presenta un índice realmente bajo en comparación a la otra población.
- Las autoridades deberían implementar programas de salud mental, con el objetivo de minimizar estos tipos de adicciones cibernéticas.
- Las instituciones educativas, deberían crear programas de educación virtual, con la finalidad de ofrecer asesoría psicológica a sus estudiantes.
- Impulsar al uso de videojuegos de simulación educativos como herramientas de enseñanza en las instituciones.

A futuro se podrían realizar estudios en esta línea con el objetivo de indagar en los aspectos criminológicos y enfermedades catastróficas que podrían generar los videojuegos.

Referencias

Aliyari, H., Kazemi, M., Tekieh, E., Salehi, M., Aghdam, A. (2015). The effects of fifa 2015 computer games on changes in cognitive, Hormonal and brain waves functions of young men volunteers. Basic and Clinical Neuroscience 6(3), pp. 193-201.

Alonqueo, P., y Rehbein, L. (2008). Usuarios habituales de videojuegos. Una aproximación inicial. Revista de investigación Última Decada, CIDPA Valparaiso. Recuperado desde: https://scielo.conicyt.cl/pdf/udecada/v16n29/art02.pdf

Anderson C. A., Carnagey, N. L., Flanagan, M., Benjamin, A J., Eubanks, J. & Valentine, J. C. (2004). Violent video games: Specific effects of violent content on aggressive thoughts and behavior. Advances in Experiment Social Psychology, 36, pp. 199-249.

Castro, M., Linares, M., Sanromán, S., Pérez, A. (2017). Analysis of sedentary behaviors, physical activity and use of videogames on adolescents. Recuperado desde: https://ruc.udc.es/dspace/handle/2183/22766

Cernaz, S. (2017). Video games and violence: a review of the line research of the effects. Recuperado desde: http://rephip.unr.edu.ar/bitstream/handle/2133/11785/Videojuegos%20y%20violencia%2c%20una%20revisi%c3%b3n%20de%20la%20l%c3%adnea%20de%20investigaci%c3%b3n%20de%20los%20efectos..pdf?sequence=2&isAllowed=y

Desmurget, M. (2019). La fabrique du crétin digital. Editions du Seuil, pp.43-45. Recuperado desde: https://staticoplanetadelibroscom.cdnstatics.com/libros_contenido_extra/44/43948_La_fabrica_de_cretinos_digitales.pdf

Eguina, J. (2013). Videojuegos: conceptos, historia y su potencial como herramientas para la educación. Revista de investigación 3ciencias, 4. Recuperado desde: https://www.3ciencias.com/wp-content/uploads/2013/04/videojuegos.pdf

Etxeberria, X. (1998). Videojuegos y educación. Revista Comunicar, (10), 172. Recuperado desde: https://www.redalyc.org/pdf/158/15801026.pdf

Ferguson, C. (2013). Violent Video Games and the Supreme Court. Lessons for the Scientific Community in the Wake of Brown v. Entertainment Merchants Association. American Psychologist, 68(2), pp.57-74.

Hall, L., Drummond, A., Sauer, J.D., Ferguson, C. (2021). Effects of self-isolation and quarantine on loot box spending and excessive gaming-results of a natural experiment. PeerJ 9,10705.

Huesman, L. (2007). The impact of electronic media violence: scientific theory and research. Journal of Adolescent health, 41, S6-S13. doi 10.1016/j.jadohealth.2007.09.05

López, C. (2016). El videojuego como herramienta educativa. Posibilidades y problemáticas acerca de los serious games. Revista de Innovación Educativa. Recuperado desde: http://www.scielo.org.mx/pdf/apertura/v8n1/2007-1094-apertura-8-01-00010.pdf

Marín, V. (2012). El ayer y el hoy de los videojuegos y juegos digitales. Revista Síntesis, 19-33.

Marín, V. (2020). Videojuegos: de la diversión a la adicción. Proyecto ResearchGate. Recuperado desde: https://www.researchgate.net/publication/347513755_Videojuegos_de_la_Diversion_a_la_Adiccion

Moncada, J., y Chacón, Y. (2012). El efecto de los videojuegos en variables sociales, psicológicas y fisiológicas en niños y adolescentes. Revista RETOS. Nuevas Tendencias en Educación Física, Deporte y Recreación, (21), 45. Recuperado desde: https://www.redalyc.org/pdf/3457/345732287009.pdf

Murillo, L., López, J., Godoy, A., Bueno, C. (2021). Gamification and active learning in higher education: is it possible to match digital society, academia and students' interests?. International Journal of Educational Technology in Higher Education 18(1), 15.

Paredes, R. (2019). Influencia de los videojuegos multiplayer online battle arena en el estrés y ansiedad en los jugadores. Pontificia Universidad Católica Del Ecuador. Recuperado desde: http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/17793/Disertaci%C3%B3n%2C%20Ricardo%20Xavier%20Paredes%20Placencia.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Pérez, C. (2018). Secuestrados por las pantallas. Revista Sonríe Mamá & Familia. Num. 148, pp.12-16. Recuperado desde: https://sonriemama.com/wp-content/uploads/2018/11/SM-148-Julio-Agosto-2018.pdf

Pérez, R., y Torres, D. (2014). Intensidad de demanda de los videojuegos y su efecto sobre el estado de ánimo y la activación percibida. Revistas Universitas Psychologica, 13(4), 1500. Recuperado desde: https://revistas.javeriana.edu.co/index.php/revPsycho/article/view/2297/10027

Pi, A., y Cobian, A. (2009). Componentes de la función afectiva familiar: una nueva visión de sus dimensiones e interrelaciones. Revista MEDISAN 13(6). Recuperado desde: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1029-30192009000600016

Reyes, K. (2014). Los videojuegos: ventajas y perjuicios para los niños. Revista Mexicana Pediátrica, 81(2). 75. Recuperado desde: https://www.medigraphic.com/pdfs/pediat/sp-2014/sp142g.pdf

Sánchez, P., Alfageme, M., y Serrano, F. (2010). Aspectos sociales de los videojuegos. Revista latinoamericana de tecnología educativa, 9(1), 44. Recuperado desde: https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/3268981.pdf

Strasburger, V. (2007). Go ahead punk, make my day: it's time for pediatricians to take action against media violence. Pediatrics, 119, e1398-e1399. doi 10.1542/peds.2009-2563.

Swing, E. (2010). Los videojuegos causan problemas de atención en los niños. Revista de Neurología. Recuperado desde: https://www.neurologia.com/noticia/2320/los-videojuegos-causan-problemas-de-atencion-en-los-ninos.

Tejeiro, R., Pelegrina, M., y Gómez, J. (2009). Efectos psicosociales de los videojuegos. Revista Comunicación, 237-238.

Van Vleet, M., y Feeney, B. (2015). Play behavior and playfulness in adulthood. Social and Personality Psychology Compass, 630-643.

Wardyga, B. (2019). The Video Games Textbook: History, Business, Technology. CRC Press.

Whitebread, D. (2017). Quality in Early Childhood Education: the contribution of Developmental Psychology. In M. Fleer and B. van Oers (Eds.), International Handbook on Early Childhood Education and Development. Springer.

risti
Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação
Iberian Journal of Information Systems and Technologies

Recebido/Submission: 26/04/2021
Aceitação/Acceptance: 19/06/2021

Las plataformas virtuales y la percepción de los estudiantes universitarios en la educación superior ecuatoriana durante la pandemia COVID-19

Navarro Cejas Mercedes[1], Cejas Martínez Magda Francisca[2], Mendoza Velazco Derling José[3], Aldaz Hernández Silvia Marieta[4], Venegas Álvarez Gina Silvana[5]

mercedes.navarro@utm.edu.ec; magda.cejas@unach.edu.ec; derling.mendoza@ute.edu.ec; saldaz@unach.edu.ec; gina.venegas@utc.edu.ec

[1] Universidad Técnica de Manabí UTM, Portoviejo, Manabí, Ecuador, 130716.

[2] Universidad Nacional del Chimborazo UNACH y Universidad de las fuerzas Armadas ESPE, Riobamba, 060102, Chimborazo, Ecuador.

[3] Universidad Nacional de Educación UNAE y Universidad UTE, Quito, 170101, Pichincha, Ecuador.

[4] Universidad Nacional del Chimborazo UNACH, Riobamba, 060102, Chimborazo, Ecuador.

[5] Universidad Técnica del Cotopaxi UTC, Latacunga, 050108, Ecuador.

Pages: 647-663

Resumen: El objetivo fue investigar la realidad de las plataformas virtuales en la educación superior ecuatoriana y su impacto académico antes y durante la pandemia COVID-19. El estudio fue Cuantitativo. La muestra fue no probabilística participativa, consistió en (500) estudiantes de distintas universidades de la Provincia del Chimborazo. Para la recolección de datos se utilizó una escala digital. Los resultados fueron analizados con el *t student* y el MANOVA en base a 4 variables de estudio, a través del SPSS. Se revelo una visión positiva de los estudiantes al utilizar las plataformas educativas. Existen diferencias estadísticas significativas de acuerdo con las variables de género, al contrario de los niveles de estudio y ubicación, existe una mayor afectividad y comprensión de los estudiantes al recibir clases virtuales por parte de profesoras. Se puede concluir que la pandemia COVID-19 aceleró la adopción del aprendizaje en línea por parte de las instituciones de educación superior.

Palabras-clave: Educación virtual; educación superior; COVID-19; plataforma educativa; Ecuador.

Virtual platforms and the perception of university students in Ecuadorian higher education during the Covid-19 pandemic

Abstract: The objective was to investigate the reality of virtual platforms in Ecuadorian higher education and their academic impact before and during the COVID-19 pandemic. The study was quantitative. The sample was non-probabilistic

participatory, consisting of (500) students from different universities in the Province of Chimborazo. A digital scale was used for data collection. The results were analysed with the *t student* and MANOVA on the basis of 4 study variables, using SPSS. A positive view of students when using educational platforms was revealed. There are significant statistical differences according to gender variables, contrary to the levels of study and location, there is a greater sympathetic affection of students when receiving virtual classes by female teachers. It can be concluded that the COVID-19 pandemic accelerated the adoption of online learning by higher education institutions.

Keywords: Covid-19; virtual education; higher education; Ecuador; educational platform; virtual education; COVID-19; Ecuador.

1. Introducción

La República del Ecuador declaro emergencia sanitaria por la expansión de la enfermedad COVID-19, tomándose como medidas de prevención y control la restricción de reuniones y eventos masivos de personas, de igual forma la aplicación plataformas tecnológicas para la educación virtual y telemedicina (Primicias, 2020). Ecuador quedó paralizada por el brote del coronavirus, lo que ocasiono que los colegios y las universidades se ajustaran a la modalidad de enseñanza en línea. El sistema de educación superior comenzó un experimento de aprendizaje en línea sin precedentes. La nueva epidemia COVID-19 no solo puso en grave peligro la salud de los individuos, sino que cambio profundamente la forma de vida y los valores de la humanidad, también puso a la humanidad en un entorno de vida de alto riesgo e incertidumbre.

König *et al*, (2020), resaltan que la educación virtual se ha transformado en el modelo de enseñanza actual, pero esta situación continua sin tiempo determinado. No se mencionan muchas de las partes difíciles de la transición a gran escala al aprendizaje en línea. Eickelmann y Gerick (2020), consideran que los horarios de clases virtuales se deben reajustar para priorizar fácilmente enseñar el contenido en línea. Las universidades deben considerar las asignaciones para los estudiantes. Especialmente cuando los estudiantes están en diferentes zonas, estatus económico, falta de recursos tecnológicos y coordinación del trabajo ya que se vuelve muy difícil organizar de educación virtual. En la educación virtual los criterios de calificación cambian, el peso de los deberes pequeños semanales se incrementa y el peso de las evaluaciones finales disminuye. Muchas universidades ecuatorianas se enfrentaron a las dificultades de realizar exámenes en línea.

El proceso educativo actual no puede imaginarse sin el uso de recursos de Internet y tecnologías de información y comunicación. La idea de aprender a distancia y monitorear las actividades educativas para los estudiantes parece muy prometedora. El aprendizaje a distancia está ganando un significado especial hoy en día, ya que con el desarrollo de Internet y los estudiantes que poseen computadoras personales, el intercambio de información entre los docentes y el estudiantado está mejorando. Todo esto contribuye a activar y modernizar el proceso educativo. En el marco del proceso educativo, la dirección más eficaz para el desarrollo de la enseñanza a distancia puede ser el establecimiento de plataformas educativas (PE) y actividades virtuales, pero, hay un serio inconveniente para trabajar a través de estos sitios, su extrema impopularidad con los estudiantes, lo

que puede impedirles obtener resultados notables en el proceso educativo y el proceso de preparación del examen utilizando estos recursos de Internet. Es importante destacar que una pandemia y su consecuente cuarentena presentan un desafío educativo que se debe considerar. La manera de educar a los estudiantes cuando no pueden asistir a la universidad presenta una dificultad, pero también una oportunidad. Como situación problemática de investigación emergen las siguientes preguntas:

- ¿Cuál es la realidad de las plataformas educativas en la educación universitaria durante la pandemia COVID-19?
- ¿Existen diferencias estadísticamente significativas en las plataformas universitarias de educación a distancia durante la pandemia COVID-19 según las variables género, especialización, teoría / práctica, etapa universitaria y ubicación del estudiante?
- ¿Cuál es el impacto en el rendimiento académico antes y después de la pandemia COVID-19 al aplicar las plataformas virtuales de los estudiantes de educación superior?
- Para dar respuestas a las interrogantes se plantean los siguientes objetivos del estudio:
- Investigar la realidad de las plataformas educativas de educación superior durante la pandemia COVID-19.
- Analizar si existen diferencias estadísticamente significativas en el uso de plataformas educativas universitarias durante la pandemia COVID-19, desde las variables, género, especialización, teoría / práctica, etapa, ubicación del estudio y necesidades especiales en la enseñanza.
- Describir el impacto de las plataformas virtuales en la educación universitaria desde el logro académico antes y durante la pandemia COVID-19.

La investigación se justifica en teoría por describir la realidad de la PE en la educación a distancia, destacar el impacto en el logro académico antes y después de la pandemia COVID-19. Desde un punto de vista práctico, esta investigación pone en relieve las variables que podrían afectar la aplicación de la educación virtual en las PE universitarias.

2. Contexto Teórico

2.1. Coronavirus SARS-CoV-2

El coronavirus es una gran familia de virus que puede causar enfermedades como el resfriado común, el síndrome respiratorio agudo severo (SARS) y el síndrome respiratorio del Medio Oriente (MERS). China estalló recientemente una enfermedad que se ha extendido al mundo, a saber, COVID-19. Se ha confirmado que la causa principal es un nuevo tipo de virus llamado 2019 Novel Coronavirus (2019-nCoV) (Hayat *et al*, 2020). Actualmente se sabe poco sobre el nuevo virus, ya que las principales organizaciones de salud pública, incluida la Organización Mundial de la Salud (OMS) y los Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades (CDC) de EE. UU., están monitoreando de cerca el desarrollo del virus y publicando la información más reciente a través de sus respectivos sitios web. Estas organizaciones también emitieron algunas recomendaciones sobre cómo prevenir y tratar las enfermedades causadas por el virus.

Bajo la nueva epidemia respiratoria COVID-19, algunas instituciones de educación superior se preparan para reabrir o mantener cursos, muchas deben enfrentarse al desafío de garantizar la seguridad de los estudiantes, maestros, personal y voluntarios. El control de salud y normas preventivas deben proporcionar las precauciones sobre cómo ayudar a proteger a los estudiantes y empleados (como maestros, personal y personal administrativo) y así disminuir la propagación de COVID-19. Según Sintema (2020), a nivel mundial como medida preventiva se desarrolla la educación en línea de tipo extracurricular y no formal. Para otros, sin embargo, la educación en línea se convirtió en una necesidad formal desde marzo de 2020. La actual emergencia de salud pública impulsa a la educación en línea a tomar la iniciativa de estandarizar los modelos educativos. Durante años, las discusiones sobre educación en línea fueron abundantes, en este sentido, la interacción cara a cara sigue siendo la forma principal de instrucción, mientras que la educación en línea juega un papel de asistencia.

2.2. Aprendizaje a distancia

Si bien el mundo trabaja arduamente para enfrentar el impacto de COVID-19, la demanda de educación, investigación en línea, aprendizaje a distancia y actividades de ocio en línea colocan a las instituciones educativas de todo el mundo en una posición de servicio única. La pandemia ha obligado a las universidades, a transferir del aprendizaje general presencial al aprendizaje en línea (Byrnes *et al*, 2020). De acuerdo con Zhou *et al*, (2020), entre las recomendaciones para la prevención de la nueva infección COVID-19, se encuentran las normativas para las instituciones educativas de educación superior en establecer clases virtuales a través de PE, clases de laboratorio electrónico, webinars, conferencias y ejercicios prácticos en formato de tiempo completo con un entorno electrónico de información y educación, utilizando cuentas personales de estudiantes y profesores, correo electrónico, así como, transmisiones online y otras tecnologías educativas que permiten la interacción de estudiantes y profesores de forma indirecta (a distancia).

Para aclarar los aspectos del régimen de la educación a distancia, Al awamrah (2015), manifiesta que el aprendizaje a distancia no se puede organizar sin una computadora en el hogar de los estudiantes y de los docentes. Se debe formalizar una organización de alta calidad del aprendizaje a distancia y una comunicación cómoda de los estudiantes con sus compañeros y docentes sin salir de casa, además, se necesita de un Internet de alta rapidez en la residencia de cada usuario. Las actividades a distancia ofrecen interacción a los estudiantes, permitiendo la capacitación, análisis, discusión, debates y tomas de decisiones. Bajo el aprendizaje a distancia se encuentra la tecnología del proceso educativo, que se realiza principalmente utilizando las TIC en a distancia o no totalmente mediada por la interacción del estudiante y el profesorado, que brinda interactividad a los participantes (Akande *et al*, 2020).

Para AL-Salahat (2016), el aprendizaje a distancia son conferencias, seminarios, coloquios, presentaciones con informes, solo en línea, los profesores eligen las plataformas de organización de clases que sean óptimas para su curso: conferencias telefónicas, transmisiones online, chats grupales en redes sociales y mensajería instantánea, pruebas online, etc. A nivel tecnológico los sistemas educativos más aplicados según Alfredsson *et al*, (2020) son Google Classroom, Chamilo LMS, Microsoft Teams, Moodle, NEO LMS, Schoology, Edmodo y Blackboard Open LMS. Sun *et al*, (2020), plantean que dentro de

las plataformas virtuales debe existir las redes sociales de comunicación, para fomentar las relaciones personales educativas y divulgar el conocimiento científico.

El exceso de Internet en los estudiantes universitarios puede alterar los niveles hormonales y cambiar, como resultado de la dependencia de las redes virtuales (Wahab, 2020). Por ejemplo, cuando se aplican las PE, se libera la hormona oxitocina, que es responsable de los sentimientos de empatía (Sindiani *et al*, 2020). La desventaja es que una persona pierde la habilidad de la comunicación real, por estar acostumbrado a la comunicación en línea. Al enviar mensajes de texto en las PE, las personas a menudo no siguen las reglas de la gramática y la puntuación al utilizar un vocabulario pobre, las emociones son reemplazadas por emoticonos, todo esto afecta negativamente la comunicación en el mundo real. Pero en general, Internet es positivo y necesario para la vida del estudiante (Dhawan, 2020).

3. Metodología

3.1. Diseño de investigación

Para lograr los objetivos del estudio, los autores desarrollaron una investigación basada en el método cuantitativo. Boeren (2018), resalta que los métodos cuantitativos tienen como objetivo obtener información que se presenta en términos numéricos, mostrando el comportamiento del participante y su reacción ante determinadas actividades de investigación. La tarea principal de dichos estudios es obtener datos cuantitativos y evaluar la reacción de los encuestados ante cualquier evento. También es importante que en el transcurso del estudio se estudie la opinión de un número suficientemente grande de personas (muestra grande), esto puede servir como indicador de la objetividad y confiabilidad de los datos obtenidos. El diseño de investigación fue de tipo descriptivo, definido por Mellinger y Hanson (2016), como un procedimiento metodológico y técnico organizado de forma lógica y objetiva. Este diseño permitió obtener datos fiables sobre el fenómeno o proceso en estudio, las tendencias y contradicciones de su desarrollo.

3.2. Población y muestra

La población investigativa fue constituida por los 2000 estudiantes universitarios de la provincia del Chimborazo, Republica del Ecuador durante el ciclo académico B-2020, compuestas por la Universidad Regional Autónoma de los Andes (UNIANDES), Universidad Nacional de Chimborazo (UNACH) y Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH). Para la selección de la muestra se aplicó el muestreo no estadístico. La selección de muestra en la investigación descriptiva se suele utilizar cuando el objeto es una comunidad relativamente grande de personas con diferentes características. Puede ser el colectivo de una gran población, donde se encuentran personas de diferentes profesiones y categorías de edad, con diferente experiencia laboral, nivel educativo o la población de una ciudad, distrito o región. En tal situación, la asignación de muestra fue relativamente homogénea, permitiendo realizar una valoración y comparación alternada de las características de interés de los investigadores, además, facilito la identificación, presencia o ausencia de conexiones entre ellas (Zhang *et al*, 2020).

Los investigadores utilizaron el método de muestreo no estadístico, debido a consideraciones de tiempo, costo, acatando las medidas preventivas de salud del no aglomeramiento y distanciamiento de personas. Los investigadores diseñaron y enviaron una carta electrónica de invitación participativa a los estudiantes de las universidades mencionadas. Los estudiantes que decidieron participar fueron seleccionados acorde a los criterios de variable de estudio, género, especialización, ubicación de estudio y nivel educativo (ver Tabla 1).

Porcentaje	Frecuencia	Categoría	Variables
49,8	249	Masculino	Género
50,2	251	Femenino	
60,4	302	Teórico	B. Especialización
39,6	198	Práctico	
22,2	111	Sede principal	Ubicación del estudiante
77,8	389	Ramas o Núcleos	
82	410	Licenciatura	Nivel educativo
18	90	Postgrado	

Fuente: Diseño de los autores (2020)

Tabla 1 – Distribución de la muestra de estudio según las variables

3.3. Herramientas de investigación

El estudio buscó medir la realidad de las plataformas digitales de educación a distancia durante de la pandemia COVID-19 desde el punto de vista de los estudiantes universitarios. Esta realidad pudo ser descrita mediante las actitudes de los estudiantes, para esto se diseñó como instrumento de recolección de datos, un cuestionario escalar tipo Likert. La escala Likert es psicométrica, las preguntas se utilizan en una encuesta con cinco opciones de respuestas para cada pregunta, la primera opción Siempre (S) con un valor mayor de 5, luego la opción Casi Siempre (CS) con un valor de 4, la opción intermedia Algunas Veces (AV) con un valor de 3, la opción Casi Nunca (CN) con 2 puntos de valor, luego la opción Nunca (N) con el menor valor de 1 solo punto (Pari *et al*, 2020). El cuestionario aplicado en la investigación se presenta en la Tabla 2.

Cuestionario			
El apoyo de las plataformas virtuales en el aprendizaje cognitivo de los estudiantes universitarios		Fecha: ___/___/___	
Instrucciones			
Apreciado/da estudiante/a: Lea detenidamente cada ítem y elija a su derecha (marcando con X) la opción que considere correcta, (S) Siempre, (CS) Casi siempre, (AV) Algunas veces, (CN) Casi nunca y (N) Nunca. Los investigadores se comprometen a enviar un resumen estadístico de los resultados, si es de su interés. Muchas gracias por su colaboración.			
Ítems	Preguntas	Opciones	
		M	F

Cuestionario						
A	Su género es					
		S	CS	AV	CN	N
A.1	Cuando recibo clases virtuales siento afectividad y comprensión con las profesoras					
A.2	Cuando recibo clases virtuales siento afectividad y comprensión con los profesores					
B	Mi especialización formativa universitaria fue de carácter teórico o practico	Teórico		Práctico		
		S	CS	AV	CN	N
B.1	¿La educación virtual facilita el aprendizaje teórico universitario?					
B.2	¿La educación virtual facilita las prácticas universitarias?					
B.3	¿Los foros de debate se consideran una parte importante del sistema de aprendizaje electrónico?					
B.4	¿Los docentes/instructores interactúan con los estudiantes a través de las plataformas virtuales?					
B.5	¿Los instructores proporcionan información sobre los cursos electrónicos?					
B.6	Al recibir evaluaciones teóricas virtuales me siento cómodo					
B.7	Me siento satisfecho con los resultados emitidos por las evaluaciones prácticas virtuales (ciencias experimentales, practicas pedagógicas, técnicas entre otras)					
C	Me encuentro ubicado en la misma ciudad de mi universidad / núcleo / Facultad o sede	Sede principal		Núcleo o sede		
		S	CS	AV	CN	N
C.1	La educación virtual me brinda beneficio económico (como gastos de residencia, transporte, entre otros)					
C.2	Al recibir clases virtuales tengo dificultades técnicas de conexión a Internet					
C.3	Recibo suficiente formación en la Universidad para utilizar el sistema de aprendizaje electrónico					
C.4	Los manuales, directrices e instrucciones de la plataforma educativa de mi universidad, facilitan el uso para efectuar el aprendizaje electrónico					
C.5	En comparación a la modalidad presencial, es más fácil aprender con el sistema de aprendizaje virtual universitario					
C.6	El sistema de comunicación/conexión utilizada por la plataforma universitaria es eficiente y buena					

Cuestionario						
D	Actualmente curso estudios universitarios a nivel de	Pregrado			Postgrado	
		S	CS	AV	CN	N
D.1	Utilizo el sistema de aprendizaje electrónico en mi Universidad					
D.2	Los cursos electrónicos publicados en las plataformas universitarias son una referencia importante					
D.3	Las conferencias grabadas me ayudan a compensar las clases virtuales					
D.4	Me resulta efectivo establecer grupos de investigación para resolver tareas o deberes mediante plataformas virtuales					
D.5	A nivel investigativo, las plataformas virtuales me permiten el desarrollo óptimo de trabajos, informes, tesinas y/o tesis					

Fuente: Diseño de los autores (2020)

Tabla 2 – Cuestionario aplicado a los estudiantes universitarios para la recolección de datos

3.4. Fiabilidad del instrumento

Para comprobar la fiabilidad del instrumento, se aplicó una prueba piloto de tipo diagnóstica a 10 estudiantes. Se calculó el Coeficiente Alfa de Cronbach, descartando los resultados de los ítems A, B, C y D, ya que sus opciones de respuestas no son de tipo escalar sino, dicotómicas. El coeficiente estadístico de fiabilidad para todas las interrogantes expuestas en el cuestionario (Tabla 2) fue de 0,892. Los coeficientes estadísticos Alfa Cronbach al mantenerse en el rango 0,800 y 0,899 son de alta confiabilidad, lo que asegura a los investigadores utilizar la herramienta de estudio y confiar en los resultados de su aplicación (Mendoza *et al*, 2019).

3.5. Análisis de los datos estadísticos

Los resultados estadísticos fueron procesados con el software estadístico SPSS versión 25. Para el análisis de datos se aplicó la estadística descriptiva mediante cuatro variables de estudio, la primera es la variable de género (VAR.A), luego la variable de especialización formativa universitaria (VAR.B), la tercera variable se refiere a la ubicación de estudiante (VAR.C) y como cuarta variable el nivel educativo (VAR.D). Se desarrollo el *t de student* y el estudio de desviación estándar como medias de la distancia promedio entre cada variable, es decir, describir cómo se distribuyeron los datos desde la media. Para el análisis de los resultados se consideró que una desviación estándar baja, indica que los puntos de datos tienden a estar cerca de la media del conjunto de datos, mientras que una desviación estándar alta indica que los puntos de datos están distribuidos en un rango más amplio de valores (Jurková *et al*, 2020). Como segundo componente de análisis estadístico se ejecutó el análisis multivariante de la varianza MANOVA, el cual consiste en solo un ANOVA con varias variables independientes. La prueba ayudo a analizar las preguntas de investigación, que incluyen la comparación

de medias de varias variables. El MANOVA, brinda una forma de hacer comparaciones múltiples de varias medias poblacionales (Zhao *et al*, 2019). Para realizar el MANOVA, se establecieron comparaciones de las variaciones entre las medias de la muestra, así como la variación dentro de cada una de las muestras.

4. Resultados y discusión

4.1. Pregunta 1

Para dar respuesta a la pregunta, ¿Cuál es la realidad de las plataformas educativas en la educación a distancia durante la pandemia COVID-19 desde el punto de vista de los estudiantes universitarios? Las propiedades estadísticas del cálculo de la muestra, ofrece respuestas descriptivas sobre la realidad de las PE con escalas o ranking de 5 niveles acordes a las opciones de respuestas expuestas en el cuestionario (ver Tabla 3).

Ranking	Desviación Std.	Desviación media	Variable
4	,33426	1,1280	VAR.B
5	,37046	1,0730	VAR.C
3	,25862	1,0720	VAR.D

Tabla 3 – Estadísticas descriptivas

La tabla anterior muestra el grado de beneficiarse de la educación a distancia durante la pandemia COVID-19, todas las expresiones fueron altas. Los resultados demuestran que la variable B, (interrogantes del cuestionario B.1 y B.5) se clasificaron entre los niveles altos con un ranking de 4 (casi siempre). De igual forma para la variable C (interrogantes, C.3 y C.4) presentaron el ranking 5 (siempre). Se puede describir que la realidad de las PE universitarias "casi siempre" es considerada importante, por facilitar beneficios educativos, económicos y de conexión. Para los resultados de la variable D (interrogante D.4) se obtuvo una clasificación de nivel medio, con un ranking 3 (algunas veces) considerando que las PE universitarias, algunas veces permiten establecer grupos efectivos para desarrollar actividades o deberes según el nivel de estudios.

4.2. Pregunta 2

En base a la pregunta, ¿Existen diferencias estadísticamente significativas en las plataformas universitarias de educación a distancia durante la pandemia COVID-19 desde el punto de vista de los estudiantes según las variables género, especialización, teoría / práctica, etapa universitaria y ubicación del estudiante?, se dio respuesta al utilizar la prueba *t student* y análisis MANOVA. Para la variable A (género) los resultados se demuestran en la Tabla 4.

Es evidente desde la Tabla 3, visualizar según la desviación estándar que existen diferencias estadísticamente significativas en el uso de plataformas educativas en la educación a distancia durante la pandemia COVID-19 desde el punto de vista estudiantil. Los resultados demuestran que los estudiantes sienten más afectividad y comprensión,

cuando reciben videoconferencias o clases virtuales por parte de las profesoras, al contrario de los profesores. En cuanto a la variable de especialización formativa universitaria (Teoría / Práctica) los resultados se presentan en la Tabla 5.

Estadística en sí.	Sig. (2colas)	Df	*t*	Desviación Std.	Decir	N	Género
Función estadística	,000	500	3,920	3,914	22,119	249	Masculino
				4,883	23,246	251	Femenino

Tabla 4 – Muestra de las diferencias estadísticas entre los hombres y mujeres con respecto al uso de las plataformas educativas universitarias

Estadística en sí.	Sig. (2colas)	Df	*t*	Desviación Std.	Decir	N	Especialización
Estadística no función	,490	500	,691	4,515	22,817	302	Teórico
				4,578	22,579	198	Práctico

Tabla 5 – Diferencias estadísticas entre la formación teórica y práctica percibidas por los estudiantes universitarios con el uso de plataformas educativas

En la Tabla 5, se puede observar que no hay diferencias estadísticamente significativas con respecto al uso de las plataformas educativas en la educación a distancia durante la pandemia Corona COVID-19 desde el punto de vista de los estudiantes según la variable especialización ya sea teórica o práctica, lo que indica que todos los participantes utilizan plataformas educativas de forma equitativa. Para la variable de ubicación del estudio los resultados se presentan en la tabla 6.

Estadística en sí.	Sig. (2colas)	Df	*t*	Desviación Std.	Decir	N	Ubicación del estudio
Función estadística	,000	500	1,886	4,090	22,469	111	Sede
				4,851	23,011	389	Ramas

Tabla 6 – Diferencias estadísticas significativas de la variable ubicación del estudiante al usar las plataformas educativas universitarias

En la Tabla 6, se verifica que existen diferencias estadísticamente significativas respecto a la variable ubicación de los estudiantes, los estudiantes en su mayoría se encuentran ubicados en sus residencias o están ubicados ciudades distantes de la sede principal universitaria durante la pandemia COVID-19. Desde el punto de vista de los estudiantes el uso de las plataformas educativas a distancia brinda beneficios favorables en la educación universitaria. Para la variable nivel educativo, los resultados se demuestran en la Tabla 7.

Estadística en sí.	Sig. (2colas)	Df	*t*	Desviación Std.	Decir	N	Nivel educativo
Estadística no función	,628	500	,497	4,624	23,051	410	Licenciatura
				4,523	22,747	90	Postgrado

Tabla 7 – Diferencias significativas de la variable nivel educativo de los estudiantes universitarios al usar las plataformas educativas durante la pandemia COVID-19

En la tabla 7 se puede señalar que no hubo diferencias estadísticamente significativas según la variable nivel educativo al usar las plataformas educativas universitarias durante la pandemia COVID-19. Según los estudiantes, tanto a nivel de pregrado como de postgrado, resulta efectivo el uso de las actividades virtuales a nivel investigativo. Para analizar de forma descriptiva las variaciones se presentan en la Tabla 8 los datos estadísticos del cálculo de ANOVA.

Comparación Múltiple					
Variable independiente	**Diferencias de medias**	**Std. error**	**Sig.**	**Límite inferior**	**Límite superior**
VAR.A	13900	4,100	0,753	6,8002	20,3256
VAR.B	13850	4,540	0,002	-20,3256	-68002
VAR.C	13800	4,461	0,001	6,9700	20,4506
VAR.D	14100	4,580	0,000	7,2220	21,4450

Tabla 8 – Calculo estadístico de MANOVA

La tabla 8 muestra que para las puntuaciones medias de la variable genero (VAR.A) fueron estadísticamente significativas al ser comparadas con las otras tres variables con p=0,753. Las variables de especialización (VAR.B), ubicación del estudiante (VAR.C) y nivel educativo (VAR.D) no fueron estadísticamente significativas (p <,005).

4.3. Pregunta 3

La pregunta 3 manifiesta: ¿Cuál es el impacto en el rendimiento académico de los estudiantes universitarios antes y después de la pandemia COVID-19 al aplicar las plataformas virtuales? Los datos estadísticos se presentan en la tabla 9.

Estadística en sí.	Sig. (2colas)	Df	*t*	Desviación Std.	Decir	N	Logro académico
Función estadística	.000	500	1.903	1.040	4.024	500	Antes de COVID-19
				1.149	4.165	500	Después de COVID-19

Tabla 9 – Diferencias entre las puntuaciones medias en el uso de plataformas educativas en la educación a distancia y su impacto en el logro académico antes y después de la pandemia COVID-19

Es la Tabla 9, existen diferencias estadísticamente significativas en la escala de las plataformas educativas en la educación a distancia durante la pandemia Corona desde el punto de vista de los estudiantes universitarios. De acuerdo con la variable especialización formativa los ítems B.2, B.6 y B.7. Se dio como resultado "casi siempre" facilita el desempeño académico mediante las actividades virtuales, como también los niveles de comodidad y satisfacción de los resultados evaluativos obtenidos. La variable ubicación estudiantil se desarrolló mediante los ítems C.2 y C.5. El ítem C.2 presento el valor promedio más bajo con un puntaje de 3 (Algunas veces), en comparación al ítem C.5 con un valor promedio de 4 (Casi siempre), demostrándose que los estudiantes tienen mayor facilidad de aprendizaje en la educación virtual, en comparativa a la modalidad presencial.

Respecto al nivel de estudios a nivel de pregrado y postgrado (ítem D.3), los estudiantes resaltaron en tu totalidad con rango 5 (Siempre) la utilidad de poseer videoconferencias, actividades y cursos grabados en la plataforma. De igual manera, para el ítem D.5 los estudiantes notificaron que a nivel investigativo con promedio 5 (Siempre) poder desarrollar de forma fácil y accesible las actividades investigativas mediante la plataforma virtual universitaria, lo que indica que la pandemia COVID-19 ha contribuido efectivamente a aumentar la media académica virtual.

5. Discusión de los resultados

Desde el punto de vista de los estudiantes el uso de plataformas educativas durante la pandemia COVID-19, es generalmente positiva. Sin embargo, los resultados estadísticos demostraron que existen diferencias significativas en el uso de plataformas educativas en la educación a distancia durante la pandemia COVID-19 con respecto a la afectividad de genero (hombres/ mujeres) en favor de las mujeres. Para Bullough (2015), los profesores de género masculino en la educación elemental básica y el bachillerato son de baja frecuencia en comparación a la educación superior o universitaria. Estas diferencias se impregnan en la mente y conciencia educativa, de allí que los estudiantes esperan recibir actividades educativas por parte de profesoras. En la cultura ecuatoriana al igual que en otros países se encuentran diferencias, creencias y preferencias educativas del género, en este orden, Ahmad *et al*, (2019), afirman que se determinó que las similitudes entre los profesores y profesoras eran de importancia significativa. Para el presente estudio, los estudiantes universitarios de la Provincia del Chimborazo demostraron tener más afectividad y comprensión al recibir clases u orientaciones educativas por parte de las profesoras.

Para los estudiantes, respecto a la realidad de las PE universitarias durante la pandemia Corona COVID-19, no hay diferencias estadísticamente significativas. Los resultados estadísticos de este trabajo son comparativos con el estudio de Mukhtar *et al*, (2020), quienes manifiestan las ventajas de recibir clases virtuales durante el COVID-19, incluyendo el aprendizaje remoto, comodidad y accesibilidad. El ranking calificativo de alta confiabilidad y accesibilidad a una PE es determinado por Waller *et al*, (2020) cuando la educación en línea permite al docente y los estudiantes establecer su propio ritmo de aprendizaje, adicionando la flexibilidad de establecer un horario que se adapte

a la agenda de todos. Respecto a la variable de formación o especialidad educativa, ya sea teórica o práctica, se logró establecer que todo todos los estudiantes usan las plataformas educativas remotas. Ashe y Molina (2021), confirman que el uso de una plataforma educativa en línea permite un mejor equilibrio entre el trabajo y los estudios, por lo que no hay necesidad de renunciar a nada. Estudiar en línea promueve habilidades vitales para la administración del tiempo, lo que facilita encontrar un buen equilibrio entre el trabajo y el estudio. Tener una agenda común entre el estudiante y el profesor también puede impulsar a ambas partes a aceptar nuevas responsabilidades y tener más autonomía.

En cuanto a la variable de la sede académica o ubicación estudiantil, el resultado estuvo a favor de la sede donde más se utiliza las plataformas educativas en educación a distancia. Se presentaron diferencias estadísticamente significativas en la escala de las plataformas educativas en la educación a distancia, la tasa académica antes y durante la pandemia COVID-19 presento resultados a favor del promedio evaluativo post-académico, lo que indica que la cuarentena ha contribuido efectivamente a aumentar la tasa de resultados académicos. Esto es consistente con lo confirmado por el estudio de Akande *et al*, (2020), y Al awamrah (2015), al reafirmar que estudiar online en un entorno universitario, es un desafío al costo del equipo (hardware y software); aunque puede ser una compra única, aún requiere que la universidad proporcione fondos presupuestarios para configurar la tecnología.

El currículo universitario debe integrar el uso de la tecnología, ajustar el valor del desarrollo de habilidades y optimizar las oportunidades de respuesta en las plataformas, para que los estudiantes puedan obtener un desarrollo de habilidades avanzado y mejorar el conocimiento del contenido a través de la educación virtual (Olasile & Soykan, 2020). Además de las pruebas y exámenes basados en texto, los estudiantes también deben tener la oportunidad de analizar y estudiar virtualmente de forma creativa, proporcionar respuestas basadas en la PE a través de métodos didácticos aplicados (Mirbabaie *et al*, 2020 y Rapanta *et al*, 2020).

Los resultados investigativos tiendan a reconocer los efectos y factores positivos de la aplicación de las PE y la transición de educación universitaria presencial a la modalidad virtual en el Ecuador. En otros países como Colombia, la cuarentena preventiva genero un ajuste en el calendario académico. Durante las dos primeras semanas se dio tiempo a los docentes para elaborar un plan pedagógico, con el fin de desarrollar y crear actividades y tareas para los alumnos, (Sanabria, 2020). En otros países como Perú y México han tratado de superar los obstáculos usando Zoom para impartir clases en las universidades, además entre las plataformas más utilizadas se encuentran Moodle y Teams (Baptista *et al,* 2020).

6. Conclusiones

Las PE universitarias se entienden como comunidades académicas en las que establecen diversos tipos de relaciones (investigación, orientación, amistad, trabajo, educación, formación, prácticas, etc.) y que permiten a sus miembros estar en comunicación e interacción contínua basadas en una dinámica educativa determinada. Su aplicación en

la educación trae nuevos retos para que profesores y estudiantes encuentren en ellos una nueva forma de enseñar y rompan con los esquemas de enseñanza tradicionales exclusivos para el aula. Las TIC son un hito en las formas de relación e interacción, proporcionando recursos innovadores para acceder a la información y el conocimiento. Sin embargo, los principales desafíos a superar son el acceso a estos recursos, principalmente a Internet; la alfabetización y formación en el uso de la Web, la gestión de comunidades orientadas al aprendizaje, la selección de los recursos tecnológicos pertinentes, rompiendo con los paradigmas tradicionales de la educación, asignando el tiempo necesario para dar seguimiento a los contenidos y sobre todo, promover el uso adecuado de las PE.

Como se mencionó anteriormente, la flexibilidad puede ayudar a establecer el ritmo de estudio, pero según los resultados los estudiantes sienten un mayor afectividad y comprensión de la educación en línea, cuando perciben actividades digitales por parte de las profesoras o docentes de género femenino, pero, la educación en línea también es flexible para los requisitos individuales y el nivel de habilidad de cada estudiante. Las clases en línea tienden a ser más pequeñas que el tamaño de las clases convencionales. La mayoría de las veces, las plataformas de aprendizaje en línea permiten un limitado números de estudiantes a la vez, lo que permite una mayor interacción y más retroalimentación entre el docente y el estudiante. Además, hay acceso a material muy diverso, como videos, fotos y libros electrónicos, y los docentes universitarios también pueden integrar otros formatos como foros o discusiones para mejorar sus lecciones. Estos contenidos están disponibles en cualquier momento y desde cualquier lugar, para ofrecer una educación más dinámica y personalizada. La educación en línea se extiende continuamente y la pandemia COVID-19 simplemente aceleró la adopción de esta modalidad por parte de las instituciones de educación superior ecuatoriana.

Referencias

Ahmad, A., Ziad, S. y Heather, F. (2019). Teaching Style Differences between Male and Female Science Teachers in Qatari Schools: Possible Impact on Student Achievement. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education,* 15(12); em1800 1-16. Doi: https://doi.org/10.29333/ejmste/109236

Akande, O., Badmus, T., Akindele, A. y Arulogun, O. (2020). Conjunto de datos para apoyar la adopción de las redes sociales y las tecnologías emergentes para la participación continua de los estudiantes. *Resumen de datos*. 25(31); 105926. Doi: https://doi.org/10.1016/j.dib.2020.105926.

Al awamrah, A. (2015). Actitudes hacia el E-Learning en la Facultad de Ciencias de la Educación- Universidad de Jordania. *Revista Europea de Ciencias Sociales*, 47(1); 96-112.

Alfredsson, K., Kjellberg, A. y Hemmingsson, H. (2020). Oportunidades y riesgos de Internet para adolescentes con discapacidad intelectual: un estudio comparativo de las percepciones de los padres. *Scandinavian journal of occupational therapy,* 27(8); 601–613. Doi: https://doi.org/10.1080/11038128.2020.1770330

AL-Salahat, M. (2016). Uso del modelado de vídeo en la enseñanza de una habilidad de preparación de comidas simple para los alumnos de síndrome de Down. *Revista de Educación y Práctica, 7*(9); 82-90. https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1095812.pdf.

Ashe, S. & Molina, R. (2021). Communication in Online Learning – How Important is It?, *The Clearing House: A Journal of Educational Strategies, Issues and Ideas*, 94(1); 15-30. Doi: https://doi.org/10.1080/00098655.2020.1835795

Baptista, P., Almazán, A., Loeza, C., López, V., y Cárdenas, J. (2020). Encuesta Nacional a Docentes ante el COVID-19. Retos para la educación a distancia. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos, 50*(Especial), 41-88. https://doi.org/10.48102/rlee.2020.50.ESPECIAL.96

Boeren, E. (2018). El desvalido metodológico: una revisión de la investigación cuantitativa en las revistas clave de educación de adultos. *Adult Education Quarterly, 68*(1); 63–79. Doi: https://doi.org/10.1177/0741713617739347

Bullough, R. (2015). Differences? Similarities? Male teacher, female teacher: An instrumental case study of teaching in a Head Start classroom. *Teaching and Teacher Education*, 47; 13-21. Doi: https://doi.org/10.1016/j.tate.2014.12.001

Byrnes, K., Kiely, P., Dunne, C., McDermott, K., y Coffey, J. (2020). Comunicación, colaboración y contagio: Virtualización de la anatomía durante el COVID-19. *Clinical anatomy*, 34 (1), 82–89. Doi: https://dx.doi.org/10.1002%2Fca.23649

Dhawan, S. (2020). Aprendizaje en línea: una panacea en tiempos de crisis de COVID-19. *Revista de sistemas de tecnología educativa, 49*(1); 5–22. Doi: https://doi.org/10.1177/0047239520934018

Eickelmann, B. y Gerick, J. (2020). Lernen Mit Digitalen Medien: Zielsetzungen in Zeiten Von Corona Und Unter Besonderer Berücksichtigung Von Sozialen Ungleichheiten [Aprendizaje con medios digitales: objetivos en tiempos de Corona y bajo consideración especial de las desigualdades sociales]. *Die Deutsche Schule 16;* 153 – 162. Doi: https://doi.org/10.31244 / 9783830992318.09

Hayat, O., Loubna, K., Mohamed, B., Nour, E., Hamada, I., Noureddine, B., Amine, E. y Mohamed, B. (2020). La patogenia de la enfermedad por coronavirus 2019 (COVID-19): Evaluación y prevención, *Journal of Immunology Research*, 1357983. Doi: https://doi.org/10.1155/2020/1357983

Jurková, V., Žežula, I. y Klein, D. (2020). Pruebas en el modelo de curva de crecimiento con estructura de correlación intraclase. *Estadísticas*, 54(5); 1124-1146. Doi: https://doi.org/10.1080 / 02331888.2020.1811983

König, J., Jäger, D. y Glutsch, N. (2020). Adapting to online teaching during COVID-19 school closure: teacher education and teacher competence effects among early career teachers in Germany. *European Journal of Teacher Education, 43*(4), 608-622. DOI: https://doi.org/10.1080/02619768.2020.1809650

Mellinger, Ch. y Hanson, T. (2016). *Estadísticas descriptivas*. Londres: Routledge.

Mendoza, D. Nieto, Z. y Vergel M. (2019). Technology and mathematics as a cognitive component. *Journal of Physics: Conference Series*, 1414, 012007. Doi: https://doi.org/10.1088/1742-6596/1414/1/012007

Mirbabaie, M., Bunker, D., Stieglitz, S., Marx, J. y Ehnis, C. (2020). Redes sociales en tiempos de crisis: aprender del huracán Harvey para la respuesta a la pandemia de la enfermedad del coronavirus 2019. *Journal of Information Technology*, 35(3); 195–213. Doi: https://doi.org/10.1177/0268396220929258

Mukhtar, K., Javed, K., Arooj, M., & Sethi, A. (2020). Advantages, Limitations and Recommendations for online learning during COVID-19 pandemic era. Pakistan journal of medical sciences, 36(COVID19-S4), S27–S31. https://doi.org/10.12669/pjms.36.COVID19-S4.2785

Olasile, B. y Soykan, E. (2020). Pandemia de COVID-19 y aprendizaje en línea: los desafíos y oportunidades, entornos de aprendizaje interactivo. *Ambientes de aprendizaje interactivo,* 1813180; 1-13. https://doi.org/10.1080/10494820.2020.1813180

Pari, A., Mendoza, D. y Auccahuallpa, R. (2020). GeoGebra como herramienta tecnológica en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la geometría. *Comunicaciones en Ciencias de la Información y la Computación,* 1307. Doi: https://doi.org/10.1007/978-3-030-62833-8_20

Primicias, (2020). Ecuador declara emergencia sanitaria por propagación del coronavirus. Disponible en: https://www.primicias.ec/noticias/sociedad/ecuador-declara-emergencia-sanitaria-por-propagacion-del-coronavirus/

Rapanta, C., Botturi, L., Goodyear, P., Guàrdia, L. y Koole, M. (2020). Enseñanza universitaria en línea durante y después de la crisis del COVID-19: reorientación de la presencia docente y actividad de aprendizaje. *Postdigit Sci Educ 2*; 923–945. Doi: https://doi.org/10.1007/s42438-020-00155-y

Sanabria, I. (2020). Educación virtual: oportunidad para "aprender a aprender". CAnálisis Carolina. https://www.fundacioncarolina.es/wp-content/uploads/2020/07/AC-42.-2020.pdf

Sindiani, A., Obeidat, N., Alshdaifat, E., Elsalem, L., Alwani, M., Rawashdeh, H., Fares, A., Alalawne, T. y Tawalbeh, L. (2020). Distance education during the COVID-19 outbreak: A cross-sectional study among medical students in North of Jordan. *Annals of Medicine and Surgery*, 59; 186-194.

Sintema, E. (2020). Efecto de COVID-19 en el Desempeño de Estudiantes de Grado 12: Implicaciones para la Educación STEM. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education, 16*(7), em1851.

Sun, L., Tang, Y. y Zuo, W. (2020). Coronavirus impulsa la educación en línea. *Nature Materials, 19*, 687. https://doi.org/10.1038/s41563-020-0678-8

Wahab, A. (2020). Online and Remote Learning in Higher Education Institutes: A Necessity in light of COVID-19 Pandemic. *Higher Education Studies*, 10(3); 16-25. Doi: https://doi.org/10.5539/hes.v10n3p16.

Waller, R., Hodge, S., Holford, J., Milana, M. & Webb, S. (2020). Lifelong education, social inequality and the COVID-19 health pandemic. *International Journal of Lifelong Education*, 39(3); 243-246. Doi: https://doi.org/10.1080/02601370.2020.1790267

Zhang, L., Ray, H., Priestley, J. & Tan, S. (2020). A descriptive study of variable discretization and cost-sensitive logistic regression on imbalanced credit data. *Journal of Applied Statistics,* 47(3); 568-581. Doi: https://doi.org/10.1080/02664763.2019.1643829

Zhao, W., Zhang, F., Wang, X., Li, R. y Lian, H. (2019). Estimador de coeficientes variables principales para modelos de alta dimensión. *Estadísticas*, 53(6); 1234-1250. Doi: https://doi.org/10.1080 / 02331888.2019.1663521

Zhou, L., Wu, S., Zhou, M., y Li, F. (2020). School's Out, But Class On, The Largest Online Education in the World Today: Taking China's Practical Exploration During The COVID-19 Epidémica Prevention and Control As a Example. *Best Evidence in Chinese Education Journal*, 4(2); 501-519.

Critérios Editoriais

A RISTI (Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação) é um periódico científico, que foca a investigação e a aplicação prática inovadora no domínio dos sistemas e tecnologias de informação.

O Conselho Editorial da RISTI incentiva potenciais autores a submeterem artigos originais e inovadores para avaliação pelo Conselho Científico.

A submissão de artigos para publicação na RISTI deve realizar-se de acordo com as chamadas de artigos e as instruções e normas disponibilizadas no sítio Web da revista (http://www.risti.xyz).

Todos os artigos submetidos são avaliados por um conjunto de membros do Conselho Científico, não inferior a três elementos.

Em cada número da revista são publicados entre cinco a oito dos melhores artigos submetidos.

Criterios Editoriales

La RISTI (Revista Ibérica de Sistemas y Tecnologías de la Información) es un periódico científico, centrado en la investigación y en la aplicación práctica innovadora en el dominio de los sistemas y tecnologías de la información.

El Consejo Editorial de la RISTI incentiva autores potenciales a enviar sus artículos originales e innovadores para evaluación por el Consejo Científico.

Lo envío de artículos para publicación en la RISTI debe hacerse de conformidad con las llamadas de los artículos y las instrucciones y normas establecidas en el sitio Web de la revista (http://www.risti.xyz).

Todos los trabajos enviados son evaluados por un número de miembros del Consejo Científico de no menos de tres elementos.

En cada número de la revista se publican cinco a ocho de los mejores artículos enviados.

risti
Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação
Iberian Journal of Information Systems and Technologies
©RISTI 2021 http://www.risti.xyz