ISSN: 1646-9895

risti

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

Fevereiro 19 • February 19

©AISTI 2019 http://www.aisti.eu

Nº E18

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

Edição / Edition
Nº. E18, 02/2019

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.

Propriedade e Publicação / Ownership and Publication
AISTI – Associação Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação
Rua Quinta do Roseiral 76, 4435-209 Rio Tinto, Portugal
E-mail: aistic@gmail.com
Web: http://www.aisti.eu

Director
Álvaro Rocha, Universidade de Coimbra, PT

Coordenadores da Edição / Issue Coordinators
Carlos Barros Bastidas, Grupo Compás, Ecuador

Conselho Editorial / Editorial Board
Carlos Ferrás Sexto, Universidad de Santiago de Compostela, ES
Gonçalo Paiva Dias, Universidade de Aveiro, PT
Jose Antonio Calvo-Manzano Villalón, Universidad Politécnica de Madrid, ES
Luís Paulo Reis, Universidade do Minho, PT
Manuel Pérez Cota, Universidad de Vigo, ES
Ramiro Gonçalves, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, PT

Conselho Científico / Scientific Board
Adolfo Lozano-Tello, Universidad de Extremadura, ES
Adrián Hiebra Pardo, Universidad de Santiago de Compostela, ES
Alberto Fernández, Universidad Rey Juan Carlos, ES
Alberto Bugarín, Universidad de Santiago de Compostela, ES
Alejandro Medina, Universidad Politécnica de Chiapas, MX
Alejandro Rodríguez González, Universidad Politécnica de Madrid, ES
Alejandro Peña, Escuela de Ingeniería de Antioquia, CO
Alexandre L'Erario, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, BR
Ana Azevedo, Instituto Politécnico do Porto, PT
Ana Cristina Ramada Paiva, FEUP, Universidade do Porto, PT
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
Angelica Caro, Universidad del Bío-Bío, CL
António Coelho, FEUP, Universidade do Porto, PT
António Godinho, ISLA-Gaia, PT
Antonio Jesus Garcia Loureiro, Universidad de Santiago de Compostela, ES
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
Baltasar García Pérez-Schofield, Universidad de Vigo, ES
Benjamim Fonseca, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, PT
Bráulio Alturas, ISCTE - Instituto Universitário de Lisboa, PT
Brenda L. Flores-Rios, Universidad Autónoma de Baja California, MX
Brígida Mónica Faria, ESTSP, Instituto Politécnico do Porto, PT
Carlos Costa, Universidade de Aveiro, PT
Carlos Carreto, Instituto Politécnico da Guarda, PT
Carlos Morais, Instituto Politécnico de Bragança, PT
Carlos Vaz de Carvalho, Instituto Politécnico do Porto, PT
Carmen Galvez, Universidad de Granada, ES
Ciro Martins, Universidade de Aveiro, PT
Daniel Castro Silva, Universidade de Coimbra, PT
Daniel Polónia, Universidade de Aveiro, PT
Daniel Riesco, Universidad Nacional de San Luis, AR
David Fonseca, Universitat Ramon Llull, ES
David Ramos Valcarcel, Universidad de Vigo, ES
Dora Simões, Universidade de Aveiro, PT
Eduardo Sánchez Vila, Universidad de Santiago de Compostela, ES
Emiliano Reynares, CIDISI - UTN FRSF - CONICET, AR
Enric Mor, Universitat Oberta de Catalunya, ES
Eusébio Ferreira da Costa, Escola Superior de Tecnologias de Fafe, PT
Fábio Magalhães, Universidade Nove de Julho, BR
Feliz Gouveia, Universidade Fernando Pessoa, PT
Fernando Bandeira, Universidade Fernando Pessoa, PT
Fernando Moreira, Universidade Portucalense, PT
Francisco Restivo, Universidade Católica Portuguesa, PT
Frederico Branco, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, PT
Gerardo Gonzalez Filgueira, Universidad da Coruña, ES
Germano Montejano, Universidad Nacional de San Luis, AR
Guilhermina Lobato Miranda, Universidade de Lisboa, PT
Hélder Zagalo, Universidade de Aveiro, PT

Hélia Guerra, Universidade dos Açores, PT
Henrique Gil, Instituto Politécnico de Castelo Branco, PT
Henrique Santos, Universidade do Minho, PT
Higino Ramos, Universidad de Salamanca, ES
Hugo Paredes, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, PT
Isabel Pedrosa, Instituto Politécnico de Coimbra, PT
Isaura Ribeiro, Universidade dos Açores, PT
Isidro Calvo, Universidad del País Vasco (UPV/EHU), ES
Ismael Etxeberria-Agiriano, Universidad del País Vasco (UPV/EHU), ES
Ivan Garcia, Universidad Tecnologica de la Mixteca, MX
Javier Garcia Tobio, CESGA-Centro de Supercomputacion de Galicia, ES
Jezreel Mejia, Centro de Investigación en Matemática (CIMAT), MX
João Pascual Faria, FEUP, Universidade do Porto, PT
João Paulo Costa, Universidade de Coimbra, PT
João Tavares, FEUP, Universidade do Porto, PT
Joaquim José Gonçalves, Instituto Politécnico do Cávado e do Ave, PT
Joaquim Madeira, Universidade de Aveiro, PT
Joaquim Reis, ISCTE - Instituto Universitário de Lisboa, PT
Jörg Thomaschewski, University of Applied Sciences OOW - Emden, DE
Jorge Dias Villegas, Universidad de la Frontera, CL
Jose Alfonso Aguilar, Universidad Autonoma de Sinaloa, MX
José Augusto Fabri, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, BR
José Braga de Vasconcelos, Universidade Atlântica, 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 Silva, Instituto Universitário de Lisboa (ISCTE-IUL), PT
José Paulo Lousado, Instituto Politécnico de Viseu, PT
José Luis Pestrana Brincones, Universidad de Málaga
José Luís Reis, ISMAI - Instituto Superior da Maia, PT
Jose M Molina, Universidad Carlos III de Madrid, ES
Jose Maria Zavala Perez, Eticas Research & Consulting, ES
José Martins, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, 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
Josep M. Marco-Simó, Universitat Oberta de Catalunya, ES
Juan D'Amato, PLADEMA-UNCPBA-CONICET, AR
Juan M. Santos Gago, Universidad de Vigo, ES
Juan Manuel Fernández-Luna, Universidad de Granada, ES
Juan-Manuel Lopez-Zafra, Universidad Complutense de Madrid, ES
Leonardo Bermon, Universidad Nacional de Colombia, CO
Leila Weitzel, Universidade Federal Fluminense, BR
Lilia Muñoz, Universidad Tecnológica de Panamá, PA
Luis Alvarez Sabucedo, Universidad de Vigo, ES
Luís Bruno, Instituto Politécnico de Beja, PT
Luis de Campos, Universidad de Granada, ES
Luis Fernandez-Sanz, Universidad de Alcalá, ES
Luís Ferreira, Instituto Politécnico do Cávado e do Ave, PT
Luis Vilán-Crespo, Universidad de Vigo, ES
Luisa María Romero-Moreno, Universidad de Sevilla, ES
Luisa Miranda, Instituto Politécnico de Bragança, PT
Lus Sussy Bayona Ore, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, PE
Magdalena Arcilla Cobián, Universidade Nacional de Educación a Distancia, ES
Manuel Jose Fernandez Iglesias, Universidad de Vigo, ES
Marco Painho, ISEGI, Universidade Nova de Lisboa, PT
Maria Hallo, Escuela Politécnica Nacional, EC
María J. Lado, Universidad de Vigo, ES
Maria João Castro, Instituto Politécnico do Porto, PT
Maria João Ferreira, Universidade Portucalense, PT
Maria João Gomes, Universidade do Minho, PT
Maria José Angélico, Instituto Politécnico do Porto, PT
Maria José Marcelino, Universidade de Coimbra, PT
Maria José Sousa, Universidade Europeia, PT
Marisol B. Correia, Universidade do Algarve, PT
Maristela Holanda, Universidade de Brasília, BR
Martín Llamas Nistal, 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 Bugalho, Universidade Europeia, PT
Miguel Casquilho, IST, Universidade de Lisboa, PT
Mirna Ariadna Muñoz Mata, Centro de Investigación en Matemáticas (CIMAT), MX
Nelson Rocha, Universidade de Aveiro, PT
Nuno Lau, Universidade de Aveiro, PT
Nuno Ribeiro, Universidade Fernando Pessoa, PT
Oscar Mealha, Universidade de Aveiro, PT
Paula Peres, Instituto Politécnico do Porto
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
Pedro Abreu, Universidade de Coimbra, PT
Pedro Miguel Moreira, Instituto Politécnico de Viana do Castelo, PT
Pedro Nogueira Ramos, ISCTE - Instituto Universitário de Lisboa, PT
Pedro Sánchez Palma, Universidad Politécnica de Cartagena, ES
Pedro Sanz Angulo, Universidad de Valladolid, ES
Pilar Mareca Lopez, Universidad Politécnica de Madrid, ES
Raul Laureano, ISCTE - Instituto Universitário de Lisboa, PT
Reinaldo Bianchi, Centro Universitário da FEI, BR
Rita Santos, Universidade de Aveiro, PT
Rodolfo Miranda Barros, Universidade Estadual de Londrina, BR
Rogério Eduardo Garcia, Universidade Estadual Paulista, BR
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
Santiago Gonzales Sánchez, Universidad Inca Garcilaso de la Vega, PE
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
Tomás San Feliu Gilabert, Universidad Politécnica de Madrid, ES

Valéria Farinazzo Martins, Universidade Presbiteriana Mackenzie, BR
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
Xose A. Vila, Universidad de Vigo, ES

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

Recebido/Submission: 01/10/2018
Aceitação/Acceptance: 17/12/2018

Editorial

Sistemas y Tecnologías de Información

Information Systems and Technologies

Carlos Barros Bastidas [1]

compasacademico@icloud.com

[1] Grupo Compás, 090037, Guayaquil, Ecuador

Pages: ix–x

El desarrollo de la ciencia e investigación en países como Ecuador, Colombia, Perú, México, Brasil, Portugal entre otros es una constante durante este periodo, países que presentan una política de investigación clara y a favor del desarrollo de la comunicación mediante programas de vinculación y proyectos que cuentan con fines sociales y académicos es el reflejo de cada uno de los trabajos presentados en este número. Una visión clara de la investigación es el proceso riguroso que las universidades presentan en cada uno de los eventos que participan, logrando generar resultados importantes para la comunidad académica los cuales son reconocidos por eventos y revistas que seleccionan trabajos según su evaluación.

El desarrollo de diversas temáticas vinculadas a los sistemas de información es el resultado de investigación realizadas en áreas como agricultura, educación, medicina, defensa, seguridad, matemáticas entre otras; esto da a conocer la importancia de la vinculación de ejes transversales en proyectos y la importancia de generar grupos multidisciplinarios para las diversas etapas de la investigación ya que si la investigación no se plantea como un estructura grupal lo más probable es que no se logre los resultados deseados, siendo esto un factor que afecta a la comunidad ya que muchas de estas temáticas no serían abordadas con la calidad que se mantiene en este número.

La recopilación de estos trabajos se hace bajo el marco del Primer Congreso Internacional de Investigación en Educación Superior (CiES 2019) y la La Conferencia Internacional Multidisciplinaria de Investigación Aplicada a la Defensa y Seguridad (MICRADS'2019) los mismos en el cual se ha generado un proceso de evaluación dirigido desde el

comité editorial el cual consistió en una revisión preliminar para la participación del evento y luego una revisión de doble pares a los mejores trabajos seleccionados por eje temático con el fin de garantizar la calidad de cada uno de los artículos presentados en este número. Esta gestión da como resultado la presentación de varios trabajos con investigadores involucrados en diversas universidades, centros de investigación y proyectos de investigación.

Índice / Index

EDITORIAL

Sistemas y Tecnologías de Información.....ix
Carlos Barros Bastidas

ARTIGOS / ARTICLES

Tecnologías de la Información y la Comunicación e
Innovación Tecnológica en la Educación Básica 1
Dr. Oscar Antonio Martinez Molina, Dra. Gabriela Guillén-Guerrero

El E-learning como herramienta para la educación continua:
una propuesta a la formación profesional en el Ecuador 14
Ginger Navarrete Mendieta, Catalina Shirle Morán Solís, María de los Ángeles Guamán Coronel, Myriam Irlanda Arteaga Marín, José Patricio Torres Fernández

Beneficios del uso del dinero electrónico en el nivel de ventas de las PyMES..... 26
Jairo Cedeño Pinoargote, Arturo Benavides Rodríguez, Isauro Honorio Domo Mendoza, Humberto Coromoto Peña Rivas, Justa Antonia Peña Rivas.

Análisis bibliométrico como herramienta para el
seguimiento de instrumentos psicológicos validados en Colombia 38
Juan Gabriel Castañeda Polanco, José Antonio Camargo Barrero, Mónica Katerine Londoño bedoya

M- learning, un camino hacia aprendizaje ubicuo en
la educación superior del Ecuador 47
Gladys Gioconda Lagos Reinoso, Katherine Mora Barzola, Digna Mejía Caguana, Rosario Peláez Lopez, Juan Carlos Peláez Lopez

Computational Model of Primary Care Services for Patients with COPD 60
Fernando Solis Acosta, Diego Pinto Auz, Santiago Solis Acosta, Paulo Guerra-Terán, Wagner Vladimir Lucero Navarrete

Clasificador Bayesiano Simple aplicado al aprendizaje.....74
Byron Oviedo, Cristian Zambrano-Vega, Jorge Gómez Gómez

Algunos Estudios Cuantitativos Aplicados en presencia
de Grandes Masas de Datos en las Ciencias Sociales 86
Carlos N. Bouza Herrera, Byron Oviedo

Determinación de modelos predictivos para los indicadores
de competitividad empresarial aplicando regresión lineal 94
Ariosto Eugenio Vicuña Pino, Bryan Steven Cortez Chichande, Yuleidy Jennifer Basurto Tovar

Usabilidad en Moodle: un meta-análisis a partir de experiencias reportadas en WOS y Scopus 108
Gabriel Rodolfo García Murillo, Pavel Novoa-Hernández, Rocío Serrano Rodríguez

Emprendimiento en la Educación Media Superior: 122
Mónica Lorena Sánchez Limón, Yesenia Sánchez Tovar, Virginia Guadalupe López Torres, Yorberth Montes de Oca Rojas

Revisión sistemática de literatura: alineamiento secuencial múltiple aplicado a las proteínas transmembrana 138
Joel Cedeño Muñoz, Cristian Zambrano Vega, Byron Oviedo Vayas

Optimización robusta en el tiempo: una revisión de las contribuciones más relevantes 156
Pavel Novoa-Hernández, Amilkar Puris

Modelado e Identificación en un Sistema de Generación Eólica Basado en Dfig 165
Jorge P. Murillo, Francisco B. Herrera, Lesyani T. León

La Tecnología y el Compromiso Individual del Autocuidado Sobre Riesgos para Desarrollar Diabetes en Adultos Mayores 181
María Irene Bermello Garcia, Diego Orlando Lanchi Zuñiga, Víctor Guillermo Lanchi Zuñiga, Jovanny Angelina Santos Luna, Álvaro Diego Espinoza Burgos

Las Nuevas Tecnologías en el Acompañamiento Gestacional 191
Sara Saraguro Salinas, Irlanda Romero Encalada, Marlene Chamba Tandazo, Elida Reyes Rueda, Ana Vaca Gallegos

El Uso de las TIC como Recurso para el Desarrollo de Habilidades de Razonamiento Lógico en Estudiantes Universitarios 200
Zoila Noemí Merino Acosta, Ofelia Santos Jimenez, José Luis Solís Toscano, Ernesto Rangel Luzuriaga, Holguer Romero Urrea

La Gestión de Innovación Tecnológica al Sistema de Citas del IESS: Caso de Estudio Demora en el Diagnóstico y Tratamiento de Apendicitis Aguda en Machala 210
Diego Orlando Lanchi Zuñiga, Víctor Guillermo Lanchi Zuñiga, Esther Catalina Campoverde Guzmán, Manuel Fernando Ganan Romero

Innovación tecnológica para el desarrollo socio económico de MIPYMES de la zona sur de Manabí 221
Jenny Elizabeth Parrales Reyes, Dayan Alejandra Nieto Parrales, Diana Katiuska Peña Ponce, Maritza Sandra Pibaque Pionce, Martha Lorena Figueroa Soledispa

Análisis Multivariante de los Aspectos Emocionales y las Inteligencias Múltiples en la Era Digital 234
Juan Calderón Cisneros, Karla Maribel Ortiz Chimbo, Carlos Alcívar Trejo, Karla Gabriela Espinoza Valdez, José Luis Vicente Villardón

Aplicación de Encuesta Sobre Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica (EPOC) y Cuantificación del Impacto en los Diez Puntos de Monitoreo de la Calidad del Aire en la Ciudad San Francisco de Milagro.....245

Javier Alcázar Espinoza, Emmanuel Palacios Torres, Denny Moreno Castro, Byron Ramiro Romero Romero, Jovanny Angelina Santos Luna

An Improvement of Reinforcement Learning Approach for Permutation of Flow-Shop Scheduling Problems 257

Yunior César Fonseca Reyna, Amilkar Puris Cáceres, Yailen Martínez Jiménez, Yaima Trujillo Reyes

Las Tecnologías de la Comunicación en la historia de las campañas electorales 271

Andrés Valdez Zepeda, Marco-Tulio Flores Mayorga

Sistemas de Recomendación: un enfoque a las técnicas de filtrado 286

Paola Gómez, Teresa Guarda, Jairo Cedeño1, Arturo Benavides, Carola Alejandro, German Mosquera, Tatiana Garcia, Verónica Benavides

Tendencias de la Tecnología e-Learning..... 294

Carmen Loor, Teresa Guarda, Freddy Villao, Samuel Bustos, Washington Torres, José Sanchez, Giovanna Murillo, Evelin Banchon

Herramientas Tecnológicas Contribuyendo a la Inclusión de Personas con Necesidades Especiales..... 302

Jessica Dominguez, Teresa Guarda, Washington Torres, Samuel Bustos, Freddy Villao1, José Sanchez, Giovanna Murillo, Verónica Ponce

Esquema Gubernamental de Seguridad de la Información EGSI y su aplicación en las entidades públicas del Ecuador.....310

Christian Muyón, Teresa Guarda, Gabriela Vargas, Geovanni Ninahualpa Quiña

Obtención de claves en redes WLAN/WPS usando Wifislax y Denegación de Servicios con Kali Linux 318

Gabriela Vargas, Teresa Guarda, Christian Muyón, Geovanni Ninahualpa Quiña

Políticas de Segurança e Privacidade: Forma e Fundo..... 332

Isabel Maria Lopes, Teresa Guarda, Pedro Oliveira

WE-SAND – Uma Sandbox de Sandboxes para a Segurança Web..... 343

Joaquim Carvalho, João Paulo Magalhães

VALI: Desarrollo y Evolución de un Robot Para Neutralizar Explosivos 355

Ramirez H.F,Garcia-Bedoya O., Aviles O.

Definición de una metodología práctica para la adquisición y análisis de evidencia digital en el contexto de una investigación post mortem..... 369

Leonard David Lobo Parra, Dewar Rico-Bautista, Yurley Medina-Cárdenas, Edgar Antonio Sanchez-Ortiz

Modelo de propagação de sinais de rádio na selva equatorial: uma proposta para otimizar os sistemas de telecomunicações em regiões hostis II 385

Manolo Paredes-Calderón, Federico Rodas, Elena Giménez de Ory, Luis Manuel Diaz Angulo

Classificação de Fluxos de Dados para Identificação de Anomalias em Honeypots com a Teoria dos Rough Sets 393

Rosana Cordovil da Silva, João Rafael Gonçalves Evangelista, Renato José Sassi, Anderson Silva Lima, Rui Presley Duarte Barbosa, Dacyr Dante de Oliveira Gatto

Nanomateriais e dispositivos para a área de Defesa 409

Thiago Barreto Silva Amaral, Izabella Helena Werneck Soares, Felipe Silva Semaan, Robson Pacheco Pereira

Visión Geopolítica del Ecuador, frente al uso del Espacio Ultraterrestre.....421

Christian Ortiz Guerra, Tatiana Merino Medina, Alex Jiménez Vélez, Milton Reyes

Prótese Mioelétrica 3D Inteligente Utilizando Redes Neurais Artificiais e Internet das Coisas para Auxílio a Reabilitação de Soldados em Ambientes Remotos.....431

Gleidson L. Silva, Nadison F. Silva, Francisco A. Brito-Filho

Guía práctica abierta para el análisis forense digital en dispositivos Android 442

Johan Smith Rueda-Rueda, Dewar Rico-Bautista, Cesar D. Guerrero

Adaptación de Sistema PAPS (NATO-Phased Armaments Programming System) en la Armada de Colombia 458

Almte. Javier Díaz Reina, Carlos Hernán Fajardo-Toro

La prevención del riesgo de terrorismo en centros comerciales: hacia una seguridad pública en Colombia para la protección de infraestructuras críticas.....471

Julio César González Rodríguez, Carlos Hernán Fajardo-Toro, Jerónimo Ríos Sierra

A Realidade Aumentada - Aplicação no âmbito Militar e a validação através do Modelo de Aceitação de Tecnologias 485

José Luís Reis, Carlos Alves2, Dário Carreira

Una revisión bibliográfica de estudios empíricos de herramientas de la Web 2.0 para el aprendizaje colaborativo: wikis, blogs, redes sociales y repositorios multimedia. 497

Valencia Vivas Gloria Maritza, Rodríguez Rafael Glen Dario

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

Recebido/Submission: 01/11/2018
Aceitação/Acceptance: 11/12/2018

Tecnologías de la Información y la Comunicación e Innovación Tecnológica en la Educación Básica

Dr. Oscar Antonio Martinez Molina (PhD)[1], Dra. Gabriela Guillén-Guerrero (PhD)[2]

oscar.martinez@unae.edu.ec, maria.guillen@unae.edu.ec

[1] Universidad Nacional de Educación, 010107, Azogues, Ecuador

[2] Universidad Nacional de Educación, 010107, Azogues, Ecuador

Pages: 1–13

Resumen: Este artículo expone los factores que inciden en el uso de las (TIC) por parte de los docentes de Educación Básica de dos instituciones educativas de la ciudad de Cuenca, debido a causas externas como la baja disponibilidad o ausencia de centros, software, equipos tecnológicos e Internet, sumándose la escasez de cursos y programas nacionales de capacitación y entrenamiento; esto repercute en el educador, quien presenta inexperiencia e incompletos conocimientos en el manejo y utilización de las TIC en el campo de la enseñanza y el aprendizaje de los menores, que, unidas muchas veces a la edad y resistencia al cambio, se reflejan en una educación que resulta no ser de alta calidad. Es una investigación cuantitativa, bibliográfica, descriptiva y estudio de caso; con una población de 26 docentes, donde se concluye la necesidad de superar tales deficiencias en pro de un óptimo proceso educativo.

Palabras-clave: tecnologías de la información y la comunicación (TIC); docentes; Educación Básica; internet; capacitación.

Information and Communication Technologies and Technological Innovation in Basic Education

Abstract: This article is to expose the factors that affect the use of (ICT) by basic education teachers, due to external causes such as low availability or absence of centers, software, technological equipment and the Internet, adding to the scarcity of national training and training courses and programs. This affects the educator, who has inexperience and incomplete knowledge in the use and management of ICT in the field of teaching and learning of children, who, often linked to age and resistance to change, are reflected in a education that turns out not to be of high quality. It is a quantitative, bibliographic, descriptive and case study investigation. With a population of 26 teachers, which concludes the need to overcome such deficiencies in favor of an optimal educational process.

Keywords: information and communication technologies (ICT); teachers; Basic education; Internet; training.

1. Introducción

La "emergente sociedad de la información, impulsada por un vertiginoso avance científico, en un marco socioeconómico neoliberal y globalizador, sustentado por el uso generalizado de las potentes y versátiles tecnologías de la información y la comunicación (TIC), conlleva a grandes cambios que alcanzan todos los ámbitos de la actividad humana" (Marqués, 2006, p.3).

De tal manera que los efectos de las TIC, se manifiestan de manera muy especial, entre otros, en las actividades laborales, familiares y en el mundo educativo; aclarando que en éste último, todo puede ser atendido por las tecnologías, desde la razón de ser de la escuela y demás instituciones educativas, hasta la formación básica que precisan las personas, la forma de enseñar y de aprender, los conocimientos, las motivaciones, las destrezas y los medios utilizados para ello, puesto que ellas constituyen una vía para acceder y estar a la par de un gran cúmulo de información, sobre todo a la velocidad vertiginosa con la cual se difunde.

Tales tecnologías en el campo educativo, muy especialmente en Educación Básica, objeto de este artículo, permiten que la información llegue y se difunda, haciendo del Internet un medio informativo digital, que propicia que se haga menos tedioso, más rápido y motivante el aprendizaje, ya que los niños, en esta etapa, podrán disponer de una serie de herramientas informáticas, que harán de su aprendizaje algo rápido y novedoso, en pro de su desarrollo personal.

Las TIC son un medio de expresión para la creación, a través del uso de procesadores de texto y gráficos, editores de páginas web, presentaciones multimedia, cámaras de vídeo, entre otros; son además un canal de comunicación interpersonal, que contribuye con el trabajo colaborativo y con el intercambio de información e ideas, con uso de e-mail, foros telemáticos, y otros; son una fuente y un instrumento cognoscitivo para procesar la información, con la utilización de las hojas de cálculo, y los gestores de bases de datos, entre otros. Además, se constituyen en un instrumento para la gestión, ya que automatizan diversos trabajos de la administración de los centros educativos (secretaría, acción tutorial, asistencias, bibliotecas). Las TIC son un recurso didáctico, interactivo para el aprendizaje, que se vale de los materiales didácticos multimedia que informan, entrenan, simulan, guían aprendizajes, y motivan. Por último, estas herramientas son un medio lúdico que ayuda y colabora con el desarrollo psicomotor y cognitivo, en medio del ocio y la diversión.

Las TIC, deben ser conocidas y adoptadas por los educadores -los del nivel básico no quedan exentos- ya que ellas pueden contribuir dentro del campo pedagógico del niño, al desarrollo psicomotor, la adquisición de habilidades cognitivas, afianzar la identidad y la autonomía personal, el perfeccionamiento del lenguaje y la comunicación, crear pautas elementales de convivencia y relación social, y facilitar el descubrimiento del entorno inmediato.

Es importante estar consciente de que el uso de las TIC en la Educación Básica ayuda al niño a desarrollar destrezas para el manejo del uso del computador, siendo una estrategia didáctica que pone a trabajar gran parte de sus sentidos (auditivo, visual, táctil); con ellas, las clases se vuelven más interactivas y se hacen más atractivas para los menores; así mismo es bueno aclarar que se les debe de enseñar que el internet no es

solo para chatear o jugar; teniendo presente que también lo ayudará en su aprendizaje y desarrollo cognitivo, pues contiene sonidos, animaciones para cuentos y otros más, que causan mucha atención, alegría y deseos de aprender; por tanto, los docentes del nivel básico deben estar capacitados para poder afrontar estos nuevos avances tecnológicos, que son necesarios para estar a la par de las exigencias del mundo moderno y del futuro.

Sin embargo, de lo señalado, no todos los docentes poseen un dominio de las TIC, y menos aún se proponen adquirir los conocimientos necesarios sobre las mismas, para utilizarlas en beneficio de los educandos. Es por esto que este artículo tiene como propósito exponer los factores que inciden en el uso de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) por parte de los docentes de Educación Básica, que inciden, niegan y retrasan el uso de estas tecnologías. Entre estos se destacan la inexistencia y déficit de software, equipos de computación (hardware) e Internet; en muchas instituciones educativas, además de falta de programas de capacitación y actualización del maestro, lo que repercute en el propio profesional (factores internos es el desconocimiento del tema, apatía, baja motivación e incapacidad para usar las TIC como estrategias didácticas al servicio de la educación, pudiendo influir además la edad y la resistencia al cambio que posea el educador, todo lo que incidirá negativamente en el aprendizaje, crecimiento y desarrollo integral de los infantes.

1.1. Un espacio para las tecnologías de la información y la comunicación (TIC), los docentes y la Educación Básica en Ecuador.

De acuerdo a Buela-Casal y Castro (2009), las tecnologías de la información y la comunicación (TIC): “se definen como aquellas herramientas que se encargan del estudio, desarrollo, implementación, procesamiento, almacenamiento y distribución de todo tipo de información, mediante la utilización de hardware y software como medios de sistemas informáticos” (p.3); ellas hacen referencia a su utilización con diferentes finalidades, entre otras, la organización y gestión empresarial, así como la formación educativa, la adquisición, reposición y cambio de conocimientos y saberes, en todos los niveles de la educación, informal, no formal y formal, esta última referida a las universidades y otros recintos y niveles de formación del educando.

Para Castro, Guzmán y Casado (2007), las TIC dentro de la educación: se asumen como un eje integrador, sirviendo como recursos para: construir ambientes de aprendizaje que permitan el desarrollo de estrategias, actividades, contenidos y materiales didácticos; coadyuvar en el desarrollo de proyectos pedagógicos, basados en intencionalidades educativas como aprender a crear, aprender a convivir y participar, aprender a valorar y aprender a reflexionar; fomentar valores ciudadanos, que conlleven al desenvolvimiento en entornos basados en tecnologías; impulsan la investigación desde la praxis pedagógica; desarrollan recursos didácticos que potencian el aprendizaje significativo y contextualizado; promueven la participación protagónica de los estudiantes, la cooperación, reciprocidad y corresponsabilidad entre los actores del hecho educativo; apoyan la atención integral y total del ser humano desde su realidad hacia lo universal; y facilitan la adquisición de contenidos en las diferentes áreas y disciplinas del saber, en todos los niveles de la formación del educando (p.230).

Para la Educación Básica ecuatoriana, la función principal de la educación es conservar y transmitir las verdades sistemáticas y morales que son tan esenciales para el progreso

de la sociedad, porque al final el objetivo de enseñar no es solamente el de comunicar conocimiento a quienes carecen de este, sino que el estudiante se adueñe del conocimiento aprendido por el docente.

En este nivel, las TIC juegan un rol fundamental en la formación de los menores, ya que el uso de estos ambientes de aprendizaje tecnológicos, acompañados de sus docentes, facilita y permite una interacción eficiente y productiva, donde los recursos multimedia, hipermedia, base de datos, software, y herramientas de comunicación promueven los procesos de búsqueda, procesamiento e intercambio de información; aunado a que los sistemas de aprendizaje, como tutoriales, simuladores, ejercitadores, juegos didácticos, cursos a distancia, entre otros, favorecen el fortalecimiento de las habilidades en las distintas áreas y contextos sociales. Son importantes también para la elaboración de contenidos, la divulgación de trabajos y tareas, la resolución de problemas y la toma de decisiones, en medio de un clima colaborativo, cooperativo, enriquecedor y motivante que invita a seguir adelante en forma individual y grupal, en beneficio del desarrollo de los infantes.

Por otro lado los contenidos y las estrategias administrados con el uso de las TIC, permiten al docente junto a sus pequeños educandos, socializar y adaptarse al tiempo y a las posibilidades de cada quien; donde el computador, la Internet, los simuladores de situaciones y sitios reales, y los juegos electrónicos educativos (de memoria, rompecabezas, completación, pareo, entre otros), son vías para el aprendizaje y el desarrollo del ser, enmarcados en pilares que facilitan el desarrollo del pensamiento lógico, la argumentación, la meta-cognición, la descripción, clasificación, agrupación, seriación, comparación, así como la ubicación espacial y temporal, usando y valiéndose de medios que les resultan a los niños herramientas para el trabajo y la formación, sumamente amenos y recreativos.

Se agrega que el computador para los niños puede tornarse una vía fundamental para provocar nuevas interacciones, interrogarlos, proponerles nuevos problemas para mejorar y expandir las experiencias para resolverlos, usando ciertos programas computacionales lúdicos que permiten en conjunto, la formación, la ejercitación y la diversión.

Después de lo señalado, hay que indicar que en el país se están presentado serias situaciones problemáticas, asociadas al desconocimiento y puesta en práctica de TIC en los diferentes niveles educativos, aunque en este artículo nos centraremos en el nivel de Educación Básica.

1.2. Problemas generados por desconocimiento y ausencia de la utilización de las TIC por parte de los docentes de Educación Básica.

Vaillant (2014), considera que:

Las TIC son hoy una fuente de influencia y generación de modelos, patrones sociales y valores que nos hacen necesariamente re-pensar los procesos de aprendizaje y los procesos de enseñanza. Y es en ese contexto que la investigación realizada indaga acerca de cómo deben aprender y cómo deberían aprender los docentes en el contexto de la sociedad de la información, del conocimiento y de las tecnologías (p.1130)

Sin embargo, muchos de los educadores confrontan ciertas problemáticas referentes al caso:

- La formación resulta ser un proceso no necesariamente permanente, más bien alejado de un modelo de socialización, donde poco se incorporan conocimientos y prácticas que ayuden al análisis de diversas situaciones relacionadas con la institución, los estudiantes, los saberes y la toma de decisiones; en este sentido, el desconocimiento y la ausencia del uso TIC, no promueve procesos integrados que conlleven a la mejora de los métodos didácticos aplicados en las aulas, por lo tanto, no se consigue del todo un desarrollo significativo que genere innovación educativa.
- Un desarrollo profesional alejado de la comprensión y utilización de las TIC en las clases, impide que la tecnología se integre y forme parte de los nuevos enfoques educativos, desmejorándose el enriquecimiento del aprendizaje de los niños involucrados, lo que podría generar un fuerte impacto negativo en su desarrollo y en su futuro desenvolvimiento en la formación a niveles superiores, en la comunidad, en el mundo laboral y en la sociedad en general, ya que ese menor se va a encontrar en una posición deficitaria frente a otros que sí han disfrutado de los espacios tecnológicos.
- Se puede decir que los profesores no cuentan con una serie de competencias de cara a la utilización de las TIC, en cuanto a los contenidos y área de trabajo específicas se refiere; hecho que puede manifestarse negativamente no sólo en su labor formadora sino que además podría repercutir en sus planificaciones de aula, en el dominio para la inserción de nuevas técnicas, estrategias y medios para la educación, en cualquier espacio y tiempo que combine la presencialidad y el aprendizaje grupal, con la formación a distancia o individualizada; agregándose la incapacidad para elaborar y seleccionar materiales y apoyos didácticos novedosos que faciliten y despierten en los niños el interés y la motivación para adquirir y reforzar conocimientos.
- Se agrega, de acuerdo con los datos obtenidos en la encuesta aplicada a los 26 docentes, que apenas el treinta por ciento (30%) de los docentes involucrados, utilizan las TIC como un instrumento de innovación educativa, y aunque se cuente con cetros dotados de tecnología de punta, éstos no son usados en beneficio del proceso de enseñanza y aprendizaje.
- Además, sólo un sesenta por ciento (60%), conoce las tecnologías y no en su totalidad; básicamente de la Internet, se valen de Facebook y del correo electrónico, en algunos casos se usan para los trabajos administrativos, y muy poco como herramientas didácticas de apoyo a la formación de los menores, para preparar las clases (5%), o para la programación de objetivos, contenidos y actividades relacionadas a las TIC.
- Finalmente se expone, que tan solo un diez por ciento (10%), usa las TIC, para sus actividades fuera del aula; aclarando que muchos de los conocimientos sobre las tecnologías los han adquirido por ensayo y error, por interés personal, a través de la observación de videos, y en muy pocos casos con cursos particulares, que sólo permiten el manejo de lo muy básico; además de la presencia de altas ocupaciones laborales, que se traducen en falta de tiempo para estudiar, así como bajo interés, o ausencia de oportunidades y dinero para capacitarse en relación a ellas.

Se destaca que los resultados demuestran que un bajo porcentaje de los docentes involucrados hacen honor a las tecnologías, tanto en su vida cotidiana, como en sus diferentes ambientes de trabajo pedagógicos.

1.3. Factores que inciden en el uso de las TIC, por parte de los docentes de Educación Básica.

En función del punto anterior, seguidamente se presentan una serie de factores considerados de naturaleza externa e interna, que están incidiendo en el docente y el uso de la TIC en el nivel de Educación Básica, siendo éstos los siguientes:

1.4. Factores externos

Son considerados externos, aquellos factores que no están asociados, ni son responsabilidad directa del docente, pero que de alguna manera inciden en el uso de las TIC por parte de los profesionales de la Educación Básica en el país, encontrándose los mencionados seguidamente:

- Escases o ausencia de centros informáticos y bibliotecas virtuales, encargadas de suministrar información válida y actualizada a quienes acuden a ellas, como una vía para alcanzar la que puede llamarse alfabetización digital. Según Tramullas (2002), entendemos biblioteca digital como: "un sistema de tratamiento técnico, acceso y transferencia de información digital, estructurado alrededor del ciclo de vida de una colección de documentos digitales, sobre los cuales se ofrecen servicios interactivos de valor añadido para el usuario final" (p.8). Encontramos también ausencia o escases de computadores para alumnos y docentes, las cuales, de existir, casi siempre está en manos y son responsabilidad de un personal técnico, que siempre va a ser un profesional ajeno a la docencia, sobre todo en el nivel Inicial, donde se debe contar con equipos para satisfacer la curiosidad, aumentar el conocimiento y favorecer el aprendizaje significativo de quienes inician la educación formal. En muchos casos, además de no contarse con la conexión de Internet, los docentes no tienen apoyo para el uso de las TIC, no es clara la existencia de un plan de mantenimiento, actualización y seguridad para el hardware y el software, y menos aún se conoce si existen actividades tanto para alumnos como para profesores.
- Finalmente tenemos que citar la escasez de cursos y programas nacionales de capacitación y entrenamiento en sistemas de informática y componentes de tecnología, y su insuficiente o nula inserción en el Currículo Nacional. Al respecto, Álvarez, et al. (2011): manifiestan la necesidad de que los docentes se apropien de las TIC y que las incluyan en sus actividades, así como que generen con estas comunidades docentes que permitan el libre acceso a recursos educativos y tecnológicos de calidad en todas las escuelas (p.10).

1.5. Factores internos

Se entiende por factores internos, los que están directamente asociados al docente, dependen y son su responsabilidad, en su relación con las TIC en el nivel de Educación Básica, considerándose los siguientes:

- Inexperiencia, conocimientos incompletos y deficitarios en cuanto al manejo y utilización de las TIC en el campo de la enseñanza y el aprendizaje de los menores; en este sentido, García (2004):
  sostiene que hay necesidades de formación del profesorado y carencias técnicas estructurales para dicha capacitación; donde las primeras hacen referencia a una serie de acciones encaminadas a la instrucción, o bien a aprender las habilidades básicas, instrumentales vinculadas a las nuevas tecnologías; es decir, se refiere al conocimiento que requieren y su utilización en los niños, en los entornos relacionados con el computador y el Internet. En cuanto a la segunda, es fundamental disponer de medios (computador, internet, otros), y materiales didácticos (software), para apoyar ese aprendizaje, que luego debe ser utilizado en la formación y crecimiento integral de los infantes (pp.513-515).
- El desconocimiento y total abandono de las TIC puede acarrear en el docente situaciones de inseguridad, estrés y baja motivación para enfrentarse a los niños, quienes podrían tener un mejor y mayor manejo del computador que su mismo profesor; para este caso, Hüther (2012), expone que:
  se puede presentar en el educador una reacción fisiológica de su organismo, donde entran en juego diversos mecanismos de defensa, para afrontar situaciones asociadas a las TIC, que se perciben como amenazantes o de alta demanda, generándole reacción a tal desafío que prefiere no abordar (pp.47-48).
- Otros factores que puede influir en el uso de la TIC por parte del docente de Educación Básica son la actitud y la resistencia al cambio; en este último caso, Mejía, Silva, Villarreal, Suarez y Villamizar (2018), expresan que: "no querer, no poder o no conocer algo lo suficiente o en qué consiste, en este caso las TIC por el educador, son razones que tienden a demorar dicho cambio, lo que es percibido como cierta forma de resistencia" (p.54). Esta ignorancia es generalmente ocasionada por falta de comunicación sobre el proyecto a modificar, el impacto que pueda tener en términos personales, además de poseer una visión demasiado parcializada del mismo; en los tres casos se hace evidente la ausencia de suficiente información sobre el tema, lo que hace que el adulto sienta incapacidad y dificultades para el trabajo en equipo junto a sus pequeños educandos, además del despertar de sentimientos negativos, como el desacuerdo, la incertidumbre, el temor por falta de confianza en sus resultados, y hasta la pérdida de identidad.

2. Materiales y métodos

Este trabajo responde al tipo de investigación cuantitativa, descriptiva y transversal. Cuantitativo ya que, como indican Taylor y Bogdan (2000):

se caracteriza por buscar los hechos o causas de los fenómenos con independencia de los estados subjetivos de las personas que se encuentran cercanas, obteniéndose una visión de la realidad, como un espacio estable y estructurado, donde se relacionan los factores causales que afectan una determinada situación (p. 5)

Es de carácter descriptivo porque estudia, caracteriza y describe un fenómeno o situación concreta, indicando sus rasgos más peculiares o diferenciadores; también es de carácter transversal porque mide un hecho en un solo momento temporal.

La población está conformada por los docentes de las escuelas de Educación Básica "Ignacio Andrade Arízaga" y "Ángela Rodríguez". En vista del tamaño de la población se ha trabajado con la totalidad es decir 26, distribuidos de la siguiente manera:

Escuela Básica	Docentes	Género
Escuela de Educación Básica Ignacio Andrade Arízaga	13	Femenino: 9 Masculino: 4
Escuela de Educación Básica Ángela Rodríguez	13	Femenino: 7 Masculino: 6
Total	26	26

Tabla 1 – Escuelas objeto de estudio

La encuesta aplicada a los docentes estuvo estructurada por 16 preguntas que conformaron los 6 indicadores de la investigación. El cual, se validó a través de 3 expertos en tecnología, información y comunicación en el área educativa.

Para la aplicación del instrumento se empleó una herramienta digital y pagada, disponible en la Internet, denominada *SurveyMonkey*, que es una herramienta que posibilita la elaboración de preguntas abiertas y cerradas, y facilita la recogida de la información y su análisis con estadística descriptiva e inferencial, así como la relación de respuestas abiertas para el análisis de sus tendencias principales.

3. Resultados

A continuación, se presenta el análisis detallado y la interpretación de los resultados de la investigación, contextualizándolos y fundamentándolos con los datos y la bibliografía. Primero se presenta la información general sobre lo que se pudo observar y conocer en las escuelas visitadas, alguna cuantitativa, con el propósito de contextualizar los demás resultados.

Lo primero que se debe tomar en cuenta es que las TIC en las escuelas estudiadas no son algo nuevo, tal vez parezca un poco obvio, sin embargo, es importante conocer que las escuelas ya llevan varios años trabajando con las TIC, principalmente con computadoras, y más recientemente también con Internet, por lo que tampoco pueden considerarse como algo completamente nuevo para los profesores. A pesar de esto, no todos los docentes de cada escuela han estado en contacto con ellas todo este tiempo, ya que a veces sólo es el docente de computación el encargado de su uso. La pregunta aquí sería, si las TIC en las escuelas no son algo nuevo, ¿por qué para los docentes es todavía difícil incorporarlas a su práctica docente?

El número de alumnos en cada una de las escuelas, así como el número de computadoras disponibles para ellos es muy variado. El número de alumnos en una de las escuelas investigadas es de 249 y en la segunda de 118, y el número de alumnos por computadora es de 2.4 y de 15. Las 2 escuelas, objeto de la investigación, cuentan con Internet, y al menos un salón de cómputo.

Finalmente, es también importante considerar que los alumnos de las escuelas visitadas sí tienen acceso a computadoras e Internet fuera de la escuela sobre todo aquellas que son urbanas. Los directores coinciden en que los alumnos tienen acceso a una computadora y a Internet ya sea en su casa o en un café Internet.

Esta es una realidad que debe tomarse en cuenta, pues los alumnos sí están familiarizados con su uso, por lo que la escuela no debería enfocarse tanto a enseñarles sobre la computadora, es decir, a saber, cómo se usa; sino debería hacer esfuerzo para que la computadora se integrara mejor al proceso de enseñanza-aprendizaje para que los estudiantes aprendan más con ella y menos acerca de ella.

Entonces, la mayoría de los alumnos ya están tecnológicamente alfabetizados o, como mencionan los docentes, de una u otra forma las aprenden a usar; por lo tanto, tener una clase en la que se enseñen las partes de la computadora o cómo usar una aplicación específica resulta hoy en día irrelevante.

Los indicadores que se plasman en el análisis de la encuesta son:
Pertinencia del uso de la tecnología educativa
Elaboración de materiales educativos en soporte digital
Materiales audiovisuales
Materiales en línea, Internet
Redes sociales
Plataformas educativas (edmodo, moodle)

Indicador: Pertinencia del uso de la tecnología educativa	**Selecciones**	**% del total**
La evito constantemente	2	7.69
No la evito, pero me desagrada		
Participo como parte de mi formación	4	15.38
Despierta mi motivación	20	76.92
Disfruto realizarla		
Está entre lo que más disfruto de la carrera		

Tabla 2 – Indicador: Pertinencia del uso de la tecnología educativa.

Los docentes objeto de estudio, en su inmensa mayoría, tienen experiencia en el empleo de las TIC en actividades recreativas, no tanto en actividades académicas. Dos docentes indican que evitan o que les desagrada el uso de la tecnología educativa no, otros cuatro la emplean para su formación, pero no parece que sea de su agrado, sin embargo, la tendencia predominante indica casi el 77% de los docentes asumen con responsabilidad su formación desde esta modalidad.

Indicador: Elaboración de materiales educativos en soporte digital	**Selecciones**	**% del total**
No se aprecia	2	7.69
Se aprecia muy poco		
Se aprecia	5	19.23
Se aprecia bien	19	73.07
Es muy evidente la relación		

Tabla 3 – Indicador: Elaboración de materiales educativos en soporte digital

Los materiales científicos en soporte digital constituyen fuente esencial para el proceso de apropiación del conocimiento relacionado con las materias con un reconocimiento del 92.30 %.

Indicador: Materiales audiovisuales	**Selecciones**	**% del total**
No se aprecia	3	11.53
Se aprecia muy poco		
Se aprecia	6	23.07
Se aprecia bien	17	65.38
Es muy evidente la relación		

Tabla 4 – Indicador: Materiales audiovisuales

De la misma forma los materiales audiovisuales tienen un lugar esencial en el proceso de formación y autoformación de los docentes, tal y como se exige en el modelo curricular de la actualización curricular de Educación Básica. El 88.45 % de los docentes aprecian el valor de su empleo.

Indicador: Materiales en línea	**Selecciones**	**% del total**
No se aprecia	3	11.53
Se aprecia muy poco		
Se aprecia	6	23.07
Se aprecia bien	17	65.38
Es muy evidente la relación		

Tabla 5 – Indicador: Materiales en línea

Relacionado con el tema de los materiales en línea el porcentaje de docentes que aprecian su empleo se encuentra sobre el 88 %. Es una cifra significativa, sin embargo, es uno de los aspectos donde se podría perfeccionar su empleo.

Indicador: Internet	**Selecciones**	**% del total**
No se aprecia	3	11.53
Se aprecia muy poco		
Se aprecia	5	19.23
Se aprecia bien	18	69.23
Es muy evidente la relación		

Tabla 6 – Indicador: Internet

Igualmente, el empleo de la Internet, cuya utilización se ve resentida por los problemas de conectividad en las escuelas, es una herramienta que debe utilizarse con mayor

precisión en las orientaciones metodológicas para la búsqueda de documentos e información verdaderamente valiosa para el Proceso Enseñanza Aprendizaje (PEA) y sobre todo para que los estudiantes aprendan a discriminar la información valiosa de la superflua y desorientadora. El ejercicio crítico para por el desarrollo de una opinión clara y fundamentada de por qué asume un material y desecha otro.

Indicador: Redes sociales	**Selecciones**	**% del total**
No se aprecia	1	3.84
Se aprecia muy poco		
Se aprecia	4	15.38
Se aprecia bien	21	80.76
Es muy evidente la relación		

Tabla 7 – Indicador: Redes sociales

Aunque se presenta en un porcentaje alto (96.04%) sin duda alguna tiene que ver con la actividad y orientación desde las asignaturas que dictan, no obstante, hay que tomar en consideración el poco desarrollo de propuestas coherentes, metodológicamente hablando, para el empleo de las redes sociales en el PEA de materias concretas.

Indicador: Plataformas educativas (edmodo, moodle)	**Selecciones**	**% del total**
No se aprecia	1	3.84
Se aprecia muy poco		
Se aprecia	3	11.53
Se aprecia bien	22	84.61
Es muy evidente la relación		

Tabla 8 – Indicador: Plataformas educativas (edmodo, moodle)

Las plataformas educativas se emplean, pero pasan por el mismo problema de conectividad de internet y el desarrollo de la intranet en las escuelas, no obstante, se emplean y posibilitan, acorde al enfoque pedagógico de aprender a construir el conocimiento, ampliar y perfeccionar su empleo.

4. Conclusiones

Puesto que específicamente en la Educación Básica, el diseño curricular promueve la incorporación de las TIC en el proceso de enseñanza-aprendizaje, y por ende su democratización, se destaca y concluye que la escases o ausencia de centros informáticos y bibliotecas virtuales, así como poca o ninguna disponibilidad de software, equipos tecnológicos e Internet, aunado a la falta de dotación y accesibilidad de dispositivos técnicos, son los principales factores externos que no permiten la inserción definitiva de las TIC en Educación Básica.

Concluyéndose además que como factores internos que influyen en el uso de las TIC por parte de los docentes de Educación Básica se destacan la baja formación en el área, la presencia de miedo y situaciones de estrés, así como apatía para afrontar circunstancias y condiciones de uso; reconocer que posiblemente el estudiante sepa y conozca más que el educador, quien debe estar ávido para adquirir nuevos conocimientos que le permitan manejar más y mejor el recurso informático, para poder ponerse a la par con sus alumnos.

Se puede concluir también que las TIC son herramientas novedosas al servicio de la educación, que van a proporcionan los medios y el nuevo contexto para producir un cambio en las formas de enseñar y aprender.

Por su parte los docentes opinan que las TIC ayudan a consolidar en la mayoría de los casos, los aprendizajes en la Educación Básica, mejorando la calidad de los procesos de enseñanza y aprendizaje, ya que con ellas se pueden abordar actividades más dinámicas y significativas, que producen un efecto positivo y deseable en los estudiantes, pues éstos pueden explorar y obtener otros conocimientos a su propio ritmo, mejorando el rendimiento escolar con el uso del computador.

Se agrega, como otra conclusión, que las TIC, facilitan el trabajo diario al poder realizar las planificaciones pedagógicas y las actividades, introduciendo estrategias digitales, que hacen a la función pedagógica más efectiva y eficiente; al respecto, se debe consideran la conformación de un equipo coordinado de trabajo, que se encargue de planificar la actualización de los docentes y la inclusión total de las TIC en la Educación Básica, así como velar que las salas de computación sean utilizadas por todos los docentes para la mejora de su enseñanza.

Referencias

Álvarez, S., Cuéllar, C., López, B., Adrada, C., Anguiano, R., Bueno, A., Comas, I., & Gómez, S. (2011). Actitudes de los Profesores ante la Integración de las TIC en la Práctica Docente. Estudio de un grupo de la Universidad de Valladolid. *Edutec-e. Revista Electrónica de Tecnología Educativa,* (35), 1-19, ISSN: 1135-9250. Recuperado de: http://edutec.es/revista/index.php/edutec-e/article/download/416/152

Buela-Casal, G., & Castro, A. (2009). Las Tecnologías de la Información y la Comunicación y la evaluación de la calidad en la Educación Superior. *RUSC. Universities and Knowledge Society Journal, 6*(2), 3-8, E-ISSN: 1698-580X. Recuperado de: http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=78012947007

Castro, S., Guzmán, B., & Casado, D. (2007). Las TIC en los procesos de enseñanza y aprendizaje. *Laurus, 13*(23), 213-234, ISSN: 1315-883X. Recuperado de: http://www.redalyc.org/pdf/761/76102311.pdf

García, A. (2004). Calidad de la Educación en la Sociedad de la Información. *Revista Complutense de Educación, 15*(2), 509-520, ISSN: 1130-2496. Recuperado de: https://revistas.ucm.es/index.php/RCED/article/viewFile/RCED0404220509A/16175

Hüther, G. (2012). Biología del Miedo. El Estrés y los Sentimientos. Barcelona, España: Plataforma Editorial.

Marqués, P. (2006). Impacto de las TICs en Educación: Funciones y Limitaciones. Barcelona, España: Ediciones de Departamento de Pedagogía Aplicada de la Universidad Autónoma de Barcelona. Recuperado de: http://especializacion.una.edu.ve/iniciacion/paginas/marquestic.pdf

Mejía, A., Silva, C., Villarreal, C., Suarez, D., & Villamizar, C. (2018). Estudio de los Factores de Resistencia al Cambio y Actitud hacia el Uso Educativo de las Tic por parte del Personal Docente. Boletín Virtual, 7(2), 53-63, ISSN: 2266-1536. Recuperado de: http://revista.redipe.org/index.php/1/article/download/428/425/

Taylor, S., & Bogdan, R. (2000). Introducción a los Métodos Cualitativos. Buenos Aires, Argentina: Ediciones Paidós. Recuperado de: https://asodea.files.wordpress.com/2009/09/taylor-s-j-bogdan-r-metodologia-cualitativa.pdf

Tramullas, J. (2002). Propuestas de Concepto y Definición de la Biblioteca Digital. III Jornadas de Bibliotecas Digitales JBIDI. San Lorenzo del Escorial. Madrid, España: Universidad Politécnica de Madrid. Recuperado de: http://eprints.rclis.org/15118/

Vaillant, D. (2014). Formación de Profesores en Escenarios TIC. *Revista e-Curriculum, 12*(2), 1128-1142, ISSN: 1809-3876. Recuperado de: http://www.redalyc.org/pdf/766/76632206003.pdf

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

Recebido/Submission: 04/11/2018
Aceitação/Acceptance: 22/12/2018

El E-learning como herramienta para la educación continua: una propuesta a la formación profesional en el Ecuador

Ginger Navarrete Mendieta[1], Catalina Shirle Morán Solís[2], María de los Ángeles Guamán Coronel[3], Myriam Irlanda Arteaga Marín[4], José Patricio Torres Fernández[5]

ginger.navarreteme@ug.edu.ec, cmoran@itsvr.edu.ec, mguaman1@utpl.edu.ec, miarteaga@utpl.edu.ec, ptorres@uide.edu.ec

[1] Universidad de Guayaquil, Av. Delta y Av. Kennedy, Guayaquil, Ecuador.

[2] Instituto Superior Tecnológico Vicente Rocafuerte, Vélez 2203 y Lizardo García, Guayaquil, Ecuador.

[3] Universidad Técnica Particular de Loja, San Cayetano Alto Calle París, Loja, Ecuador.

[4] Universidad Técnica Particular de Loja, San Cayetano Alto Calle París, Loja, Ecuador.

[5] Universidad Internacional del Ecuador, Av. Simón Bolívar y Av. Jorge Fernández, Quito, Ecuador.

Pages: 14–25

Resumen: El trabajo muestra una exposición general sobre la utilización y conocimiento de la metodología e-learning dentro del campo de educación continua en el Ecuador, con el propósito de conocer como son llevados los procesos de formación continua en las empresas en el Ecuador. El diseño de la investigación fue exploratorio con enfoque cualitativo, se revisaron bibliografía acorde al tema y se emplearon como instrumentos de recolección de información: las entrevistas y observaciones. La aplicación de estos instrumentos fue realizada a empresas que ofrecen servicios de formación y a empleados que actualmente participan en programas de capacitación. En la parte final se presentan los resultados evidenciando que la forma tradicional, los participantes dentro de aula, es la que sobresale frente a la formación virtual, resaltando que el papel que actualmente tiene la tecnología en la educación, es un desafío para los adultos que aún tienen temor de salir del método tradicional.

Palabras-clave: Formación; educación a distancia; educación de los trabajadores; tecnología de la información.

E-learning as a tool for continuing education: A proposal for professional training in Ecuador

Abstract: This article shows a general exposition about the use and knowledge of the e-learning methodology within the field of continuing education in Ecuador, with the purpose of knowing how the processes of continuous training are carried out in companies in Ecuador. The research design was exploratory with a qualitative approach, bibliography was revised according to the topic and the interviews and

observations were used as instruments for gathering information. The application of these instruments was made to companies that offer training services and to employees who currently participate in training programs. In the final part the results are presented evidencing that the traditional form, the participants inside the classroom, is the one that stands out against virtual training, highlighting that the role that technology currently has in education, is a challenge for adults They are still afraid to get out of the traditional method.

***Keywords**:* Training; distance education; workers' education; information technology.

1. Introducción

Se debe entender a la formación como un proceso que pretende eliminar las diferencias existentes entre aquello que un empleado puede ofrecer a partir de sus habilidades, experiencias y aptitudes y aquello que es exigido por su ocupación laboral. La capacitación es un medio que utilizan las empresas para cerrar las brechas de sus colaboradores en conocimientos, aptitudes y comportamiento con la finalidad de que puedan ser más productivos y ayuden a las organizaciones a alcanzar los objetivos.

Los recursos tecnológicos se han involucrado cada vez con mayor frecuencia en los ambientes de formación, surgiendo nuevas preocupaciones relacionadas con el uso adecuado de dichas herramientas en las capacitaciones buscando obtener resultados favorables en los procesos de enseñanza – aprendizaje, intentando mejorar la calidad de la formación académica de los participantes.

La capacitación corporativa está atravesando una transición importante hacia las nuevas estrategias y objetivos que buscan las empresas para poder llegar a ser competitivas y lograr cumplir con las demandas en una sociedad que tiene que competir en un mundo globalizado es por esto que la formación empresarial deberá ser ajustada hacia estos objetivos buscando la incorporación de las tecnologías de la información y la comunicación, con el uso de las herramientas tecnológicas, y nuevas metodologías de formación que conlleven a que los empleados de las empresas sean personas altamente competitivas y competentes en los puestos de trabajo.

Las herramientas tecnológicas en la salas de capacitación son de suma importancia para el proceso de formación empresarial y se han venido involucrado cada vez con mayor frecuencia en las capacitaciones corporativas, surgiendo necesidades de la incorporación de ellas no sólo en las salas de capacitación sino también con el involucramiento y el uso de éstas por parte de los participantes de dichas capacitaciones, reflexionando sobre el uso pedagógico de estas con la finalidad de obtener los resultados favorables en los procesos de formación empresarial.

Es necesario implementar nuevas metodologías en los procesos de formación que ayuden a los colaboradores no sólo a relacionarse con las herramientas tecnológicas sino también en su proceso de formación con el ahorro del tiempo que invierten dentro de las salas de capacitación y que cumplan con los objetivos de aprendizaje, es por esto que es conveniente que las empresas de capacitación posean y ofrezcan nuevas metodologías de enseñanza no sólo para lograr la formación competente de los empleados de las empresas sino que ayuden en potenciar el uso pedagógico de los recursos tecnológicos

en los procesos de formación empresarial y que ayuden así en el logro de las estrategias y objetivos de las empresas.

Actualmente en el Ecuador el esquema de capacitación está dado bajo la modalidad tradicional, el facilitador capacitando al usuario, existe un desconocimiento de las organizaciones en la utilización de le herramientas tecnológicas en sus programas de capacitación y el ahorro que podrían tener al no sacar a su personal de sus actividades diarias para que sean capacitados en las aulas, dado esto se planteó de cuál podría ser la problemática que tienen las organizaciones en Ecuador para no adoptar las herramientas asincrónicas y síncronas en sus programas de capacitación, de lo que surge la necesidad de analizar cómo son los procesos de capacitación de las empresas ecuatorianas con el uso de las herramientas tecnológicas.

En un mercado globalizado, en el que la competencia es un factor que influye en el crecimiento de las organizaciones, las empresas deben de contar con un capital humano competente y hábil que contrarreste las acciones competitivas y puedan lograr un mejor desempeño en sus puestos de trabajo por lo cual se debe asumir el desarrollo de programas eficientes para atender las necesidades a través de la capacitación con herramientas informáticas síncronas que brinden flexibilidad y que puedan ser combinadas con sus necesidades.

En la actualidad, las organizaciones están incorporando la gestión de la capacitación por competencias (Pineda, 2002). La inversión que realice las organizaciones en desarrollo personal de sus colaboradores a través de los procesos de capacitación busca entre otras cosas lograr un mejor desempeño y habilidad en sus puestos de trabajo, bajo esta perspectiva la capacitación debe ser considerada como una herramienta que permite a los miembros de las organizaciones mejorar la eficiencia de sus trabajos.

Por otro lado, Moore y Kearsley (1996), definen que el estudiante adulto busca educación ya sea para satisfacer la necesidad de mejorar sus habilidades, su estatus o para buscar un nuevo trabajo. En los países en vías de desarrollo, el estudiante adulto busca además la obtención de estudios con reconocimiento de validez oficial. Por lo tanto, para satisfacer estas necesidades de educación y resolver, al menos parcialmente, los conflictos que se presentan con otras necesidades, el estudiante adulto requiere de un modelo educativo que le permita estudiar con flexibilidad de tiempo y espacio, además de la oportunidad de estudiar exactamente lo que se desea y que la experiencia del aprendizaje se adecué a la idiosincrasia del adulto.

Gil (2001) indica que las nuevas tecnologías de la formación ofrecen una solución no sólo a la eterna cuestión del desarrollo de la cualificación de las personas, sino también a las diversas cuestiones planteadas por los imperativos económicos de hoy en día: globalización y aumento de la competencia, búsqueda de una mayor productividad mediante el ahorro de costos, la mejora en la rapidez y en la competitividad. La formación se ha convertido en un eje estratégico importante y el saber en una herramienta que permite desarrollar una ventaja competitiva.

Actualmente se vive en una sociedad sometida a profundos cambios y trasformaciones, los lenguajes multimedia se han impuesto, las nuevas tecnologías ayudan a mejorar, complementar, diversificar y evolucionar con el acceso a internet como fuente de

información y de conocimiento, la simple presencia de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) implica acceder a la información y procesar de manera crítica favoreciendo el trabajo colaborativo.

Las tecnologías de información y comunicación (TIC) están cambiando la manera de hacer las cosas y la forma de aplicar las metodologías de enseñanza - aprendizaje. Éstas pueden ser aplicadas en diferentes frentes tales como en lo laboral, así como en la educación. Para lograr el máximo aprovechamiento de las TIC, es indispensable su continua actualización. Estas herramientas son utilizadas por las empresas y un ejemplo de ello es la aplicación en formación laboral. Para Tello (2007) el objetivo de las TIC es mejorar los procesos de operación y así incrementar la competitividad y productividad de las personas y organizaciones.

La incursión de la tecnología en la capacitación es un hecho, en la actualidad se está incrementando el uso de recursos tecnológicos dentro de la formación empresarial, pero el manejo de estas no garantiza resultados positivos en la adquisición de conocimientos por parte de los participantes. También se debe tener en cuenta otros factores como el conocimiento de las TIC de los instructores de capacitación y la diversidad de estrategias metodologías existentes para lograr los objetivos de aprendizaje, haciéndose necesario reflexionar sobre las metodologías favorables en las salas de formación apoyada con medios tecnológicos, con el propósito de obtener entornos educativos apropiados que efectivamente contribuyan con el proceso de enseñanza - aprendizaje.

Es conveniente implementar metodologías de enseñanza acordes con las habilidades, estilos de aprendizaje y entorno de las necesidades de las empresas en lograr que su personal logre ser más competente haciendo uso de la tecnología, pero con métodos de enseñanza apropiados para la consecución de los objetivos de aprendizaje. Los participantes de los cursos de capacitación tienen a su alcance la tecnología esto refleja en ayuda para el cumplimiento de algunos objetivos académicos.

Las empresas de capacitación están implementando cada vez, con más frecuencia la tecnología en las salas de capacitación, dado que se ha venido masificando su uso con proyecciones para mejorar la calidad de la formación empresarial. Por consiguiente, no se puede seguir formando a los participantes de programas de capacitación con las mismas metodologías tradicionales, teniéndose en cuenta la cantidad de herramientas y materiales didácticos que hoy se tiene al alcance.

Son por tanto y con base a lo expuesto anteriormente, las tecnologías de la información y la comunicación, también denominadas por sus iniciales como TIC ó NTIC (Nuevas tecnologías de la Información y la Comunicación) herramientas utilizadas como recursos didácticos en el proceso de capacitación no sólo por la adquisición de conocimientos sino también en el desarrollo de competencias como; la gestión de la información, el trabajo colaborativo, la comunicación interpersonal y/o grupal que implican grandes cambios para lograr mayor productividad en el puesto de trabajo.

1.1. Aplicación de las TIC en los procesos de capacitación

Hopenhayn (2002) indica que el papel de la educación parece haberse consolidado a lo largo de estos 10 años a partir de su capacidad para: facilitar el acceso a trabajos

inteligentes y a redes de conocimiento; reducir las desigualdades; aportar elementos críticos para interpretar la realidad incorporando el componente multicultural y construir ciudadanía en contextos democráticos.

Los gobiernos latinoamericanos están haciendo grandes esfuerzos para alcanzar niveles adecuados de calidad y equidad en la educación y, como parte de ese esfuerzo, se han puesto en práctica numerosos proyectos de dotación de equipamiento tecnológico y conectividad a un número cada vez más grande de establecimientos educativos. Sobre estos dos pilares, calidad educativa y acceso al intercambio comunicacional, se intenta promover la incorporación masiva y sostenida de los países de la región a la sociedad del conocimiento. La importancia creciente de la innovación y del conocimiento en las economías hace de la educación no sólo una inversión con alta tasa de retorno, sino un campo que incide en el acceso a trabajos inteligentes y a redes de circulación del conocimiento a lo largo de toda la vida; segundo, la educación sigue siendo considerada como el principal campo de reducción de desigualdades de cara al futuro y de superación de la reproducción intergeneracional de la pobreza, dados los círculos virtuosos entre mayor educación, movilidad socioocupacional y mejores ingresos; tercero, en un momento de crisis de proyectos de transformación social y de emergencia de la dimensión cultural del desarrollo, la educación debe contribuir a repensar críticamente la realidad, a idear nuevos proyectos colectivos, y a aprender a vivir en un mundo multicultural. Por último, la educación es un espacio privilegiado para construir ciudadanía en el marco de las democracias del siglo XXI, y de la urgencia por perfeccionar la institucionalidad política. Más aún, las nuevas formas de ciudadanía en una sociedad de la información requieren también fortalecer nuevas destrezas: capacidad de expresar demandas y opiniones en medios de comunicación para aprovechar la creciente flexibilidad de los mismos; aptitud para adquirir información estratégica que permita participar en los sistemas de redes; y competencia organizativa y de gestión para adaptarse a situaciones de creciente flexibilización en el trabajo y en la vida cotidiana.

Actualmente se requiere contar con personas competentes, es decir, aquellas que sean capaces de resolver con eficacia los problemas relacionados con su práctica profesional y que al mismo tiempo tengan un desempeño ético. Alemán y Gómez (2011) mencionan que la capacitación analizada desde la mirada sociológica forma parte del sector educativo a través de la educación continua; teniendo un efecto sobre la sociedad, y las estructuras adecuadas que deben de tener las organizaciones su desarrollo y crecimiento económico.

Las herramientas informáticas permiten un aprendizaje más heterogéneo y no presencial, basado en la autonomía de aprendizaje más que en la transmisión directa de conocimientos, en el marco de los nuevos planes de estudio y el sistema de créditos, donde el grado creciente de libertad de los participantes para configurar su propio tiempo es indispensable en la combinación diaria de sus actividades (Cubo, González y Fustes, 2007).

Los recursos tecnológicos se han involucrado cada vez con mayor frecuencia en los ambientes de formación, surgiendo nuevas preocupaciones relacionadas con el uso adecuado de dichas herramientas en las capacitaciones buscando obtener resultados favorables en los procesos de enseñanza – aprendizaje, intentando mejorar la calidad de la formación académica de los participantes.

La capacitación corporativa está atravesando una transición importante hacia las nuevas estrategias y objetivos que buscan las empresas para poder llegar a ser competitivas y lograr cumplir con las demandas en una sociedad que tiene que competir en un mundo globalizado es por esto que la formación empresarial deberá ser ajustada hacia estos objetivos buscando la incorporación de las tecnologías de la información y la comunicación, con el uso de las herramientas tecnológicas, y nuevas metodologías de formación que conlleven a que los empleados de las empresas sean personas altamente competitivas y competentes en los puestos de trabajo.

Las herramientas tecnológicas en la salas de capacitación son de suma importancia para el proceso de formación empresarial y se han venido involucrado cada vez con mayor frecuencia en las capacitaciones corporativas, surgiendo necesidades de la incorporación de ellas no sólo en las salas de capacitación sino también con el involucramiento y el uso de éstas por parte de los participantes de dichas capacitaciones, reflexionando sobre el uso pedagógico de estas con la finalidad de obtener los resultados favorables en los procesos de formación empresarial.

Es necesario implementar nuevas metodologías en los procesos de formación que ayuden a los colaboradores no sólo a relacionarse con las herramientas tecnológicas sino también en su proceso de formación con el ahorro del tiempo que invierten dentro de las salas de capacitación y que cumplan con los objetivos de aprendizaje, es por esto que es conveniente que las empresas de capacitación posean y ofrezcan nuevas metodologías de enseñanza no sólo para lograr la formación competente de los empleados de las empresas sino que ayuden en potenciar el uso pedagógico de los recursos tecnológicos en los procesos de formación empresarial y que ayuden así en el logro de las estrategias y objetivos de las empresas.

2. Materiales y métodos

Para llevar a cabo el trabajo de investigación hecha bajo el enfoque cualitativo se utilizaron las entrevistas semi-estructuradas así como la observación, las mismas que fueron tomados como instrumento para la recolección de datos. Esta recolección de datos consiste en obtener las perspectivas y puntos de vista de los participantes como sus emociones, prioridades, experiencias, significados y otros aspectos subjetivos, con el propósito de reconstruir la realidad, tal como la observan los actores de un sistema social previamente definido (Hernández, Fernández y Baptista 2010).

Mayan (2001) señala que la entrevista semiestructurada recolecta datos de los individuos participantes a través de un conjunto de preguntas abiertas formuladas en un orden específico y se enfoca sobre una serie de preguntas que el investigador hace a cada participante.

Las entrevistas constaron de tres partes: una relativa al centro de capacitación, esta entrevista estuvo compuesta por 10 preguntas, se quiso conocer la utilización de las herramientas asincrónicas y sincrónicas en sus procesos de capacitación, cómo se realizaba esta interacción de las herramientas con los facilitadores y participantes así como el conocimiento de capacitaciones virtuales a través de plataformas e-learning, las preguntas estuvieron compuesta de una forma en que se quiso investigar sobre la

operatividad cuando desarrollan capacitaciones empresariales. Otra entrevista se realizó hacia los participantes de programas de capacitación, empleados de una empresa, esta entrevista estuvo compuesta de 10 preguntas, se realizaron preguntas para conocer la forma actual en que reciben las capacitaciones, la utilización de las herramientas tecnológicas en sus programas de capacitación así como el conocimiento y participación de capacitaciones e-learning, por último se realizó una tercera entrevista dirigida hacia las personas del área del departamento de recursos humanos encargados de los procesos de capacitación y de desarrollo que normalmente es el área que contrata a los centros de capacitación para realizar la formación a los empleados de las empresas, estuvo compuesta así mismo por 10 preguntas y se quiso conocer cuáles son las decisiones que ellos toman al momento de elegir un proveedor de capacitación, la utilización de las herramientas tecnológicas en estas capacitaciones y el conocimiento o utilización de plataformas virtuales al momento de contratar proveedores de capacitación.

Dentro de las empresas investigadas sólo una ofrecía la modalidad de capacitación e-learning donde participan 3 personas, como se quiso observar la participación de los colaboradores de empresas cuando toman cursos virtuales, las observaciones sólo se las pudo realizar a estos participantes. Se observó el comportamiento de los participantes y el interés que estas capacitaciones puedan generar a los miembros de las empresas.

Mayan (2001) menciona que, al participar en el escenario como observador, el investigador adquiere conciencia a través de la experiencia de la persona, sin embargo, el reto de la estrategia es convertirse en un “miembro” para comprender la naturaleza del grupo, pero no al grado de que el nivel de objetividad requerido para registrar y analizar las observaciones se pierda.

En este caso se observó a los participantes como si el investigador fuera parte de la comitiva que realiza la coordinación del evento de capacitación, por lo que no se interactuó con los participantes, sino que se limitó a la observación de los comportamientos cuando se realizaba una capacitación virtual.

Para la selección de la muestra basados en las limitaciones del estudio, se tomaron las empresas más grandes y reconocidas de capacitación, que son aproximadamente 30 empresas, pero por el poco acceso a ser entrevistadas y proporcionar información sobre su operatividad de como realizan sus procesos de capacitación, se pudo acceder 10 de estas empresas. Así mismo debido a la restricción al acceso para investigar a los participantes se tomó como muestra final a 25 participantes que accedieron a ser entrevistadas y proporcionar información sobre la forma en que actualmente participan en programas de capacitación.

3. Resultados

Los resultados que se obtuvieron al aplicar las entrevistas a las diez empresas de capacitación del Ecuador, brindaron resultados positivos donde se evidencia que la mayor parte de la empresas de capacitación si utilizan las herramientas tecnológicas como ayuda en los programas de capacitación, en la pregunta 1 realizada a las empresas de capacitación sobre si han manejado programas de capacitación con la utilización de PC, internet, videos en sus programas de capacitación, 9 de las 10 empresas

entrevistadas dijeron que si, debido a que todas las capacitaciones son realizadas en el programa de Power Point y estas son proyectas por lo que es necesario el uso de una laptop o de una pc, también dijeron utilizar videos y el internet en estas capacitaciones y que estas herramientas son fundamentales para poder llevar a cabo los programas de capacitación, las empresa que no utiliza expresó que utiliza las herramientas de en vez de cuándo, ya que su mayor parte de las capacitaciones impartidas son fuera de aula a través de capacitaciones experienciales con actividades que son dinámicas grupales. Ninguna de las empresas entrevistadas dijo no conocer ni utilizar las herramientas sincrónicas en sus programas de capacitación. Meza y Olmos (2007) hacen mención que las estructuras formales de educación y formación no dan abasto a la constante y creciente demanda de educación; surge la necesidad de nuevas herramientas que permitan hacer frente a estos cambios, sobre todo aquellas que están relacionadas con el capital humano, capacitación y desarrollo.

En las preguntas 2 y 3 se les preguntó sobre si ellos creerían que la utilización de las herramientas tecnológicas como una PC o el internet en los programas de capacitación facilitan el aprendizaje a los participantes, 7 de las empresas entrevistadas dijeron que si, ya que ellos consideran a estas herramientas como apoyo y soporte para los instructores al momento de dictar las capacitaciones, también indicaron los entrevistados que los videos, gráficos y el internet mismo facilitan la interacción y la participación de los capacitados ya que normalmente son utilizadas en actividades y estimula las consultas dentro de la capacitación. Dos empresas indicaron que depende de las capacitaciones, ya que normalmente las capacitaciones que son técnicas que tienen que ver más con capacitaciones en el puesto del trabajo no necesariamente utilizan un computador por lo que ahí no se requeriría la utilización de estas, y sólo una que su funcionalidad son capacitación más del tipo experiencia por lo que en sus procesos de formación no utilizan el computador.

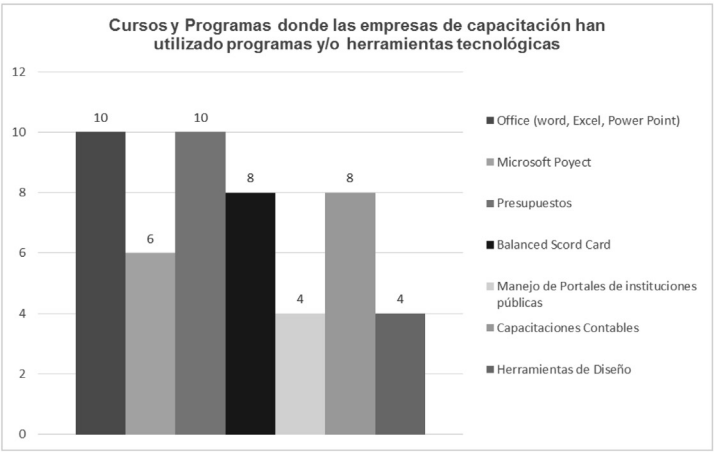


Figura 1 – Cursos y Programas tecnológicos de capacitación en que son más utilizadas por las empresas de capacitación de Ecuador (Datos recabados por el autor).

En la pregunta 4 se menciona si las empresas de capacitación han utilizado estas herramientas a parte del instructor para los participantes de los cuales sólo el 4 dijo que si lo utiliza debido a que normalmente estas herramientas son utilizadas por los facilitadores y que dependiendo de la capacitación es necesario que el participante la utilice, normalmente en las capacitaciones que se dan para los programas como Word, Excel, Proyect, etc., es cuando es necesario que el participante utilice el computador o el internet de no ser así pues no sería necesario que ellos la utilicen

Como se mencionó anteriormente las herramientas tecnológicas son más utilizadas por las empresas de capacitación como apoyo de los facilitadores cuando dictan los cursos de capacitación, pero en la pregunta 5 donde se les preguntó en qué programas o cursos de capacitación las utilizan estas fueron sus respuestas:

Se pudo comprobar que la utilización de las herramientas tecnológicas para estas capacitaciones es esencial ya que sin ellas los participantes no podrían tener un aprendizaje adecuado y eficaz y tampoco participar en estas capacitaciones. Vega (2004) hace mención que la aplicación de herramientas sincrónicas y asincrónicas, propicia nuevas opciones de interacción y retroalimentación, cuyas implicaciones se traducen en modificaciones en torno al tiempo y espacio de la participación de los asesores y los estudiantes en el proceso de enseñanza – aprendizaje.

En la pregunta número 6 que se les realizó a las empresas de capacitación sobre si ha escuchado hablar de las capacitaciones virtuales y qué es lo que conoce exactamente todas expresaron conocer y haber escuchado sobre esta modalidad de capacitar y que es una forma de que los participantes puedan capacitarse a través de una plataforma virtual sin necesidad de asistir a una aula, pero también indicaron que esta modalidad es utilizada en capacitaciones básicas ya que las especializadas normalmente son pedidas de forma presencial y que con una capacitación virtual no se podría completar todo el aprendizaje que estas conllevas. De las 10 empresas entrevistadas sólo una ofrece este tipo de capacitación, pero de forma mixta es decir que se utiliza la plataforma, pero con la guía de un instructor y son dadas dentro de las instalaciones de la empresa de capacitación.

En las preguntas 7 y 8 sobre si ellos consideraban que este tipo de capacitaciones virtuales facilita u obstaculiza los planes de capacitación a las empresas, 3 de los entrevistados dijo que las capacitaciones virtuales si facilitan los planes de capacitación ya que muchos de sus clientes actuales por sus horarios laborales les dificulta la asistencia o en su efecto son interrumpidas con llamadas y al tener la opción de que puedan capacitarse de manera virtual, el horario para tomar estas capacitaciones dependería directamente del tiempo de cada uno de los participantes, las 7 restantes señalaron que esto depende de las capacitaciones y de lo que se requiere aprender ya que en su mayoría necesitarían de facilitadores que guíen, que expliquen y contesten las inquietudes y preguntas a los participantes de los programas de capacitación. Ninguna de las entrevistadas dijo que obstaculizaría los programas de capacitación. De acuerdo a Meza y Olmos (2007) actualmente las empresas están viendo la e-capacitación como otra forma de hacer capacitación. Esta forma alternativa les permite optimizar el tiempo, mejorar la calidad de la administración, disminuir costos y motivar a su personal.

Finalmente en la pregunta 9 y 10 donde se les consulta si ellos piensan que esta modalidad ahorraría tiempo en las capacitaciones a sus clientes y sobre si ofrecería esta

modalidad como opción a los participantes, todas las empresas entrevistadas indicaron que ven a esta nueva modalidad como una herramienta que permitiría el ahorro del tiempo dentro de las salas de capacitación con respecto a si ofrecerían o no esta nueva forma de capacitar al personal a sus clientes 5 expresaron que no debido a que hoy en día su clientes actuales les piden capacitaciones especializadas donde es indispensable que un instructor dicte el curso para que pueda contestar preguntas y disipar dudas o inquietudes por lo que al realizar una capacitación de modalidad virtual muy difícilmente lo haría, y aunque sabe que el tiempo invertido dentro de las aulas de capacitación es grande aún esta modalidad es la más utilizada por lo que no estarían aun considerando la opción e-learning como modalidad de capacitación.

De las empresas entrevistadas, 4 empresas indicaron que aún no sabría sí podrían ofrecer ya que este tipo de capacitaciones necesitaría una inversión que es la creación de una plataforma en sus páginas web, esta inversión la considerarían si es que la forma de capacitar cambia o si los clientes actuales o nuevos clientes se lo demandarían, pero no descartarían la opción de ofrecer esta modalidad en un futuro. Y finalmente los 6 restantes dijeron si querer ofrecer esta opción ya que muchas consultoras multinacionales la tienen y la visión de ellos es extenderse no sólo localmente sino a otros países. Rojas y Olmos (2008) hacen mención que el E-Learning es una nueva vía para el aprendizaje que permite eliminar las restricciones de tiempo y distancia al aplicar, en forma integrada, diferentes recursos tecnológicos.

En las entrevistas que se les realizó a los empleados que participaban en programas de capacitación, ellos consideran que las capacitaciones virtuales ahorrarían tiempo, ya que no sería necesario participar dentro de un aula y podrían realizarlo en el tiempo más conveniente, sin tener que estar atados a un día y horario específico.

Finalmente se les pregunto a los participantes de programas de capacitación si considerarían participar en capacitaciones virtuales o no, y los resultados fueron favorables ya que 15 de los entrevistados consideraron querer participar ya que sería una experiencia nueva donde probarían un nuevo método de capacitación que les ahorraría tiempo dentro de las salas de capacitación, los otros 10 restantes indicaron que dependiendo del cursos o programa a tomar considerarían tomar una capacitación virtual, ya que hay cursos que es necesario la explicación de un instructor, mientras que en otros cursos no. Ninguno de los participantes dijo no querer participar en este tipo de capacitaciones.

4. Conclusiones

Actualmente los modelos pedagógicos de formación empresarial, enfrenta un importante reto para las empresas ecuatorianas ya que la capacitación ayuda en el crecimiento y desarrollo de sus empleados que a su vez se enfocan en poder cumplir con las estrategias establecidas por sus empresas, es por esto que las empresas de capacitación que hoy en día forman parte de la formación de los empleados deben ser capaz de ofrecer capacitaciones que logren estos objetivos, que sean innovadoras y con herramientas tecnológicas que faciliten las opciones en las diferentes modalidades para aprovechar el tiempo de los empleados e incrementar la productividad de los cursos de capacitación mediante la utilización de las herramientas tecnológicas.

Es importante que las empresas inviertan en plataformas virtuales ya que al contar con sus propias páginas web, donde se puede aprovechar para crear un acceso que permita que sus empleados puedan acceder a la modalidad de capacitarse de manera virtual, optimizando tiempos dentro de las aulas y facilitando el acceso a estas plataformas desde sus casas o en horas de descanso.

Las empresas de formación tienen oportunidad de diseñar cursos de capacitación mucho más prácticos que la labor del facilitador sea más de un guía que de alguien que imparte conocimiento, ya que de esta manera al poder diseñar cursos que requieran la utilización de las herramientas tecnológicas ahorrarían en el pago de los servicios del facilitador y por ende los costos de las capacitaciones ofrecidas a las empresas sería mucho más bajo.

Se puede concluir que las herramientas tecnológicas dentro del ámbito empresarial sobre todo en la formación del personal de las empresas constituyen un soporte importante no sólo para los facilitadores sino para los participantes ayudándoles a realizar las capacitaciones mucho más prácticas y dinámicas acercándolos a importantes cambios que los relacionan con la tecnología y el mundo actual competitivo.

La incorporación de nuevas metodologías de formación es un punto importante dentro del desarrollo y cierre de brechas de las competencias de los trabajadores ya que actualmente por las diversas actividades no cuentan con el tiempo suficiente para poder invertir su tiempo dentro de las aulas es por esto que es importante que las empresas que ofrecen los servicios de capacitación brinden a sus clientes nuevas formas de desarrollar a sus empleados y poder ofrecer metodologías como capacitación a distancia que ayuden a los empleados a poder escoger sus horarios de formación.

Bajo esta perspectiva al incluir una nueva modalidad de capacitación virtual, las empresas deben de formar a sus instructores para ser guiadores de las herramientas tecnológicas y de esta forma poder ofrecer un servicio mucho más completo a sus clientes que les permitirán que sea la e-capacitación la forma que por defecto tengan las empresas para capacitar a su personal y que de forma alternativa les permita optimizar el tiempo, mejorar la calidad de la administración, disminuir costos y motivar a su personal.

Referencias

Alemán, L., & Gómez, M. (2011). Administración de proyectos de capacitación basados en tecnología. México: ITESM

Cubo, S., González, J., & Fustes, F. (2007). Perspectiva pedagógica de los multimedia. México.

Del Rincón, D., Arnal, J., La Torre, A. & Sanz, A. (1995). Técnicas de Investigación en Ciencias Sociales. Madrid: Dykinson.

Gil, P. (2001). E-Formación. España: Ediciones Deusto (Capítulos 3, 5, 7 y 9).

Hernández, R., Fernández C., & Baptista, P. (2010). Metodología de la Investigación. Quinta Edición. México: McGraw Hill.

Hopenhayn, M. (2002). Educar para la sociedad de la información y de la comunicación: Una Perspectiva Latinoamericana. Argentina. Revista Iberoamericana de Educación. OEI Ediciones.

Mayan, M. (2001). Una introducción a los Métodos Cualitativos: Módulo de Entrenamiento para Estudiantes y Profesionales. International Institute for Qualitative Methodology.

Meza-Jaques, G. & Olmos, R. (2007). La e-Capacitación: Estrategia Competitiva del siglo XXI.

Pineda, P. (2002). Gestión de la formación en las organizaciones. Barcelona: Editorial Ariel.

Rojas, G. y Olmos, R. (2008). Capacitación a distancia e-Learning. Recuperado el 11 de abril de 2012 en http://200.54.67.133/capacita/cont/imagenes/rev0103_ind2.pdf

Tello, L., E. (2007). Las tecnologías de la información y comunicaciones (TIC) y la brecha digital: su impacto en la sociedad de México. RU&SC. Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento.

Vega, R. (2004). Educación continua y capacitación a distancia en México. Recuperado el 10 de enero del 2017 en http://www.ateneonline.net/datos/99_01_Vega.pdf

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

Recebido/Submission: 22/10/2018
Aceitação/Acceptance: 29/12/2018

Beneficios del uso del dinero electrónico en el nivel de ventas de las PyMES

Jairo Cedeño Pinoargote[1], Arturo Benavides Rodríguez[2], Isauro Honorio Domo Mendoza[3], Humberto Coromoto Peña Rivas[4], Justa Antonia Peña Rivas[5].

manuelcepi23@hotmail.com, abenavides@upse.edu.ec, Idomo3755@hotmail.com, hpeña@hotmail.com justaseizarra916@gmail.com

[1] Universidad Estatal Península de Santa Elena, Libertad - Santa Elena, 240203, Ecuador

[2] Universidad Estatal Península de Santa Elena, Libertad - Santa Elena, 240203, Ecuador

[3] Universidad Estatal Península de Santa Elena, Libertad - Santa Elena, 240203, Ecuador

[4] Universidad Estatal Península de Santa Elena, Libertad - Santa Elena, 240203, Ecuador

[5]Universidad Estatal Península de Santa Elena, Libertad - Santa Elena, 240203, Ecuador

Pages: 26–37

Resumen: La globalización en el entorno de las empresas públicas y privadas ha llevado a buscar la satisfacción de los clientes, convirtiéndose en mercados dinámicos, donde el auge de la tecnología va de la mano con la comunicación y la información. El dinero electrónico facilita las transacciones entre usuarios y empresas, haciendo olvidar por su rapidez a medios de pago antiguos. En el presente estudio, se realiza el análisis de la incidencia del dinero electrónico en el sector microempresarial del Sur de Guayaquil. A través de la revisión de la literatura se estudia el desarrollo del dinero electrónico, sus orígenes, conceptos, Normativa y actores claves.

Palabras-clave: Términos del índice; globalización; mercados; dinero electrónico.

Benefits of the use of electronic money in the level of sales of PyMES

Abstract: Globalization in the environment of public and private companies has led to the search for customer satisfaction, becoming dynamic markets, where the boom in technology goes hand-in-handed with communication and information. Electronic money facilitates transactions between users and companies, making it forget about its speed to old payment methods. In the present study, the analysis of the incidence of electronic money in the microbusiness sector of the south of Guayaquil is carried out. The review of the literature explores the development of electronic money, its origins, concepts, norms and key stakeholders.

Keywords: Index terms; Globalization; markets; e-money; SMEs

1. Introducción

La investigación trata de analizar el papel que tiene el dinero electrónico en el nivel de ventas de las Microempresas en el sector Sur de Guayaquil, uno de los sectores claves de la ciudad (Industria, Comercio y Servicios), para lo cual se busca conocer el estado actual del comercio electrónico y su importancia, las causas de su utilización y no utilización, y el posicionamiento que tiene en los planes estratégicos de dichas organizaciones.

El presente trabajo se inicia con una revisión de la literatura relacionada a la importancia de las Pymes, al uso del Dinero electrónico: conceptos, normativas y actores claves. Se exponen las diferentes escalas de medida para evaluar este constructo y a través de un estudio empírico se determinan los factores de uso de este sistema. Se presenta el diseño y tipo de investigación, la población y el instrumento escogido para el estudio.

Además, se propone y explica la metodología de la investigación con la aplicación de las técnicas de recolección de información utilizadas. Luego, se presentan los resultados más sobresalientes de la investigación y finalmente las conclusiones y recomendaciones para su discusión.

Ninguna definición de microempresa logra satisfacer alguna vez a todos, como se evidencia en las muchas interpretaciones diferentes que abundan. Los intentos de definir microempresa han usado el número máximo de empleados (menos de cinco empleados o menos de 10 empleados); bienes (menos de $5,000 en activos fijos o menos de dos veces el producto nacional bruto per cápita en edificios y equipo); ventas (menos de $500 por mes en ventas totales o mensualmente menos de tres veces el salario mensual mínimo); o el nivel de formalidad (sector informal, no autorizado, o no regulado) o la estructura gerencial (Magill, 2005).

Una microempresa es un negocio personal o familiar en el área de comercio, producción o servicio que tiene menos de 10 empleados, el cual es de propiedad y operado por una persona individual, una familia o un grupo de personas individuales de ingresos relativamente bajos, cuyo propietario ejerce un criterio independiente sobre productos, mercados y precios y además constituye una importante (si no la más importante) fuente de ingresos para el hogar. (Prado, 2006).

Las Pymes surgen en respuesta a la crisis económica mundial existente en las décadas de los 70´s y 80´s. Las familias y grupos no familiares iniciaron micronegocios, que luego pasaron a ser pequeñas y medianas empresas, donde las características principales fueron la innovación, el emprendimiento, la creación de fuentes de trabajo, adaptabilidad y la sostenibilidad (Cardozo, Velásquez, & Rodríguez, 2012).

Algunos han recurrido a fórmulas esotéricas, como una razón de capital/trabajo no más grande que 10. Y todavía otros han combinado indicadores activos de menos de $2,500 y ventas no mayores a cinco salarios mínimos mensuales equivalentes por mes, por ejemplo (Magill, 2005).

Las pequeñas y medianas empresas (PYMES) son actores importantes en el desarrollo productivo de los países de América Latina por su contribución a la generación de empleo, su participación en el número total de empresas y, en menor medida, por su

peso en el producto bruto interno. Su producción está mayormente vinculada con el mercado interno, por lo que una parte significativa de la población y de la economía de la región dependen de su actividad. Al mismo tiempo, a diferencia de lo que ocurre en los países más desarrollados, la participación de las PYME en las exportaciones es bastante reducida como resultado de un escaso desempeño en términos de competitividad, que también se expresa en la marcada brecha de productividad respecto de las grandes empresas. (Tello, 2014).

Quizás la mayor dificultad de tratar de llegar a una definición universalmente aceptada es que las diferentes organizaciones tienen diferentes necesidades y objetivos y tratan de ajustar la definición a sus requisitos específicos. Los profesionales de microfinanzas tienden a definir "microempresa" en relación con su segmento de mercado especial. Las instituciones con una misión de aliviar la pobreza limitarán la definición al más pobre de los pobres. Las instituciones orientadas al sector rural incluirán pequeñas granjas en su definición de microempresas; las orientadas al sector urbano no considerarán los pequeños cultivos como una actividad microempresarial (Magill, 2005).

En Ecuador, el Servicio de Rentas Internas (SRI) considera a las PYMES como "el conjunto de pequeñas y medianas empresas que, de acuerdo con su volumen de ventas, capital social, cantidad de trabajadores, y su nivel de producción o activos presentan características propias de este tipo de entidades económicas. Por lo general en nuestro país las pequeñas y medianas empresas que se han formado realizan diferentes tipos de actividades económicas" (Servicio de Rentas Internas, 2016) entre las que destacamos las siguientes: Comercio al por mayor y al por menor, Agricultura, silvicultura y pesca, Industrias manufactureras, Construcción, Transporte, almacenamiento, y comunicaciones, Bienes inmuebles y servicios prestados a las empresas, Servicios comunales, sociales y personales.

Para (Magill, 2005) Una de las preguntas más importantes que este estudio intenta responder es "¿Cuántas microempresas hay en Ecuador?" Esta no es una pregunta trivial: el número de microempresas define el mercado potencial de las actividades de microfinanzas orientadas hacia el financiamiento de negocios y sirve como un indicador importante del éxito y del futuro potencial de crecimiento, así como de fundamento para las estrategias de planificación del negocio.

Según (Muñoz, 2014) Ecuador es un país de micro y pequeñas empresas, en donde los motores del crecimiento mostrado en el tejido empresarial están en Quito y Guayaquil. "Quito ya no solo tiene esta referencia de capital política, sino de una capital económica importante".

Para (Rosero, 2014) director ejecutivo del INEC, explicó que el 89,6% de las empresas contempladas en esta versión son microempresas, el 8,2% pequeñas, el 1,7% medianas y el 0,5% grandes empresas. De acuerdo con el sector económico, los sectores más predominantes son comercio con el 39% seguido por servicios con el 38,4%.

1.1. Proposal the framework.

En América Latina, el crecimiento económico sostenido ha supuesto el desarrollo de industrias minoristas y de telecomunicaciones que disponen de enormes cantidades de puntos de acceso y de una considerable infraestructura para la gestión de efectivo, con una importante penetración geográfica y entre todo tipo de segmentos. Dado que

la implantación del sector bancario, aunque elevada, se centra en las clases urbanas medias y altas, la perspectiva de llegar a una multitud de ciudadanos no bancarizados, de escasos recursos y alejados de las grandes urbes sigue siendo la promesa de esta infraestructura alternativa más allá del sistema bancario (Fax, 2013).

La inclusión financiera no es un elemento nuevo para el sector bancario de la región. La primera ola de expansión orientada a los pobres la lideró a principios del presente siglo Brasil, donde, para llegar a más personas, los bancos adoptaron redes minoristas para que actuaran como agentes. Desde entonces se han incorporado a la tendencia otros países como Perú, Colombia y México, generándose distintos modelos de servicio bancario a través de agentes, centrados unos en los pagos y otros en la descongestión de sucursales (Fax, 2013).

La segunda ola, en buena medida aún en preparación, probablemente se producirá cuando se adopte la telefonía móvil como principal medio para la realización de transacciones mediante el que personas de toda condición (incluidas las muy empobrecidas) puedan fácilmente almacenar, transmitir, intercambiar y, en general, administrar su patrimonio económico. Dadas la penetración del sistema bancario y la complejidad de los bancos comerciales, solo podemos imaginar (de momento) las posibilidades que podrían plantearse si todo el mundo dispusiera de auténtico acceso a una cuenta de teléfono móvil asequible, de fácil manejo y perfectamente conectada. En el contexto latinoamericano afectaría la vida cotidiana de multitud de personas (Fax, 2013).

Para Requena & Et al, el prodigioso crecimiento de la tecnología informática y de las telecomunicaciones, ha dado vigencia al dinero electrónico como la moneda moderna del mundo actual, que, con sus beneficios y desventajas, es una realidad creciente que cada vez involucra a más personas. Su uso dependerá no sólo de la voluntad y la confianza que se depositen en él, sino de las oportunidades económicas que puedan brindar a la población. (Requema & et al, 2006).

A partir de las experiencias de los países en desarrollo, emergentes y desarrollados, el marco sugiere que el mejor enfoque está en escena y progresivamente, centrado en cuatro pilares principales: la identificación digital y eKYC; Sistemas abiertos de pago electrónico; Apertura de Cuenta y Digitalización de Pagos; y Diseño de Infraestructura y Sistemas del Mercado Financiero Digital (Alliance for Financial Inclusion , 2018).

El uso generalizado del dinero electrónico, en una economía, supone un cambio importante en los sistemas de pago. Hasta ahora en casi todo el mundo han coexistido los medios de pago físicos como billetes y monedas junto con los medios de pago contables como cheques de papel y dinero plástico en sus diversas formas (Jeftanovic P., 2001).

En otras palabras, y tomando en cuenta la definición anterior, se dice que el dinero electrónico, no es más que un medio electrónico que permite al usuario realizar transacciones sin la necesidad de cargar con efectivo. Es decir, el dinero electrónico no es más que una tarjeta de crédito normal que se usa en las transacciones de Internet para realizar cualquier tipo de pago. (Requema & et al, 2006).

El mismo, posee un microprocesador incrustado, el cual almacena una variada cantidad de información, como unidades con valor monetario, con sofisticados métodos de seguridad y tiene la capacidad de comunicarse con el mundo exterior a través de

dispositivos tales como puntos de ventas, cajeros automáticos, lectores de tarjetas inteligentes, computadoras y otras, brindando nuevas formas de gerencia, gastar e invertir el dinero (Requema & et al, 2006).

Hoy en día existe la necesidad de realizar transacciones financieras sin el intercambio físico (Ver tabla #1) de monedas o papeles, sino a través de redes electrónicas, manteniendo la premisa de conservar anónima la identidad de quien paga, ofreciéndole mayor comodidad y seguridad física (Vázquez, & García,, 2005).

El principal motivo de auge en el uso del dinero electrónico reside, por el lado del usuario, en la comodidad y seguridad que le otorga este tipo de dinero y, por el lado del productor, reside en el bajo costo de operar con este dinero (Jeftanovic P., 2001).

Banco Central del Ecuador como Administrador del Sistema de Dinero Electrónico	Proporcionar el servicio de Plataforma de Dinero Electrónico (PDE) a los participantes para efectuar transacciones.
	Generar y mantener las normativas necesarias para el funcionamiento del SDE.
	Administrar el SDE conforme al Manual de Procedimiento y Operación del SDE (MPODE) y el Reglamento de Participantes del SDE expedido por el Banco Central del Ecuador (RPDE) y la normativa respectiva.
	Proporcionar a los participantes toda la información necesaria para la operación e integración que aseguren el correcto funcionamiento en el SDE.
	Calificar y autorizar las solicitudes de los Macro Agentes presentadas al Banco Central del Ecuador para incorporarse como participante del SDE, sobre la base de la normativa que al efecto expida la Gerencia General del Banco Central del Ecuador.
	Proponer a la Junta de Política y Regulación Monetaria y Financiera los montos máximos y mínimos que se podrán transaccionar en cada caso de uso del SDE.
	Definir y controlar el número máximo de transacciones diarias y mensuales que podrán realizar los participantes del SDE.
	Definir y controlar el número máximo de monederos que se podrán asociar a las Cuentas de Dinero Electrónico de los participantes del SDE.
	Crear cuentas de dinero electrónico a los participantes del Sistema de Dinero Electrónico debidamente solicitadas al Banco Central del Ecuador y que cumplan con la normativa que al efecto expida el Banco Central del Ecuador.

Tabla 1 – Procedimiento de uso

El dinero electrónico es un medio de pago que se puede utilizar para realizar pagos móviles, que se definen como aquellos que utilizan el teléfono celular, u otro dispositivo similar de telecomunicaciones para, como mínimo, iniciar una orden de pago y, potencialmente, también para transferir fondos. Asimismo, los pagos móviles pueden liquidarse en cuentas bancarias, lo que se conoce como banca móvil (Vega, 2013).

Según el Banco Central del Ecuador, Sistema de Dinero Electrónico "es el conjunto de: operaciones, mecanismos, procedimientos y normativas (ver tabla #2) que facilitan los flujos, almacenamiento y transferencias en tiempo real, entre los distintos agentes económicos, a través del uso de: dispositivos electrónicos, electromecánicos, móviles, tarjetas inteligentes y otros que se incorporen producto del avance tecnológico. (Banco Central del Ecuador, 2014).

En la nueva economía se puede decir que el dinero será más magnético y electrónico que material. La relación entre el dinero y las computadoras será cada vez más amplia y refinada gracias al desarrollo y auge tecnológico. Los medios de pagos tradicionales han ido desapareciendo a través de los años, conforme a la posibilidad de utilizar otros que no implican su transporte físico (Requema & et al, 2006).

El dinero electrónico es una innovación que puede mejorar la inclusión financiera, pues acerca los servicios de pagos a las personas de bajos ingresos y que viven alejadas de zonas urbanas, sin necesidad de crear una infraestructura física de agencias. (Vega, 2013).

Macro Agentes y los Centros de Transacción	Cumplir todas las condiciones y requisitos para ser calificado como Macro Agente. Los requisitos estarán definidos en el Reglamento para Participantes del SDE expedido por el Banco Central del Ecuador o los requisitos que establezcan para el efecto los Agentes Integradores, según corresponda.
	Suscribir un Convenio de Adhesión para participar como Macro Agente en el Sistema de Dinero Electrónico con el Banco Central del Ecuador o con los Agentes Integradores.
	Garantizar eficiencia en la red de centros de transacción bajo su responsabilidad para las transacciones y operatividad del SDE.
	Entregar información clara y oportuna de las condiciones de acceso al servicio de dinero electrónico a los Usuarios del SDE.
	Entregar un servicio efectivo, seguro y disponible para los Usuarios del SDE.
	Participar en las iniciativas del Banco Central del Ecuador o de los Agentes Integradores para impulsar el uso del SDE.
	Aceptar y aplicar las comisiones de operación y transacción establecidas en la normativa vigente.
	Cumplir con los procedimientos establecidos por el Manual de Procedimiento y Operación del SDE (MPODE) expedido por el Banco Central del Ecuador o los que los Agentes Integradores establezcan para el efecto.

Tabla 2 – Marco referencial

Los pagos móviles facilitan a las personas no incluidas en los servicios financieros, la realización de pagos a partir del uso de sus celulares. Los pagos móviles pueden ser presenciales o remotos. Los primeros requieren, para ser procesados, de un celular con un chip incorporado y de un terminal lector especial en el punto de venta (Vega, 2013).

Así, Vega (2013), indica que el pago se produce al acercar el celular a la lectora y se deduce de forma inmediata del valor almacenado en el chip del celular o de una cuenta cuya información esté contenida en el chip. El pago remoto utiliza una solución tecnológica integrada en el software del celular o mensajes para iniciar y/o confirmar un pago. (Vega, 2013).

El objetivo que persigue le Banco Central del Ecuador es “Implementar, gestionar y administrar por parte del BCE, un nuevo sistema de dinero electrónico, que mejore la inclusión de los sectores marginales del país a los servicios financieros, con su consecuente efecto positivo en la inclusión económica, social y de reducción de la pobreza”.

1.2. Estructura del Sistema de Dinero Electrónico

Cada persona natural o jurídica podrá crear una cuenta dentro del sistema con su número de identificación. Para las personas naturales se usará la cédula de identidad, y para las personas jurídicas se utilizará el Registro Único de Contribuyentes (RUC). A cada persona natural se le podrán asignar máximo tres cuentas de dinero electrónico, o monederos electrónicos. Un monedero será una línea telefónica de celular, y se utilizará el número de teléfono para realizar las transacciones. Para cada persona jurídica se asignará una cantidad determinada de monederos dependiendo del tamaño del negocio, y el Banco Central será el encargado de aprobar el número de monederos asignados. Ver figuras # 1 y 2.

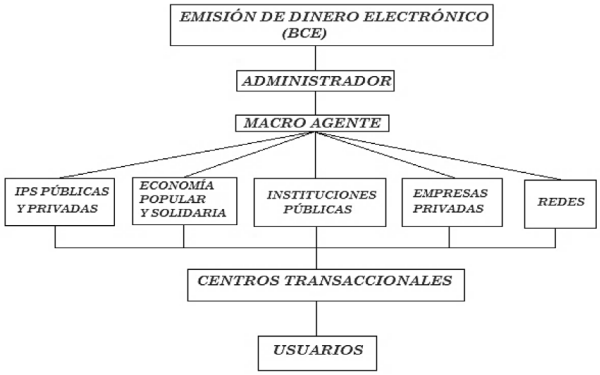


Figura 1 – Estructura de la emisión de dinero electrónico en el Ecuador

Figura 2 – Diferencias con otros sistemas en el mundo (Banco Central del Ecuador, 2014)

2. Materiales y métodos

En primer lugar, se revisan todas las fuentes secundarias relacionadas con el tema de investigación, lo que permite elaborar y fundamentar el marco teórico, parte esencial en el proceso investigativo.

En segundo lugar, se identificarán las variables explicativas y su impacto en la incidencia del dinero electrónico en el sector microempresarial del Sur de Guayaquil, permitiendo realizar y levantar información de primera línea, con la participación de los demandantes de este servicio. Para la obtención de esta información se elaborar un cuestionario que se lo aplica en un periodo de tiempo en el mes de septiembre de 2017.

La realización de este proceso metodológico en la parte cualitativa arranca con varias reuniones con expertos en el área, así también, con reuniones con funcionarios públicos, lo que asegura que el paso a la fase cuantitativa. La finalidad de utilizar este método de análisis cualitativo es hacer una descripción de los fenómenos u objetivos planteados en la investigación.

Esta fase se basa en la toma de la información mediante encuestas a los usuarios, lo que permite la recopilación de un notable volumen de información que se somete a diversos tratamientos estadísticos durante la fase de análisis.

La investigación cuantitativa se nutre de los datos y de las fuentes de información al alcance del investigador, validar la información se constituye en el principal obstáculo. Los resultados obtenidos mediante la aplicación de esta técnica tratan de explicar el comportamiento de las variables planteadas por el investigador.

Del análisis realizado se considera que la investigación es de tipo descriptiva, según (Hernánez, Fernandez, & Baptista, 2006), la misma que permitirá evaluar qué factores afectan el clima organizacional en la empresa objeto de estudio.

3. Resultados

En la actualidad el Cantón Pichincha tiene el mayor número de cuentas activas, con un total de 46.557 cuentas. En relación con las 288.316 cuentas registradas por el Banco Central del Ecuador desde el 2015. Lo que le representa el 16% de las cuentas registradas hasta 2017. El total de transacciones proporcionada por la misma entidad de control fue de 3´551.222, lo que represento un total de $15´616.195 USD. La creciente demanda del dinero electrónico como medio de pago según los datos del Banco Central del Ecuador proporcionan dicha información. En los últimos 5 años como se aprecia en la tabla # 3, se muestra este crecimiento de los depósitos y en comparación con los créditos otorgados en el mismo periodo.

Años	**2013**	**2014**	**2015**	**2016**	**2017**
Total de Depósitos	*21.796*	*24.780*	*22.592*	*25.198*	*27.163*
Total de Créditos	*16.786*	*19.011*	*19.350*	*19.354*	*23.838*

Tabla 3 – Depósitos vs Créditos en el sistema financiero

Según La información proporcionada por el Banco Central del Ecuador, las operaciones con valores altos corresponden a liquidaciones de los distintos mercados financieros en las diferentes bancas privadas y las relacionadas con el estado. Los pagos de bajo valor donde participan todos aquellos negocios que realizan operaciones al menudeo a través de tarjetas de crédito y débito y transferencias electrónicas.

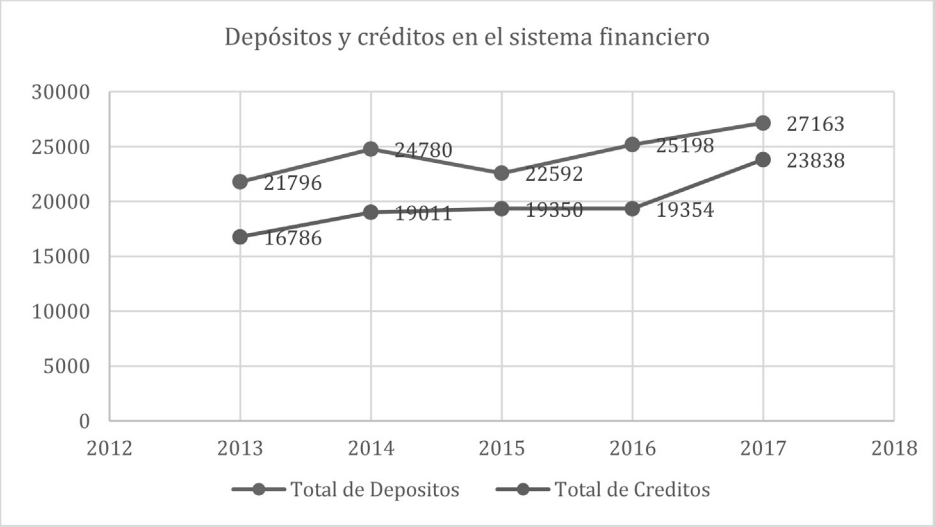


Figura 3 – Depósitos vs Créditos en el sistema financiero

La tabla # 4 muestra las comisiones por servicios a los que a los que se accede mediante el uso del dinero electrónico, entre los que se destacan el pago por servicios de renovación, administración y manejo de cuentas, bloqueo o anulación de cuenta, entre otros y los diferentes costos dispuestos por las instituciones del sector financiero.

SERVICIOS GENÉRICOS	**Dinero Electrónico**	**Instituciones Financieras**	
		Bancos	**Cooperativas**
Activación de cuenta	*$0,00*	*$0,00*	*$0,00*
Servicios de renovación	*$0,00*	*$1,65*	*$6,00*
Depósitos o recarga en cuentas	*$0,10*	*$0,30*	*$0,00*
Administración, mantenimiento y manejo de cuentas	*$0,05*	*$1,60*	*$0,00*
Consulta de cuentas	*$0,05*	*$0,30*	*$0,00*
Retiro de cuentas	*$0,15*	*$0,50*	*$0,00*
Transferencias dentro de la misma entidad	*$0,25*	*$0,50*	*$0,00*
Servicios de consumos nacionales	*$0,20*	*$0,20*	*$0,20*
Bloqueo, anulación o cancelación	*$0,10*	*$4,40*	*$0,00*

Tabla 4 – Comisiones por servicios ofertados en Ecuador (USD)

4. Conclusiones

Grandes ciudades en el mundo han establecido planes a corto plazo que permitan sustituir el dinero físico por el uso del dinero electrónico. Cambiar la forma de pago mediante el uso de sistemas de comunicación ha sido por mucho tiempo el objetivo del Banco Central, la carga financiera por adquirir o cambiar dinero físico es muy alta. Originando una serie de programas para atraer a una amplia gama de ciudadanos a este mercado de servicios financieros.

En la zona sur objeto de estudio la penetración de los teléfonos móviles en los negocios es más del 100% de la población en promedio, en referencia a que en más de un negocio sus propietarios trabajan con sus propios móviles y uno asignado al negocio, lo que significa que la banca móvil y los servicios de monedero electrónico deben una muy buenas estrategias para llegar a las personas que no cuentan con servicios bancarios.

En el sector objeto de estudio considera que una correcta supervisión y manejo de los pagos bajo este modelo, seguro permitirá tener confianza en el sistema, una normativa adecuada y ágil le dará prestancia a nivel internacional. Cada una de las instituciones encargadas de regular y control el sistema vigilaran la correcta evolución del medio de pago, la normativa vigente sobre el sistema ha cambiado, pasando el manejo de las instancias publicas a privadas.

Referencias

Banco Central del Ecuador. (Marzo de 2014). Dinero Electrónico del Libro I “Política Monetaria-Crediticia”, Banco Central Del Ecuador . Guayaquil, Guayas, Ecuador.

Banco Mundial. (2012). *Financial Inclusion Data Global Index*.

Barandarián, E. (2000). Chile después del Peso: Viviendo con el dolar (como moneda de cuenta). *Cuaderno de Economía*.

Carbo, S., Gardener, E., & Molyneux, P. (2005). *Financial Exclusion*. Palgrave MacMillan.

Cardozo, E., Velásquez, Y., & Rodríguez, C. (2012). El concepto y clasificación de Pyme en América Latina. Global Conference onBusiness and Finance Proceedings,. *Revista Global de Negocios*.

Cohen , B. (2001). Electronic money: New day or false dawn? *Review of International Political Economy*, 1225–1997.

Dane. (2014). ndicadores Básicos de Tenencia y Uso de Tecnologías de la Información y Comunicación en empresas del Sector Comercio, industria y Servicios. .

Fax, X. (2013). Nueva ola del dinero electrónico en América Latina. *Portal de microfinanzas*.

Friedman, B. (1999). The Future of Monetary Policy: The Central Bank as an Army with only a Signal Corps. *National Bureau of Economic Research*.

Hernánez, R., Fernandez, C., & Baptista, P. (2006). Metodologia de la Investigación. En R. Hernánez, C. Fernandez, & P. Baptista, *Metodologia de la Investigación*. Mexico: McGraw-Hill.

Jallath, E., & Negrín , J. (2001). Evolución y estructura de los medios de pagos distintos al efectivo en México. *Banco de México*.

Jeftanovic P., P. (2001). EL DINERO ELECTRONICO Y LA POLITICA MONETARIA. *Pharos*, 91.

Kabadjova, A., & Robledo, S. (2012). The Mexican experience in how the settlement of large payments in performed in the presence of a high value of small payments. *Documento de Investigación*.

Magill, J. (2005). Microempresas y Microfinanzas en Ecuador. *USAID*, 4.

Mishkin, F. (1995). Symposium on the Monetary Transmission Mechanism. *The Journal of Economic Perspectives*.

Morales, R. (2011). Situación actual de los sistemas de pagos de bajo valor en América Latina y el Caribe. *Boletín del CEMLA*, 107–116.

Muñoz, P. (12 de febrero de 2014). *INEC*. Obtenido de INEC Ecuador en cifras: http://www.ecuadorencifras.gob.ec/directorio-de-empresas-un-paso-mas-para-un-futuro-sin-censos/

Peirano, F., & Suárez, D. (2006). TICS y empresas: propuestas conceptuales para la generación de indicadores para la sociedad de la información. *Journal of Information Systems and Technology Management*, 123–141.

Pénicaud, C. (2013). El Estado de la indsutria: Resultdos de la encuesta de 2012 sobre la adopción del Dinero Movil a nivel Global.

Prado, J. (2006). Una mirada a las microempresas del Ecuador. *Revista económica del IDE PERSPECTIVA*, 2.

Raymond, L., Bergeron, F., & Croteau, A. (2013). Innovation capability and performance of manufacturing SMEs: The paradoxical effect of IT integration. *Journal of Organizational Computing and Electronic Commerce*, 249–272.

Requema, K., & et al. (2006). EL DINERO ELECTRÓNICO Y LA DESAPARICIÓN DE LOS MEDIOS DE PAGO TRADICIONALES EN PAÍSES SUBDESARROLLADOS. CASO: VENEZUELA. *Eumed.net*.

Rosero, J. (12 de febrero de 2014). *INEC*. Obtenido de INEC Ecuador en cifras: http://www.ecuadorencifras.gob.ec/directorio-de-empresas-un-paso-mas-para-un-futuro-sin-censos/

Sanabria, V., & otros. (2016). Comercio electrónico y nivel de ventas en las MiPyMEs del sector comercio, industria y servicios de Ibagué. *Scielo*.

Sarma, M. (2008). *Index of Financial Inclusion*. ICRIER Working Paper.

Servicio de Rentas Internas. (2016). Obtenido de Servicios de Rentas Internas: http://www.sri.gob.ec/de/32

Summers, B. (2012). Payment Systems: Design Governance and Oversight. *Central Banking Publications, Londres*.

Tello, S. (2014). Importancia de la micro, pequeñas y medianas empresas en el desarrollo del país. *Dialnet*, 201–2017.

Vásquez, S. (2006). “El poder transformador del dinero móvil: modelos exitosos de dinero móvil en paises de desarrollo. *Apuntes de economía, Dirección de Estadística Económica*, 60.

Vázquez, , M., & García,, R. (2005). Arquitectura de un Billete Electrónico Anónimo. Medios Electrónicos de Pagos. *Scielo*.

Vega, M. (2013). DINERO ELECTRÓNICO: INNOVACIÓN EN PAGOS AL POR MENOR PARA PROMOVER LA INCLUSIÓN. *MONEDA/INNOVACIONES*.

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

Recebido/Submission: 02/11/2018
Aceitação/Acceptance: 24/12/2018

Análisis bibliométrico como herramienta para el seguimiento de instrumentos psicológicos validados en Colombia

Juan Gabriel Castañeda Polanco[1], José Antonio Camargo Barrero[2], Mónica Katerine Londoño bedoya[3]

jucastaneda@uniminuto.edu, jose.camargo@uniminuto.edu, mlondonobed@uniminuto.edu.co

[1] Corporación Universitaria Minuto de Dios – UNIMINUTO, calle 57 #19-45, Bogotá D.C., Colombia.

[2] Corporación Universitaria Minuto de Dios – UNIMINUTO, calle 57 #19-45, Bogotá D.C., Colombia.

[2] Corporación Universitaria Minuto de Dios – UNIMINUTO, calle 57 #19-45, Bogotá D.C., Colombia.

Pages: 38–46

Resumen: La presente investigación tuvo como objetivo identificar los instrumentos de medición validados en Colombia en torno a regulación emocional, percepción de sí mismo, evaluación de creencias y esquemas y soporte social y familiar, mediante un estudio de tipo bibliométrico, descriptivo-retrospectivo, con una muestra final de 87 instrumentos. En los resultados se evidencio un mayor porcentaje de instrumentos de evaluación creencias y esquemas y un menor porcentaje de soporte social y familiar; España es uno de los países con mayor población de estandarización de instrumentos psicológicos, mientras que Colombia y México tiene el mismo porcentaje frente a la población de estandarización. En conclusión, se evidencia que Colombia presenta muy pocos instrumentos validados en torno a las variables analizadas y se requiere un mayor esfuerzo por parte de investigadores para construir y validad instrumentos con población colombiana.

Palabras-clave: Evaluación de creencias y esquemas; instrumentos de medición; percepción de sí mismo; regulación emocional; soporte social y familiar.

Bibliometric analysis as a tool for monitoring validated psychological instruments in Colombia

Abstract: The objective of this research was to identify the measurement instruments validated in Colombia around emotional regulation, self-perception, evaluation of beliefs and schemas and social and family support, through a bibliometric, descriptive-retrospective study, with a sample end of 87 instruments. The results showed a greater percentage of assessment instruments, beliefs and schemes and a lower percentage of social and family support; Spain is one of the countries with the largest population of standardization of psychological instruments, while Colombia and Mexico have the same percentage compared to the standardization population. In conclusion, it is evident that Colombia presents

very few instruments validated around the variables analyzed and requires a greater effort on the part of researchers to build and validate instruments with Colombian population.

***Keywords**:* Evaluation of beliefs and schemes; measurement tools; self-perception; emotional regulation; social and family support.

1. Introducción

La psicología como ciencia que estudia el comportamiento humano apunta a mejorar la salud mental, la calidad de vida y el bienestar de los seres humanos. Para que esto sea posible la psicología utiliza como herramientas la observación, la correlación (técnicas selectivas) y la investigación experimental (reunir información, datos y luego organizarlos), y con ellas puede identificar las variables objeto de medición que pueden llegar a intervenirse para mejorar el bienestar de la persona o de la sociedad (Arana, Meilán, Pérez 2006).

En la psicología existe la evaluación psicológica, cuya función es la de analizar y explorar el comportamiento de un sujeto o un grupo (Fernández, 1996); La evaluación identifica las cualidades personales del sujeto en un momento determinado y en condiciones específicas, logrando la medición de estímulos, de eventos, acontecimientos, habilidades, destrezas, desarrollo intelectual, procesos afectivos, actitudes, estados psíquicos, cualidades o rasgos de la personalidad, todo esto, mediante un proceso de toma de decisiones en el que se aplican diferentes Test psicométricos (López, SF).

Los Test o instrumentos de medición, son indispensable, ya que no se puede planear una intervención o una investigación, sin antes no tener claridad de que instrumentos se aplicarán o construirán, como parte del proceso de medición de la conducta; estos son importantes al momento de evaluar un problema actual de un sujeto o grupo (Aragón, 2004).

Según Mikulic y Muiños (2004) los instrumentos psicométricos tienen la función de recolectar muestras de comportamiento de los sujetos en relación a la variable de análisis. Estas estas muestras de conducta reciben una valoración cuantificable según unos criterios previamente establecidos, ofreciendo información del sujeto dentro de un grupo poblacional especifico. Estos test se construyen y validan con el objetivo de valorar algunas características de un determinado sujeto o grupo (Catino 2015).

Por otra parte, los instrumentos de medición psicométricamente elaborados son parte de la práctica profesional de docentes e investigadores interesados por los fenómenos psicológicos, ya que por medio de los instrumentos los psicólogos y otros profesionales vinculados con las ciencias sociales y del comportamiento, toman decisiones u orientan intervenciones en diferentes contextos. En este orden de ideas, la psicometría es la disciplina que se encarga del desarrollo de teorías, métodos y técnicas para la construcción y administración de instrumentos de medición. Su objetivo principal es garantizar estándares científicos necesarios para realizar mediciones objetivas y estandarizadas de aquellos fenómenos psicológicos estudiados (Meneses, Barrios, Bonillo, Cosculluela, Lozano, Turbany & Valer 2014).

Para Muñiz (2010) el objetivo de la psicometría es propiciar modelos que permitan transformar los hechos en datos cuantificables, con la finalidad de asignarles valores

medibles a los comportamientos de los sujetos teniendo en cuenta sus respuestas. En psicología, la psicometría es la que avala que test psicométricos cuentan con criterios científicos para su uso, como lo son la validez y confiabilidad (Citado por Aragón 2015).

Las propiedades psicométricas de los instrumentos sirven para garantizar que las decisiones que se tomen son las adecuadas, sin estas, no se podría estimar la fiabilidad y validez de los instrumentos de medición, lo cual es importante para que puedan ser empleados de forma rigurosa y científica; la construcción de estas pruebas debe estar guiada por un modelo o teoría psicológica que sustente y dirija su elaboración (Muñiz 2010).

Teniendo en cuenta lo anterior, se puede decir que la psicometría es el conjunto de modelos formales que se convierten en la base para que se lleve a cabo de manera adecuada la medición de variables psicológicas objeto de estudio, con el fin de transformar los hechos de la realidad en datos, mediante la asignación de valores numéricos a los estímulos y respuestas dadas por los sujetos y poder interpretar esos números en función de una teoría. (Aragón 2015).

Existen diferentes problemas en psicometría relacionados con los test, Romero (2011) menciona que pocas técnicas han sido creadas originalmente y que el número de test validados son escasos. López (2009) en un estudio realizado confirmó las dificultades que existe en el diseño y construcción de pruebas psicométricas, ya que algunos no cumplen con los criterios necesarios para una medición valida y confiable. Por otra parte, Argibay (2006) resalta la importancia de que un test sea lo más exacto posible ya que algunos no logran medir la variable que realmente quieren medir, no logrando medir el atributo que desean cuantificar.

Poseck (2006) señala que uno de los retos que tiene la psicología es el lograr desarrollar test psicométricos, válidos y confiables, que sean capaces de medir variables específicas objeto de estudio de la psicología; afirma que es necesaria la creación de instrumentos que permitan evaluar la dimensión psicológica del ser humano, para poder desarrollar modelos explicativos más funcionales y precisos.

Por otra parte, autores como Martorell, Gonzales, Rasal, Estelles, (2009) hacen evidente la importancia que los test psicométricos tienen en la planificación y éxito de los diversos programas de prevención o intervención que sustentados en mediciones se pueden realizar. Antequera (2006) destaca la importancia de utilizar test que involucren las diferentes dimensiones de la conducta, ya que ayudan en el proceso de toma de decisiones en torno a los aspectos que deben ser evaluados e interpretados para generar resultados más exactos y fiables, señalando que dichas investigaciones requieren el empleo de instrumentos de medición para obtener resultados concluyentes.

Por lo anterior, la validación y adaptación de instrumentos supone un reto importante y es un terreno que produce beneficios para la investigación, ya que puede llegar a mejorar la disponibilidad de test y contribuir al mejoramiento de las intervenciones en las diferentes áreas de la psicología (Roncero 2015).

Dentro de la psicología existen unas áreas que requieren ser evaluadas permanentemente y son el objeto de análisis de la presente investigación, como lo son la regulación

emocional, percepción de sí mismo, evaluación de creencias y esquemas y el soporte social y familiar; su importancia está dada por la necesidad de identificar ¿Cuál es el estado actual en torno a la construcción y validación de instrumentos psicológicos para medir las variables de regulación emocional, percepción de sí mismo, evaluación de creencias y esquemas y soporte social y familiar en Colombia?.

1.1. Regulación emocional

La regulación emocional se puede definir como un proceso que le permite al ser humano manejar sus estados emocionales, y consiste en la habilidad para moderar las reacciones emocionales ante situaciones consideradas intensas, ya sean positivas o negativas. Siendo un mecanismo apropiado para evitar respuestas emocionales descontroladas, en situaciones de ira, provocación o miedo (Berrocal y pacheco 2002).

Martínez, Vargas, y González (2016) resaltan la importancia del desarrollo de instrumentos enfocados en el bienestar emocional, ya que de esta forma se puede llegar a establecer explicaciones funcionales entorno al fenómeno relacionados con la regulación emocional.

1.2. Percepción de sí mismo

Según López, Martínez y Ochoa (2006) la autoestima hace referencia a la valoración que la persona tiene de sí misma, ya sea favorable o desfavorable, lo que refleja la actitud que el individuo tiene hacia sí mismo y se configuran en una serie de rasgos corporales, mentales y espirituales, que integran la personalidad (Acosta y Hernández 2004).

Vázquez, Jiménez y Vázquez (2004) realizando la valoración que para el campo psicométrico existe en torno a disponibilidad de instrumentos adecuadamente validados en torno a percepción de sí mismo, identificando la importancia de adaptar nuevos instrumentos que permitan una evaluación más completa de la autoestima, distinguiendo tipos y áreas específicas de la misma.

1.3. Evaluación de creencias

Thompson (1992) citado por callejo y Vila (2013) considera que la creencia es una estructura cognitiva de orden general, que encierra una serie de variables como significados, conceptos, proposiciones e imágenes mentales, que se estructura como una organización de conceptos de naturaleza cognitiva.

Al respecto, Toro y Ochoa (2010) identificaron la importancia de los test psicométricos para identificar el contenido esquemático, y afirman que los instrumentos más útiles son los que evalúan directamente los esquemas y creencias.

1.4. Soporte social y familiar

Para Sarason, Levine, Basham y Sarason (1983), el soporte social puede considerarse como la existencia o disponibilidad de personas de confianza y preocupadas por el individuo, que lo valoran y le demuestran aprecio y apoyo (Citando por Baptista, Rigotto, Cardoso & Rueda, 2012).

El soporte familiar está relacionado con el bienestar y calidad de vida y múltiples investigaciones destacan su importancia para mantener la salud general de las personas y está relacionada con percepciones de sentirse amada, apreciada, valorada y perteneciente a una red social de apoyo y comunicación (Baptista, Rigotto, Cardoso & Rueda, 2012).

Ávila, Cerón, Hernández y Velázquez (2013) han identificado que existe una limitada evidencia del uso de test psicométricos que incluyan la evaluación de apoyo familiar por lo que se requiere la construcción y validación de instrumentos en esta área.

Por todo lo anterior, el objetivo de la presente investigación fue identificar los instrumentos de medición validados en Colombia en torno a regulación emocional, la percepción de sí mismo, la evaluación de creencias y esquemas y el soporte social y familiar mediante un estudio bibliométrico.

2. Materiales y métodos

La presente investigación se desarrolló mediante un estudio bibliométrico, descriptivo e introspectivo, en torno a los instrumentos psicológicos relacionados con la regulación emocional, la percepción de sí mismo, la evaluación de creencias y esquemas y el soporte social y familiar.

La muestra final estuvo constituida por 87 artículos de trabajos publicados en revistas indexadas de las bases de datos de Scopus, Redalyc, Scielo y Dialnet, los cuales daban cuenta de instrumentos empleados en investigación en Colombia en torno a las variables psicológicas objeto de la presente investigación.

El procesamiento y análisis de datos se realizó mediante el programa estadístico Statistical Package for Social Science (SPSS), empleando el análisis descriptivo de frecuencias de las variables previamente codificadas y la presentación de los resultados se presentan en tablas y figuras.

Se realizó la búsqueda de los artículos que dieran cuenta de la estandarización y/o validación de instrumentos relacionados con la regulación emocional, la percepción de sí mismo, la evaluación de creencias y esquemas y el soporte social y familiar en las bases de datos Scopus, Redalyc, Scielo y Dialnet en los últimos 10 años. Posteriormente se registraron los datos de los indicadores bibliométricos seleccionados en un instrumento de recolección de datos diseñado para este estudio en una hoja de Excel y finalmente se procedió a codificar los resultados para su posterior análisis estadístico.

Los indicadores calculados fueron: Categoría del instrumento, finalidad de la evaluación, base teórica del instrumento, tipo de aplicación, población de estandarización y año, población de validación y año, autores y tiempo de aplicación.

3. Resultados

A continuación, se presentan a nivel descriptivo las medidas de tendencia central del estudio: la frecuencia y el porcentaje de los principales indicadores bibliométricos empleados para dar cumplimiento al objetivo del estudio.

Como se observa en la figura 1, de los 87 instrumentos encontrados en la revisión bibliométrica, el 34,5% están relacionados con la evaluación de creencias y esquemas cognitivos, siendo esta categoría la más encontrada con un total de 30 test; soporte social y familiar es la categoría menos evidenciada en la revisión con un 6,9% que representa 6 instrumentos.

En cuanto a la finalidad de la evaluación de los instrumentos, las más frecuentes fueron las relacionadas con la calidad de vida 4,6%, ansiedad y depresión 3,4% y las estrategias de afrontamiento 2,3% y la base o sustento teórico más empleado en la construcción de instrumentos es la de carácter mixta con un 13,8%, lo que significa que, de los 87 test, 12 se construyeron sustentándose en diversas teorías agrupadas para dar cuenta de la variable a medir.

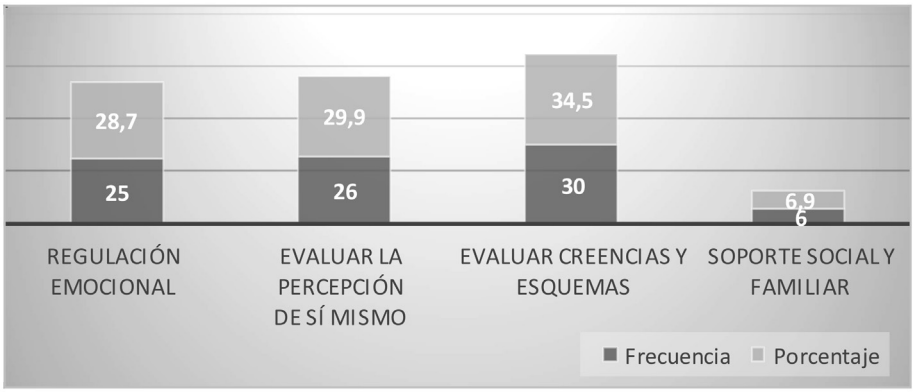


Figura 1 – categoría de instrumentos de evaluación por áreas psicológicas
Fuente: elaboración propia

De los 87 instrumentos encontrados, el 58,6% son de aplicación en niños, el 25,3% en adolescentes, el 3,4% en adultos y el restante 12,6% en adultos mayores, lo que significa que la mayor cantidad de instrumentos estandarizados o validados han sido construidos con población infantil y la menor con adultos, ver tabla 1.

Rango de edad	**Frecuencia**	**Porcentaje**
Niños	*51*	*58,6*
Adolescentes	*22*	*25,3*
Adultos	*3*	*3,4*
Adulto mayor	*11*	*12,6*
Total	*87*	*100,0*

Tabla 1 – Rango de edad de aplicación de los instrumentos

Del total de instrumentos revisados, como se evidencia en la tabla 2, el 48,3% fueron estandarizados en España y el 13,8% en Colombia; de estos el 78,2% pueden ser aplicados de forma colectiva o individual, el 19,5% individual y el 2,3% colectiva.

Población de Estandarización	Frecuencia	Porcentaje
Colombiana	12	13,8
Española	42	48,3
Mexicana	12	13,8
Chilena	6	6,9
Estadounidense	6	6,9
Argentina	3	3,4
Otros	6	6,9
Total	87	100,0

Tabla 2 – País de estandarización de los instrumentos

En cuanto a los instrumentos construidos en otros países y validados en Colombia, como se observa en la tabla 3, el 17,2% han sido validados en Colombia, el 81,6% no han sido validados en población colombiana y 1 instrumento presenta validación latinoamericana.

Instrumentos Validados en Colombia	Frecuencia	Porcentaje
Colombia	15	17,2
No validados en Colombia	71	81,6
Validación latinoamericana	1	1,0
Total	87	100,0

Tabla 3 – Validación Colombiana de instrumentos

4. Conclusiones

El objetivo del presente estudio fue identificar los instrumentos de medición validados en Colombia en torno a regulación emocional, la percepción de sí mismo, la evaluación de creencias y esquemas y el soporte social y familiar.

Se identificó que existe un mayor porcentaje de instrumentos construidos en el área de creencias y esquemas, lo que resulta de gran utilidad ya que, según diversos autores, los instrumentos construidos en esta área suelen ser de gran valor, y como se apreció en este estudio, de los más construidos en psicometría (Toro y Ochoa, 2010).

Por otro lado, el área de soporte social y familiar fue porcentualmente el menos encontrado dentro de los resultados, lo que contrasta con otros estudios donde se evidencia la limitada existencia de test psicométricos que incluyan la evaluación de apoyo familiar (Ávila, Cerón, Hernández y Velázquez, 2013), sumado al hecho contrastable en la presente investigación con la escasa validación de instrumentos en esta área en Colombia, aunque no está entre los países con menos construcción y validación de pruebas psicométricas de los entronerados en la revisión bibliométrica.

En conclusión, se puede afirmar que Colombia es uno de los países que más ha construido y validado instrumentos de medición según la revisión realizada en torno a las áreas psicológicas de regulación emocional, la percepción de sí mismo, la evaluación de creencias y esquemas y el soporte social y familiar; sin embargo, como señala Poseck (2006), presenta el reto de construir y validar más test psicométricos que sean capaces de medir las áreas propias de trabajo del psicólogo y en especial en estratos poblacionales de adultos y adultos mayores, ya que el número de instrumentos encontrados en estas poblaciones es menor a las de niños y adolescentes.

Entre las limitaciones de este estudio se encuentran que las revisiones solo se realizaron con instrumentos que, por sus características de uso y divulgación, suelen estar asociadas a investigación, descartando aquellos instrumentos empleados en evaluaciones psicológicas, debido a sus costos y divulgación con derechos de autor reservados, por parte de empresas dedicadas a la construcción, validación y circulación de test y pruebas psicológicas.

Referencias

Ávila, l. Cerón, D. Hernández, R. Velázquez L. (2013). Asociación del control glicémico con el apoyo familiar y el nivel de conocimientos en pacientes con diabetes tipo 2. *Rev. Med Chile, 141*, 173–180.

Arana, J., & Meilán, J., & Pérez, E. (2006). El concepto de psicología. Entre la diversidad conceptual y la conveniencia de unificación. Apreciaciones desde la epistemología. *Revista Intercontinental de Psicología y Educación, 8 (1),* 111–142.

Acosta Padrón, R., & Hernández, J. (2004). La autoestima en la educación. Límite. *Revista Interdisciplinaria de Filosofía y Psicología, 1 (11),* 82–95.

Aragón, L. (2004). Fundamentos psicométricos en la evaluación psicológica. *Revista Electrónica de Psicología Iztacala, 7 (4),* 23–43.

Argibay, J. (2006). Técnicas psicométricas. Cuestiones de validez y confiabilidad. *Subjetividad y procesos cognitivos, 8,* 15–33.

Antequera, R. (2006). Evaluación psicológica del maltrato en la infancia. *Cuad Med Forense, 12(43-44),* 129–148.

Aragón, L. (2015). *Evaluación psicológica*. México-Colombia: El manual moderno.

Baptista, N. Risotto, M. Cardoso, H. & Rueda, F. (2012). Soporte social, familiar y autoconcepto: relación entre los constructos. *Psicología del caribe, 29 (1),* 1–18.

Berrocal, P. Pacheco, N. (2002). La inteligencia emocional como una habilidad esencial en la escuela. *Revista Iberoamericana de educación, 29 (1),* 1–6.

Catino, F. (2015). test psicológicos y entrevistas: usos y aplicaciones claves en el proceso de selección e integración de personas a las empresas. *Revista academia y negocios, 1 (2)*, 79–90.

Callejo, l. Vila, a. (2003). Origen y formación de creencias sobre la resolución de problemas. Estudio de un grupo de alumnos que comienzan la educación secundaria. *Boletín de la asociación matemática venezolana, 10 (2),* 173–194.

Fernández, B. (1996). *Introducción a la evaluación psicológica*. Madrid: pirámide España.

López, E. Martínez, B. Ochoa, G. (2006). La autoestima en adolescentes agresores y víctimas en la escuela: la perspectiva multidimensional. *Intervención Psicosocial, 2006, 15 (2),* 223–232.

López, l. (s,f). *Instrumentos de evaluación psicológica*. Recuperado el 10 de julio de 2018 de: http://www.forumcyt.cu/UserFiles/forum/Textos/0601897.pdf

López, P. (2009). Construcción y validación de una prueba para medir conocimientos matemáticos. *Horizonte pedagógico, 11 (1),* 29–39.

Martorell, C., & González, R., & Rasal, P., & Estellés, R. (2009). Convivencia e inteligencia emocional en niños en edad escolar. *European Journal of Education and Psychology, 2 (1),* 69–78.

Martínez, M. Vargas, J. González, S. (2016). Escala de dificultades en regulación emocional (ders): análisis factorial en una muestra colombiana. *Acta Colomb. Psicol. 19 (1)*, 225–236.

Meneses, J. Barrios, M. Lozano, M. Bonillo, A. Cosculluela, A. Turbany, J. Valer, S. (2014). *Psicometría*. Barcelona: UOC.

Muñiz, J. (2010). Las teorías de los tests: teoría clásica y teoría de respuesta a los ítems. *Papeles del Psicólogo, 31 (1),* 57–66.

Vera Poseck, B. (2006). Psicología positiva: una nueva forma de entender la psicología. *Papeles del Psicólogo, 27 (1),* 3–8.

Roncero, C. (2015). La validación de instrumentos psicométricos: un asunto capital en la salud mental. *Salud Mental. 38(4),* 235–236.

Romero, E. (2011). Confiabilidad y validez de los instrumentos de evaluación neuropsicológica. *Subjetividad y Procesos Cognitivos, 15 (29)*, 83–92.

Toro, R. Ochoa, D. (2010). Los perfiles cognitivos psicopatológicos en la formulación cognitiva de caso. *Rev. Colomb. Psicol, 19 (1),* 97–110.

Mikulic, M. y Muiños, R. (2004). La construcción y uso de instrumentos de evaluación en la investigación e intervención psicológica: El inventario de calidad de vida percibida (ICV). *XII Anuario de Investigaciones*, 193–202.

Vázquez, a. Jiménez, R. Vázquez, R. (2004). escala de autoestima de rosenberg: fiabilidad y validez en población clínica española. *Apuntes de psicología, 22 (2),* 247–255.

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

Recebido/Submission: 06/10/2018
Aceitação/Acceptance: 12/12/2018

M- learning, un camino hacia aprendizaje ubicuo en la educación superior del Ecuador

Gladys Gioconda Lagos Reinoso[1], Katherine Mora Barzola[2], Digna Mejía Caguana[3], Rosario Peláez Lopez[4], Juan Carlos Peláez Lopez[5]

gladys.lagosre@ug.edu.ec, maria.morab@ug.edu.ec, digna.mejiac@ug.edu.ec , rpelaez@itsvr.edu.ec, juan.pelaez@cu.ucsg.edu.ec

[1]Universidad De Guayaquil-Universidad Agraria Del Ecuador, 090109, Guayaquil, Ecuador.

[2]Universidad De Guayaquil, 090104, Guayaquil, Ecuador.

[3] Universidad Catolica Santiago De Guayaquil, 090109, Guayaquil, Ecuador,

[4]Instituto Técnico Superior Vicente Rocafuerte, 090106, Guayaquil, Ecuador

Pages: 47–59

Resumen: El M-learning, aparece rompiendo los estándares tradicionales de la enseñanza. La presente investigación evalúa la aplicación del M-learning hacia el aprendizaje ubicuo en la educación superior del Ecuador, en la carrera de informática de la Facultad de Filosofía de la universidad de Guayaquil; se realizó un estudio del tipo no experimental descriptivo, con 120 estudiantes y 20 docentes, se aplicó una encuesta estructura con 22 preguntas y 10 ítems. Los resultados: 97% de los encuestados utilizan sus dispositivos móviles en actividades académicas, de las cuales el 41%, es sobre la búsqueda de información inmediata; 37%, facilidad para generar apuntes ; el 22% participación en foros virtuales; el 97% de los docentes, la aplicación del M-learning fomenta el aprendizaje personalizado y colaborativo, el 89% opina que su uso mejora el rendimiento académico. Se concluyó, el M-learning, marca el camino hacia el aprendizaje ubicuo, superando las limitantes de tiempo y espacio.

Palabras-clave: Aprendizaje, Dispositivos móviles, Enseñanza, Tecnología, Ubicuidad.

M-learning, a path to ubiquitous learning in higher education in Ecuador

Abstract: The unstoppable inclusion of technologies in learning has led to new ways of doing education. M-learning or mobile learning, appears breaking the traditional standards of teaching. The present investigation evaluates the application of M-learning to ubiquitous learning in higher education in Ecuador, in the computer career of the Faculty of Philosophy of the University of Guayaquil; a non-experimental descriptive type study was carried out, with 120 students and 20 teachers, a structure survey was applied with 22 questions and 10 items. The results: 97% of respondents use their mobile devices in academic activities,

of which 41% is about the search for immediate information; 37%, easy to generate notes; 22% participation in virtual forums; 97% of teachers, the application of M-learning promotes personalized and collaborative learning, 89% believe that its use improves academic performance. It was concluded, the M-learning, marks the way to ubiquitous learning, overcoming the limitations of time and space.

***Keywords**:* Learning, Mobile devices, Teaching, Technology, Ubiquity.

1. Introducción

El imparable desarrollo de la tecnología y la expansión del internet móvil con las redes inalámbricas, han hecho que surjan nuevas formas de llegar al conocimiento, estudiantes y docentes cuentan con información nueva cada segundo, lo que obliga a la universidad a innovarse y adaptarse a los cambios que permitan el desarrollo de estrategias metodologías que involucren la aplicación de nuevos modelos de aprendizaje a fin de reducir la marcada brecha generacional existente entre docentes y los estudiantes, para quienes como nativos digitales Preskly (2001), el uso de la tecnología y todo lo que tiene que ver con ella, está implícito en su modo de vida, mientras que para el docente, su aplicación a trascurrido dentro de un aprendizaje forzado en medio de una tormenta de dudas y desafíos, que ha sabido superar con esfuerzo, al punto de ser el guía necesario en el proceso de enseñanza aprendizaje dentro del cambiante ambiente educativo de la sociedad de conocimiento.

La tecnología, le trajo a la educación un refrescante baño de innovación, cargado de nuevas y mejores formas de llegar al conocimiento, sin necesidad de moverse de su lugar de trabajo u hogar, el conocimiento está disponible a toda hora y en todas partes, al alcance de un clic, a través de cualquier dispositivo móvil, Tablet, teléfono o reloj inteligente, se habla entonces de aprovechar el dominio y destreza en el uso de estos dispositivos por parte de los estudiantes y empezar a aplicarlos en el entorno educativo, donde los procesos de enseñanza-aprendizaje ya no solo tienen lugar en ambientes físicos dentro del campus universitario, sino que van hacia lo virtual, donde el espacio y el lugar en el que el estudiante se encuentre no es un elemento determinante cuando se trata aprender e innovar.

Dentro de la sociedad del conocimiento, surgen características como lo móvil, lo ubicuo y dentro de ellas, aparece el aprendizaje personalizado, independiente, libre y móvil, que se van a relacionar con la conectividad, donde cualquier espacio es buen lugar para adquirir conocimientos, teniendo como medio cualquier dispositivo móvil, que junto a su facilidad de uso, portabilidad y ubicuidad, lo han convertido en el primer medio de comunicación universal de la historia (Corbell, 2007; Traxler, 2009; Sharples, 2010), trascendiendo edad, posición social o situación geográfica.

La educación superior está cambiando hacia un nuevo modelo, el aprendizaje móvil, Mobile learning o M-learning (Traxler, 2005), se refiere al uso de dispositivos digitales portátiles de cualquier tamaño, sean tablets, teléfonos o los relojes inteligentes, que sin lugar a dudas tienen infinidad de modelos y variedades, sin embargo no importa el modelo o color, estos dispositivos permiten establecer de forma inalámbrica, comunicación de datos e información. Elkheir y Mutalib (2015), definen al M-learning como una combinación de e-learning y lo móvil, una mezcla entre la tecnología móvil e

inalámbrica para brindar experiencias de aprendizaje. Ally y Samaka (2016) señalan que el M-learning es un aprendizaje sin ubicación fija, donde se da el aprendizaje mediante las tecnologías móviles. Para Parsons (2014) el concepto de movilidad incluye el camino para alcanzar un aprendizaje más fluido, adaptativo, colaborativo y exploratorio, promoviendo la porosidad entre la educación formal y la informal es fundamental.

Las ventajas que presenta el aprendizaje móvil dentro de la educación superior supera las expectativas dadas en otros modelos tanto presencial como a distancia, como en el e-learning, ya que se manejan estándares versátiles que van desde total accesibilidad e interacción de los contenidos, la conectividad, la ubicuidad es decir el acceso en cualquier momento y lugar, sin depender de un horario, se entiende 24 horas, los 7 días de la semana, los 365 días del año, con lo que se rompen las barreras de tiempo y espacio. Hsu, Ching & Snelson (2014) señalan que dentro del aprendizaje móvil el fomento del aprendizaje colaborativo, aprendizaje basado en juegos, aprendizaje basado en la investigación, simulación, difusión de contenidos enriquecidos y tutoría para un aprendizaje ubicuo. A medida que surgen nuevos y mejores modelos en los dispositivos móviles, también aumentan su ponencia, rapidez y funcionabilidad lo que a su vez amplía su capacidad de apoyo a los procesos de enseñanza aprendizaje. (Fritschi y Wolf, 2012b; Hylén, 2012; Isaacs, 2012b; Lugo y Schurmann, 2012; Roschelle, 2003; So, 2012; West, 2012b).

Al Hamdani (2013) señala que los dispositivos móviles son mediadores en el proceso de enseñanza y aprendizaje. En su estudio, Al Hamdani, se observa que los dispositivos móviles ayudaron en los sujetos de estudio, a promover las habilidades de pensamiento y a cooperar con sus pares; así mismo , en el estudio de Fried (2008) se muestra como los dispositivos móviles pueden incrementar la motivación de los estudiantes dentro del aula de clase.

Elkheir y Mutalib (2015) mencionan que el uso de los teléfonos móviles y tabletas podría fomentar el interés hacia un tema en particular, lo que incrementa el uso del tiempo en el estudio, Para Issa e Isaias (2016) y Baron (2016) el uso de dispositivos móviles entre personas de 20 a 30 años, aumenta la comunicación y colaboración entre individuos sin importar el lugar donde se encuentren. Por otro lado, Baron (2016) encontró que los estudiantes que usan aplicaciones móviles suelen recordar con mayor facilidad el patrón de búsqueda (habilidad procedural), que el resultado por sí mismo (habilidad cognitiva), en tales casos se trata de patrones cerebrales que se adaptan al uso de la tecnología, este proceso trae como resultado la división de la memoria transaccional (transactive memory) para que la tecnología asuma el papel de recordar, lo que crea en el estudiante un falso sentimiento de conocimiento sobre temas que han investigado debido a búsquedas realizadas por internet, este comportamiento lo define Issa e Isaias (2016) como pensamiento superficial, es por ello que no se debe caer en el riesgo de fijar toda la solución sobre las tecnologías sino, por el contrario, estar claro en que se trata de herramientas útiles en el desarrollo de habilidades y criterios para aprender, administrar y transmitir la información.

Con la aplicación del el M-learning, el estudiante tiene la opción de estar conectado en todo momento sin recurrir a un salón de clases como espacio físico dentro de la universidad, en su lugar tendrá sesiones de aprendizaje en ambientes virtuales, verdaderos ecosistemas de aprendizaje (Garcia-Peñalvo, 2016), a través de cualquier dispositivo móvil. Este auge

se ha visto reforzado por el desarrollo expansivo de plataformas con entornos personales de aprendizaje adaptados a los dispositivos móviles. A todo esto, se suma, el espacio virtual de aprendizaje tanto en forma, como en el fondo y fin del proceso, teniendo en el centro a los actores principales, los estudiantes y los profesores. El aprendizaje móvil tiene un gran potencial para ayudar a las personas que ahora se ven apartadas de la educación por circunstancias socioeconómicas o discapacidad, es allí donde se enfocan las soluciones basadas en la colaboración y comunicación dentro de la universalización del conocimiento al alcance de todos.

El aprendizaje móvil conlleva un aprendizaje personalizado que se ajusta a las necesidades individuales del estudiantes el cual toma el control de su aprendizaje eligiendo objetivos, métodos de estudio y trabajo o formas de evaluación (Ellis & Goodyear, 2010), Como señala Zapata (2012) no se trata de evaluar el uso del dispositivo móvil, sino de las actividades en las que se ha incorporado para valorar su relevancia, pertinencia y ejecución en el transcurso de las mismas. Es por ello que el objetivo de esta investigación fue evaluar la aplicación del M-learning como camino hacia el aprendizaje ubicuo en la educación superior del Ecuador.

La presente investigación evalúa la aplicación del M-learning como camino hacia el aprendizaje ubicuo en la educación superior del Ecuador; En el desarrollo de la investigación se hace un diagnóstico sobre la percepción , el uso y frecuencia con que los estudiantes utilizan sus dispositivos móviles en el proceso de enseñanza aprendizaje y como estos los ayudan en el cumplimento de sus en actividades académicas lo que guarda con el rendimiento académico.

2. Materiales y métodos

Para este estudio se utilizó la plataforma educativa Class OnLive, a través de la cual se diseñó un curso virtual, al que los estudiantes podían acceder en cualquier momento y desde cualquier dispositivo electrónico fijo o móvil como en el caso de sus teléfonos inteligentes tablets. El curso se conformaba por contenido correspondiente a la tercera unidad del segundo parcial de la asignatura Diseño de Productos multimedia. Durante cuatro semanas se transmitieron simultáneamente todas las clases en tiempo real desde los laboratorios de computo de la facultad de filosofía, y a la vez la plataforma permitía grabar las clases para que los estudiantes las pudieran revisar luego en offline las veces que creyeran pertinentes de acuerdo a sus necesidades y en el tiempo que consideraran oportuno. También se incluyó además material teórico, con ejercicios guiados y propuestos que en conjunto con las clases grabadas sirvieron de complemento para reforzar el aprendizaje y de ayuda para aquellos estudiantes que por sus diversas ocupaciones no podían asistir en horarios regulares.

La población estuvo conformada por (n=120) estudiantes de sexto, séptimo semestre de los ciclo I, II correspondientes a los periodos lectivos 2016-2017, 2017-2018 y una muestra de (n=20) docentes de las carreras de Informática y Sistemas multimedia de la facultad de Filosofía de la Universidad de Guayaquil, donde se realizo un estudio del tipo no experimental descriptivo con enfoque mixto, cuali-cuantitativo (León & Montero, 2004; Clares, 2006; Albert, 2007). Se utilizó una perspectiva metodología dentro del paradigma interpretativo que implica “comprensión de los fenómenos educativos a

través del análisis de las percepciones e interpretaciones de los sujetos que intervienen en la acción educativa" (Colás y Buendía, 1998, p. 50).

Como instrumentos para la recolección y análisis de datos se aplicó la revisión documental y una encuesta descriptiva de carácter sociológico (Flores y López, 2014; Cabero y Marín, 2013; Falahah. y Rosmala, 2012). Con el fin de recabar la información pertinente al objetivo de estudio, la encuesta constaba con 22 preguntas con 15 ítems y 6 dimensiones tabla 3, de tipo dicotómicas, preguntas cerradas pluricotómicas con opciones múltiples jerarquizadas y abiertas, así mismo se le daba la opción a los encuestados de elegir si, no y otras con a escala de respuesta tipo Likert (1-4), con cuatro opciones de respuesta, con las que se buscó evaluar la percepción general, grado de aceptación, las posibilidades educativas de los dispositivos móviles al hacer uso de M-learning como camino hacia el aprendizaje ubicuo.

Dimensiones	**Items**	**Alpha de Cronbach**	**Magnitud**
Nivel de conocimientos previos en TIC	1	0,942	Muy alta
Conexión inalámbrica e Internet.	4	0,764	Alta
Usos de los dispositivos móviles en el Campus Universitario	1	0,724	Alta
A favor del uso educativo del teléfono móvil	3	0,761	Alta
Razones en oposición a la inclusión educativa de los dispositivos móviles	2	0,573	Alta
Los dispositivos móviles como herramienta educativa	4	0,974	Muy alta

Tabla 1 – Dimensiones Encuesta

Con el fin de medir la fiabilidad del instrumento y la consistencia interna (encuesta) se utilizó coeficiente alfa de Cronbach. Se realizó una prueba piloto con tres cursos, (Ruiz, 1995), este coeficiente alcanzó los siguientes valores: Sexto C1: docentes 0,791, estudiantes 0,813 Sexto C2: docentes 0,822, estudiantes 0,832. Sexto C3: docentes 0,812, estudiantes 0,821, Lo que mantiene un alto grado de fiabilidad sobre las respuestas dentro de la población en estudio,[18]. En cuanto al análisis descriptivo, se eliminan aquellos datos con comportamiento anómalo. Para asegurar la validez del constructo se realizó análisis de componentes principales con rotación varimax, eliminando de la matriz de componentes resultante los valores que presentan un nivel de saturación menor de 0,5.

3. Resultados

El uso de las dispositivos móviles ha crecido considerablemente entre la comunidad universitaria, lo que permite que puedan ser usados como herramientas colaborativas de interacción entre docentes y estudiantes, Keskin y Metcalf (2011) en su investigación, analizaron las posibilidades de los dispositivos móviles interdisciplinarmente, y observaron su eficacia didáctica en diferentes sectores. El aprendizaje a través de

dispositivos móviles constituye un reto en los planteamientos metodológicos educativos, dado que el diseño tecnológico marca sus desarrollos independientemente (Wang, et al., 2009; Hashemi, et al. 2011).

La distribución de los encuestados por semestre fue la siguiente: Sexto Semestre 68,7%; Séptimo Semestre 77,3%; ; Por otra parte, el 58 % de los encuestados fueron estudiantes de primer ciclo y el 42 % de segundo ciclo. El perfil general de los encuestados Tabla 1, refleja un porcentaje mayoritariamente masculino con el 63% para estudiantes y el 55% para docentes, mientras que el 38% pertenecen al género femenino en el caso de estudiantes y el 45% de docentes.

Género	**Estudiantes**	**Porcentaje**	**Docente**	**Porcentaje**	**Total**	**Porcentaje**
Hombre	75	63%	11	55%	86	61%
Mujer	45	38%	9	45%	54	39%
Total	120	100%	20	100%	140	100%

Tabla 2 – Distribución por genero

Según el rango de edades se puede observar que número significativo de la población de estudiantes encuestada entra en el grupo de los nativos digitales, (Prensky, 2001), que son individuos que nacieron entre 1980 o 1990 en adelante, que dominan de forma natural las tecnologías de información y comunicación, sin embargo la edad los docentes encuestados encajan en el perfil de los inmigrantes digitales, (Wodzicki et al., 2012) y que ingresar al mundo de la tecnología no ha sido tan facil, (Cabra-Torres y MarCiales-ViVas, 2009).

	Estudiantes		**Docentes**	
Edad	**Frecuencia**	**Porcentaje**	**Frecuencia**	**Porcentaje**
20-25	24	20%	0	0%
25-30	34	28%	0	0%
30-35	20	17%	0	0%
35-40	25	21%	11	55%
mas 40	17	14%	9	45%
Total	120	100%	20	100%

Tabla 3 – Rango de edades de la población (n=140)

Los dispositivos móviles a través de sus aplicaciones de mensajería instantánea proporciona un entorno virtual en el que se pueden formar grupos de trabajo donde se puede compartir opiniones, enviar información, armar discusiones, elaborar propuestas y contenidos, organizar eventos, estableciendo así lo que se denomina una comunidad virtual de aprendizaje (Llorens & Capdaferro, 2011). Es decir la comunidad pasa de ser

el solo intercambio de información a ser un ente de aprendizaje y desarrollo profesional, se crea entonces una comunidad virtual de aprendizaje (Llorens & Capdaferro, 2011; McMillan y Chavis, 1986).

El estudio mostró, que el 98,9% de los estudiantes y docentes encuestados poseen al menos un dispositivo móvil habilitado, lo que permite incluir su uso en el proceso de enseñanza aprendizaje. En la Tabla 3 se observa que 41% (n=140) del total de encuestados en particular utiliza los dispositivos móviles en la educación , superado tan solo por temas de comunicación personal y social (53%), lo cual evidencia que los dispositivos móviles tienen un uso considerable en la educación tanto para docentes como para estudiantes de Carrera de informática de la Facultad de Filosofía. El M-learning permite el aprendizaje colaborativo e involucra espacios de intercambio de información y el aprendizaje colaborativo (Islas y Carranza, 2011).

Usos dispositivos moviles	**Frecuencia**	**Porcentaje**
Comunicación	**60**	**43%**
Entretenimiento	**12**	**9%**
Educación	**57**	**41%**
Finanzas	**2**	**1%**
Deportes	**7**	**5%**
Diversión y Ocio	**2**	**1%**

Tabla 4 – Uso de los dispositivos Móviles Estudiantes y docentes (n=140)

Se observa en la Tabla 4 que el 94% de los encuestados pasa más de 3 horas diarias haciendo uso de sus dispositivos móviles en aspectos relacionados a su carrera universitaria, con lo que se demuestra su amplio uso en los procesos pedagógicos. El aprendizaje móvil sustenta una educación inclusiva, libre de fronteras geográficas, que permita desarrollar la educación permanente o continua. El M-learning, se recurre a métodos, técnicas y recursos que elevan la productividad y la flexibilidad del proceso de enseñanza y aprendizaje (Torres, 2017).

Horas dedicadas	**Frecuencia**	**Porcentaje**
1-2 h/ día	80	57%
3-4 h / día	52	37%
4-5 h / día	8	6%
Mas de 5 horas/dia	0	0%
Total	140	100%

Tabla 5 – Tiempo de dedicación a de los dispositivos móviles en el ámbito educativo Docentes y Estudiantes

Al consultarle a los estudiantes cuales eran los principales tópicos a los que ingresaban desde sus dispositivos móviles dentro durante las clases Figura 1, el 41% consideró importante la búsqueda de información en temas de investigación o actuación en clases; el 37% en la facilidad para la toma de apuntes mediante la captura de pantalla o fotografías, lo que optimiza el tiempo para observar y prestar atención a las explicaciones del docente y para compartir material de estudio, el 20% la participación en foros y talleres virtuales, y tan solo el 1% (n=2), no aplica los dispositivos móviles en temas educativos, ya que no poseen dispositivos inteligentes. En cuanto a las limitaciones encontradas se mencionaron con 74% , el limitado acceso gratuito al internet, 45% el tamaño de las letras y pantalla, 60% restricción en duración de la batería, 54% entre los precios de los dispositivos, la perdida o robo del equipo.

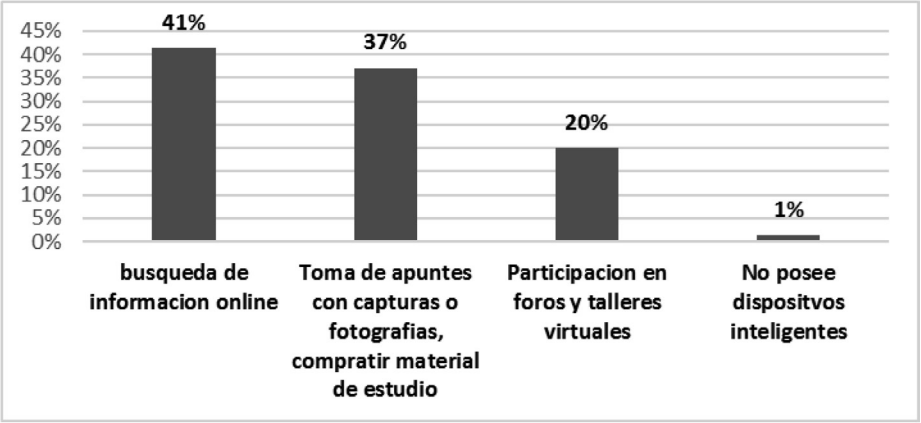


Figura 1 – Beneficios en la aplicación del M-learning

Para los estudiantes existen razones fundamentales Figura 2 por las cuales se debería incluir el aprendizaje móvil dentro del currículo de la carrera de Informática a lo que el 39% contesto, que fomenta aprendizaje ubicuo, ampliando el horizonte del conocimiento eliminando fronteras geográficas, rompiendo barreras de tiempo y espacio lo que representa una verdadera educación inclusiva, dando la oportunidad de estudio para aquellos estudiantes que por sus limitaciones físicas o por situaciones laborales en horarios rotativos no pueden estudiar y abandona la carrera, tal como señala Wang et al. (2009) en su estudio donde analizaron los factores motivadores para los usuarios de M-learning , y destacan la expectativa de rendimiento, de esfuerzo, las relaciones sociales, lúdicas y la autogestión del aprendizaje. Así mismo el 36% de los estudiantes encuestados, afirma que la aplicación del M-learning permite la disponibilidad de la información en todo momento así como 10% fomenta el trabajo colaborativo mientas que un 15% considera que permite un aprendizaje personalizado, a través de la flexibilización del conocimiento de acuerdo a las necesidades y aspiraciones de cada estudiante, por lo que las características más relevantes del M-learning estarán dadas en la movilidad , lo tecnológico, y social dentro de un aprendizaje disperso en el tiempo que conlleve a la generación del conocimiento ubicuo e inclusivo. (Kukulska-Hulme et al. 2011).

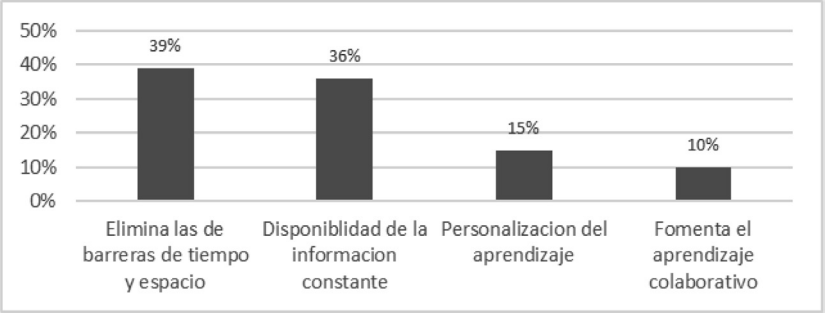


Figura 2 – Razones para incluir el M-learning en la Carrera de informática

Según el 97% de los docentes la aplicación del M-learning en sus asignaturas, ha despertado entre los estudiantes el aprendizaje colaborativo, permitiendo relacionarse con el conocimiento de manera simple e informal, ajustándose a sus necesidades por lo que fomenta el aprendizaje personalizado en todos sus niveles. De igual forma para 89% de docentes consideran, que su uso mejora el rendimiento académico de los estudiantes en un 90%, lo que se ha visto reflejado en los reportes de calificaciones correspondientes al periodo de este estudio.

Al finalizar el estudio se les consulto sobre el nivel de satisfacción en la aplicación del M-learning donde se obtuvo un 97% , También se consultó a docentes y estudiantes si estarían dispuesto a recibir seminarios de asesoría sobre el uso pedagógico de los dispositivos móviles a lo respondieron afirmativamente en un 985 y 100% respectivamente, estar dispuestos a recibir la asesoría necesaria para la implementación del M-learning en la facultad, es así, que su aplicación ofrece nuevas vías para extender la educación fuera del aula, en las conversaciones y las interacciones de la vida diaria (Sharples et al., 2009).

Mediante los resultados encontrados en esta investigación se pueden evidenciar que la aplicación del M-learnning como camino hacia la ubicuidad, esta trazado, dentro de un amplio campo de acción que en conjunto con el conectivismo han cambiado la forma de entenner la enseñanza. El desarrollo del M-learning permite al docente universitario utilizar la creatividad y trabajar con el potencial de interacción, el atractivo y estímulo que genera el uso de estos dispositivos (Xu, Sun y Zhao, 2011; Lan, et al., 2012). El conocimiento ya no es estático, rígido y frío, se encuentra en movimiento , ya no está encerrado en las cuatro paredes de un salón de clases, el aprendizaje se encuentra en todo momento y lugar disponible para todos los estudiantes reduciendo las limitaciones de las teorías conductista y cognitivistas frente a los efectos de la tecnología sobre la comunicación y el aprendizaje.

4. Conclusiones

La educación superior, esta inmersa en una sociedad digital, donde los dispositivos móviles se encuentran integrados a cada paso, lo que ha facilitado el camino hacia nuevos contextos para generar conocimiento, en todo momento y lugar, esto es aprendizaje

ubicuo, Zabalza (2004), afirma que el aprendizaje de los estudiantes depende en gran medida de sus capacidades, esfuerzo e interés, pero también influye que durante el proceso educativo, se haya contado con la experiencia y conocimiento de los docentes asignados, así como también de los recursos tecnológicos necesarios. Ello obliga al análisis del contexto en el que se realiza el proceso (Vasilachis de Gialdino, 2009). La adaptación del proceso de enseñanza al contexto supone un reto para el docente (Vélaz de Medrano y Vaillant, 2009; Jover, 2011).

El M-learning se integra con el ambiente personalizado y ubicuo que permite mayor libertad, flexibilidad y autonomía para el aprendizaje, mediante una navegación sencilla y adaptación de contenidos, con un acceso inmediato a la información, donde no hay restricciones para asimilación de los conocimientos por tiempo u horarios.

De acuerdo con los resultados obtenidos en este estudio, se concluyó que la aplicación del M- learning tiene un alto nivel de aceptación entre estudiantes y docentes, su uso fomenta el aprendizaje ubicuo, superando las limitantes de tiempo y espacio, así mismo se demostró que su aplicación, mejora el rendimiento individual y colectivo, se ha logrado fomentar la comunicación y sobre todo crear en los estudiantes la cultura del aprendizaje móvil como una alternativa digital prometedora rumbo a la ubicuidad en los procesos de enseñanza aprendizaje.

Sin embargo se hace necesaria la difusión del uso educativo de los dispositivos móviles en el marco del Aprendizaje Móvil, mediante iniciativas que muestren las experiencias y proyectos generados a base de su aplicación; es importante implementar un sistema de capacitaciones tanto a los docentes y estudiantes sobre la inclusión y uso adecuado los dispositivos móviles en el currículo con un enfoque práctico e integrador, que contemple la creación de contenidos específicos y realizar adaptaciones metodológicas aprovechando las posibilidades y características de los dispositivos móviles, se hace necesario también la generación de políticas educativas relacionadas con el aprendizaje móvil que permitan la inclusión del M-learning dentro del currículo, como camino hacia el aprendizaje ubicuo en la educación superior del Ecuador.

Referencias

Ahmed, S. y Parsons, D. (2013). Abductive science inquiry using mobile devices in the classroom. Computers & Education, 63, 62–72.

Al Hamdani, D. (2015). Exploring students' learning style at a Gulf University: a contributing factor to effective instruction. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, *176*, 124–128.

Albert, M.J. (2007). La investigación educativa. Madrid: McGraw Hill.

Ally, M., & Samaka, M. (2016). Guidelines for Design and Implementation of Mobile Learning. In B. H. Khan (Ed.), Revolutionizing Modern Education through Meaningful E-Learning Implementation (p. 443). USA: McWeadon Education.

Baron, J., Hirani, S., & Newman, S. (2016). Challenges in patient recruitment, implementation, and fidelity in a mobile telehealth study. *Telemedicine and e-Health*, *22*(5), 400–409.

Cabero, J. y V. Marín, Percepciones de los estudiantes universitarios latinoamericanos sobre las redes sociales y el trabajo en grupo, Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento, 10(2), 219–235 (2013).

Cabra-Torres, F. y G.P. MarCiales-ViVas, Mitos, realidades y preguntas de investigación sobre los 'nativos digitales': una revisión, Revista Universitas Psychologica, 8(2), 323–338 (2009).

Corbell, J. (2007). Are you ready for mobile learning? EDUCAUSE Quarterly 30(2), 51–58

Clares, J. (2006). Informática Aplicada a la Investigación Educativa. Sevilla: Digital Atres.

Colás, M. y Buendía, L. (1998). Investigación Educativa. Sevilla: Alfar.

De Gialdino, I. V. (2009, May). Los fundamentos ontológicos y epistemológicos de la investigación cualitativa. In *Forum: Qualitative Social Research* (Vol. 10).

Elkheir, Z., & Mutalib, A. A. (2015). Mobile Learning Applications Designing Concepts and Challenges: Survey. Research Journal of Applied Sciences, Engineering and Technology, 10(4), 438–442.

Ellis, R. A., & Goodyear, P. (2010). Expanding conceptions of study, context and educational design. In *Rethinking learning for a digital age* (pp. 122-135). Routledge.

Falahaha, S. y D. Rosmala, Study of Social Networking usage in Higher Education Environment, Procedia - Social and Behavioral Sciences, 67(10), 156–166 (2012).

Fried, C. B. (2008). In-class laptop use and its effects on student learning. *Computers & Education*, *50*(3), 906–914.

Flores, K. y M.C. López, Las motivaciones y los usos sociales y educativos que los estudiantes universitarios hacen del Facebook, Revista de Tecnología y Sociedad, 4(7), 1–10 (2014).

Fritschi, J., & Wolf, M. A. (2012). Mobile learning for teachers in North America exploring the potential of mobile technologies to support teachers and improve practive. *Working paper series on mobile learning*.

García-Peñalvo, F. J. (2016). En clave de innovación educativa. Construyendo el nuevo ecosistema de aprendizaje.

Hashemi, M. et al. (2011). *What is Mobile Learning? Challenges and capabilities*. En ongen, D.; Hursen, C.; Halat, M.; et al. (eds.). 2nd World Conference on Psycho- logy, Counselling and Guidance, antalya, Turquía, Procedia Social and Behavioral Sciences, 30.

Hylén, J., Damme, D. V., Mulder, F., & D'Antoni, S. (2012). Open Educational Resources: Analysis of responses to the OECD country questionnaire.

Hsu, Y. C., Ching, Y. H., & Snelson, C. (2014). Research priorities in mobile learning: An international Delphi study/Les priorités de recherche en matière d'apprentissage mobile: Une étude de Delphes internationale. Canadian Journal of Learning and Technology/La revue canadienne de l'apprentissage et de la technologie, 40(2).

Islas Torres, C., & Carranza Alcántar, M. D. R. (2011). Uso de las redes sociales como estrategias de aprendizaje.¿ Transformación educativa?.

Issa, T., & Isaias, P. (2016). Internet factors influencing generations Y and Z in Australia and Portugal: A practical study. *Information Processing & Management, 52*, 592–617.

JOVER, D. (2011). El poder de la educación para transformar la sociedad ¿cómo promover una educación que cuestione y transforme los modelos actuales?. I Congreso Internacional Educación y Soberanía Alimentaria, Barcelona, 13/10/2011. Recuperado de https://www.educacionsinfronteras.org/files/515984

Keskin, N. y Metcalf, D. (2011). *The current perspectives, theories and practices of mobi- le learning*. Turkish online journal of educational technology, 10 (2), 202–208

Kukulska-Hulme, A., Sharples, M., Milrad, M., Arnedillo-Sánchez, I., & Vavoula, G. (2011). The genesis and development of mobile learning in Europe. In *Combining e-learning and M-learning: New applications of blended educational resources* (pp. 151-177). IGI Global.

León, O. y Montero, I. (2004). Métodos de investigación en Psicología y Educación. Madrid: McGraw-Hill.

Lugo, M. T., & Schurmann, S. (2012). Turning on mobile learning in Latin America: Illustrative initiatives and policy implications. *Paris, UNESCO. Retrieved on*, *16*(09), 2016.

Llorens, F. y N. Capdeferro, Posibilidades de la plataforma Facebook para el aprendizaje colaborativo en línea, Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento, 8(2), 31–45 (2011).

McMillan, D.W. y D.M. Chavis, Sense of community: A definition and theory, Journal of Community Psychology, 14(1), 6–23 (1986).

Prensky, M. (2001). Nativos digitales, inmigrantes digitales. On the horizon, 9(5), 1–7.

Parsons, D. (2014). The Future of Mobile Learning and Implications for Education and Training. En M. Ally y A. Tsinakos (eds.), Increasing Access Through Mobile Learning (pp. 217 - 229). Commonwealth of Learning y Athabasca University, Vancouver, 2014.

Ruíz, J. (1995). El Estudio de Casos. Fundamentos y Metodología. Madrid: UNED.

Sevillano, M. L. y Vázquez-Cano, E. (2015). The impact of digital mobile devices in Higher Education. Educational Technology & Society, 18(1), 106–118.

Sharples, M., Arnedillo-Sánchez, I., Milrad, M., & Vavoula, G. (2009). Mobile learning. In *Technology-enhanced learning* (pp. 233-249). Springer, Dordrecht.

Sharples, M. (2010). Exploring Theories and Practices in Mobile Learning China Educational Technology , 3, 1–7.

Torres, A. N. C. (2017). La educación a distancia como respuesta a las necesidades educativas del siglo XXI. *Revista Academia y Virtualidad*, *10*(1), 1.

Traxler, J. (2009). Learning in the Mobile Age. Recuperado de http://wlv.academia.edu/JohnTraxler/Papers/83099/Learning_in_a_Mobile_Age

Traxler, J. (2005, June). Defining mobile learning. In IADIS International Conference Mobile Learning (pp. 261-266).

Roschelle, J. (2003). Keynote paper: Unlocking the learning value of wireless mobile devices. *Journal of computer assisted learning*, *19*(3), 260–272.

Vélaz De Medrano, C., Y Vaillant, D. (Coords.). (2009). Aprendizaje y desarrollo profesional docente. Madrid: Fundación Santillana..

Wang, M. et al. (2009). The impact of mobile learning on students' learning behaviours and performance: Report from a large blended classroom. *British Journal of Educatio- nal Technology,* 40 (4), 673–695.

West, D. (2012). How mobile devices are transforming healthcare. *Issues in technology innovation*, *18*(1), 1–11.

Wodzicki, K., E. Schwammlein y J. Moskaliuk, "Actually, I Wanted to Learn": Study-related knowledge exchange on social networking sites, The Internet and Higher Education, 15(1), 9–14 (2012).

Wu, W.H., Wu, Y.C., Chen, C.Y., Kao, H.K., Lin, C.H., y Huang, S.H. (2012). Review of trends from mobile learning studies: A meta- analysis. *Computers & Education*, *59*, 817–827

Xu, H.; Sun, S. y Zhao, J. (2011). M-learning interactive design for computer core cours. Conference on Advances in Computer Science, Intelligent System and Environment, Guangzhou, China, 2, 213–217.

Zapata-Ros, M. (2012). Calidad y entornos ubicuos de aprendizaje. *RED, Revista de Educación a Distancia*, *31*, 1–12.

Zabalza, M.A. (2004). Innovación En La Enseñanza Universitaria. Contextos Educativos, 6–7, 113–136

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

Recebido/Submission: 11/11/2018
Aceitação/Acceptance: 10/12/2018

Computational Model of Primary Care Services for Patients with COPD

Fernando Solis Acosta[1], Diego Pinto Auz[2], Santiago Solis Acosta[1], Paulo Guerra-Terán[3], Wagner Vladimir Lucero Navarrete[4]

edgar.solis@ister.edu.ec, djpinto@espe.edu.ec, walter.solis@ister.edu.ec, paulo.guerra.teran@udla.edu.ec, wvlucero@uce.edu.ec

[1] Instituto Tecnológico Superior Rumiñahui, CP. 171103, Sangolquì, Ecuador.

[2] Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE, Departamento de Ciencias de la Computaciòn, Campus Matriz: Av. General Rumiñahui s/n y Ambato, CP. 171103, Sangolquì, Ecuador.

[3] Universidad de las Américas, Computer Systems and Informatics Engineering, CP. 170125, Quito, Ecuador.

[4] Universidad Central del Ecuador, Informatics Engineering, Quito, Ecuador.

Pages: 60–73

Resumen: Las técnicas de modelado y simulación para dar soporte al diseño y la toma de decisiones en servicios médicos es una estrategia cada vez más utilizada. En este trabajo se presenta un modelo computacional desarrollado para simular la atención médica de los pacientes con enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC) con el objetivo de dar soporte en la toma de decisiones en el diseño de un sistema de telemedicina para dichos pacientes. Se presenta el modelo basado en agentes (MBA), el cual ha sido verificado y contrastado con el funcionamiento de un servicio de atención primaria.

Palabras Clave: EPOC; MBA; simulación; telemedicina.

Computational Model of Primary Care Services for Patients with COPD

Abstract: The modeling and simulation techniques to support the design and decision making in medical services is an increasingly used strategy. This paper presents a computational model developed to simulate the medical care of patients with chronic obstructive pulmonary disease (COPD) in order to support decision making in the design of a telemedicine system for these patients. The agent-based model (MBA) is presented, which has been verified and contrasted with the operation of a primary care service.

Keywords: COPD; ABM; simulation; telemedicine.

1. Introducción

La utilización de técnicas de modelado y simulación para dar soporte al diseño y la toma de decisiones en servicios médicos es una estrategia cada vez más utilizada. Un modelo basado

en agentes (MBA) está compuesto de una colección de agentes, un entorno a través del cual los agentes interactúan y reglas que definen las relaciones entre agentes y su entorno y que determinan la secuencia de acciones en el modelo (Cardoso, Bert, & Podestá, 2016).

En los MBA lo más importante es la definición y modelización del comportamiento de los individuos que operan en un sistema dado y las interacciones que se producen entre ellos. El comportamiento del sistema "surge/emerge" como consecuencia de la conducta de los individuos y sus interacciones; éstas características hacen que sea posible explorar la conexión entre el comportamiento a nivel micro de los individuos y los patrones de nivel macro que surgen de la interacción de muchos individuos. La simulación de modelos basados en agentes (SMBA), ofrece al ámbito sanitario la posibilidad de tener entornos virtuales, donde se pueden experimentar y estudiar diferentes casos difíciles de reproducir en la realidad. Este trabajo se aplicó en el ámbito sanitario, específicamente en la gestión de los servicios de atención a pacientes con enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC), los cuales se pretende que en el futuro sean pacientes tele-monitorizados, con el objetivo de mejorar la atención al paciente y mejorar el número de crisis al año, es decir disminuir el número de crisis que pueden provocar tener que el paciente tenga que ir de urgencias a un centro sanitario e incluso la hospitalización del mismo.

La EPOC, es una enfermedad progresiva que causa dificultad para respirar, la palabra "progresiva" indica que la enfermedad empeora con el tiempo. Puede causar tos con producción de grandes cantidades de mucosidad, sibilancias (silbidos o chillidos al respirar), falta de aliento, presión en el pecho y otros síntomas. La principal causa para la enfermedad es el hábito de fumar, la mayoría de las personas que sufren EPOC fuman o solían fumar. La exposición a largo plazo a otros irritantes de los pulmones —como el aire contaminado, los vapores químicos o el polvo —también puede contribuir a la EPOC. Casi siempre se diagnostica en personas de edad madura o avanzada, y no se transmite de persona a persona, es decir, no es contagiosa. Aún no existe cura para la EPOC, sin embargo, los tratamientos y los cambios en el estilo de vida pueden ayudarle a que se sienta mejor, permanezca más activo y retrase la progresión de la enfermedad.

La Organización Mundial de la Salud (OMS) define la telemedicina como el suministro de servicios de atención sanitaria a distancia por medio de tecnologías de información y telecomunicaciones, con el fin de intercambiar datos para hacer diagnósticos, prevenir enfermedades y accidentes, y formar permanentemente a profesionales de atención de salud, que mejoren la salud de las personas y de las comunidades en que viven (Viloria, Cardona, & Lozano, 2008).

La investigación presenta un modelo de comportamiento del paciente y su interacción con los servicios sanitarios, este modelo se utilizará como base para la comparación con el impacto que puede tener que el paciente utilice un sistema de monitorización en casa que será controlado por servicios sanitarios. Se analiza y diseña el modo de funcionamiento actual, modelando el comportamiento del paciente con EPOC.

Este modelo servirá como base para diseñar el sistema y la monitorización controlada por un servicio de telemedicina online. En la siguiente fase se simulará a un paciente controlado, que será monitoreado fuera de los servicios sanitarios y enviar los datos al centro médico para que los supervise un sanitario. La simulación permitirá analizar qué medidas pueden ayudar al sistema sanitario antes de implementarlas.

El resto del trabajo está organizado de la siguiente manera: la sección II contiene el marco teórico y trabajos relacionados, en la sección III se presenta la metodología utilizada, el modelo conceptual propuesto, y una descripción del funcionamiento del sistema de atención a un paciente con EPOC, finalmente en la sección 4 se presentan las conclusiones y trabajo futuro.

1.1. Marco Teórico

1.1.1. Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica (EPOC)

Al paciente con EPOC se le controla el peso, la tos, la disnea, el color de la expectoración; es un paciente crónico con morbimortalidad muy alta. Para clasificar el nivel de la gravedad del paciente, la GesEPOC propone utilizar el índice BODE.

Este índice incluye 4 marcadores:

Índice de Masa Corporal (IMC)

La obstrucción medida por el tanto por ciento del FEV1 teórico

La disnea, medida según la escala mMRC

La prueba de la marcha de los 6 minutos. Se ha observado que en algunos centros de atención primaria esta prueba presenta dificultades para su realización. Por ello se ha propuesto su sustitución por el número de exacerbaciones graves (considerando solo visitas a urgencias hospitalarias o ingresos en los 12 meses previos). En este caso, el índice se denomina BODEx15.

Cada marcador recibe una puntuación según sus resultados, sumándose la puntuación de todos ellos se establece el estado de gravedad en base a la Tabla 1.

La persona con EPOC en su medio ambiente está expuesto a factores externos que influyen y pueden afectar al estado del paciente, se consideran factores asociados como:

Exposiciones laborales: polvo, substancias químicas

Contaminación ambiental

Riesgo de Infecciones ventilatorias en el entorno

Tabaco

Índice de contaminación atmosférica

Estado	Puntos	Observaciones
I Leve	0 – 2	Paciente estable, control a los 3 meses. Si controlado, sólo enfermería
II Moderado	3 – 4	Control semanal. Consulta programada
III Grave	5 - 6	Control urgente sin visita programada
IV Muy grave	7	Urgencias hospitalaria
V Extrema Gravedad	>7	Hospital (herido vital)

Tabla 1 – Estados de gravedad del paciente con EPOC

1.2. Revisión de la literatura

Para el sistema de salud la atención de pacientes con enfermedades crónicas demanda un mayor despliegue de recursos; siendo las tecnologías de información y comunicación (TIC) un eje transversal en variadas disciplinas, surge la e-salud (Wootton, 2001) (Mitchell, 1999) y el uso de técnicas de modelado y simulación para dar soporte a la misma.

La simulación basada en agentes es una técnica muy útil para modelar sistemas complejos, el modelador reconoce claramente que los sistemas complejos, y en particular los sociales, son producto de comportamientos individuales y de sus interacciones (Izquierdo, Galán, & Santos, 2008). La diferencia entre la simulación basada en agentes de otras técnicas de modelado es la forma en que se construye la primera abstracción del sistema real y, consecuentemente, el modelo formal.

En los modelos formales construidos mediante simulación basada en agentes, los componentes básicos del sistema real están explícita e individualmente representados en el modelo (Edmonds, 2000) (Moss & Davidsson, 2000).

2. Materiales y métodos

Una vez definido el problema, el siguiente paso es diseñar el modelo conceptual, esta es la etapa más compleja y requiere conocer con detalle el funcionamiento del sistema. Una vez verificado que el modelo es correcto y se comporta adecuadamente, se elaborará el modelo computacional que permitirá simular el sistema. La metodología utilizada se muestra en la Figura 1.

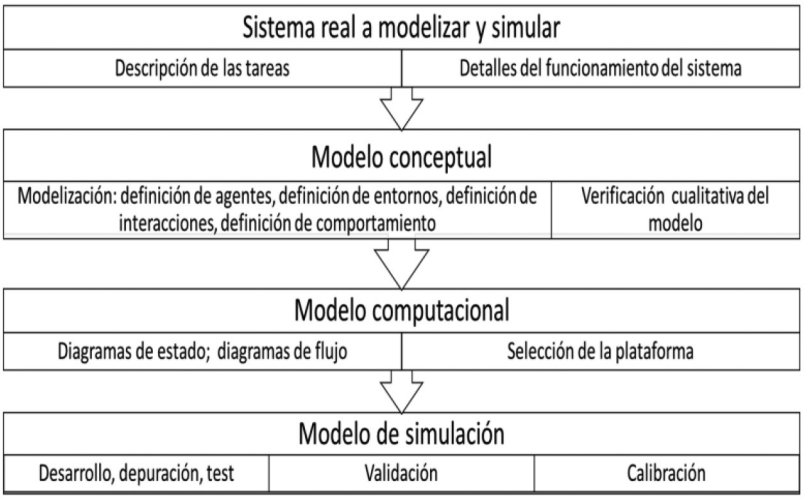


Figura 1 – Metodología utilizada

Para la definición del problema y la verificación se colabora con especialistas del ámbito sanitario de un centro de atención primaria.

3. Resultados

En este apartado se presenta una descripción detallada del modelo, así como el servicio a modelar, los agentes involucrados y las variables de estado que caracterizan su funcionalidad y parámetros que lo describen, las interacciones entre los agentes, una descripción del entorno en el que interactuarán y un resumen de la dinámica de funcionamiento.

Se han identificado los distintos tipos de agentes que forman parte del sistema, como se muestra en la Tabla 2 cada uno de ellos tiene características diferentes.

Agente	Descripción	Atributos	Variables
Paciente	Enfermo con EPOC	Edad, género, patologías asociadas, grupo sanguíneo	Grupo de gravedad, tratamiento, hábitos, IMC, número de ingresos, estado de salud, controles
Enfermera(o)	Encargada(o) del cuidado personal e intensivo de un paciente	Edad, género, tomar signos vitales, años de experiencia, visita a pacientes	Turno, área de trabajo, pacientes a cargo
Médico	Encargado de mantener la salud de los pacientes, así como recuperarla cuando se ve afectada o complicada.	Edad, género, años experiencia, visita a pacientes, capacitación y cursos	Turno, pacientes atendidos,
Especialista	Experto en áreas específicas de la medicina	Edad, género, años experiencia, visita a pacientes, capacitación y cursos en su especialidad	Especialización, turno, pacientes atendidos
Administrativo	Encargado de la gestión, organización y funcionamiento del equipo de salud	Edad, género, años de experiencia	Área de trabajo,
Rehabilitador	Coordina y dirige el proceso para restituir al paciente a la mayor capacidad e independencia posibles.	Edad, género, años de experiencia, especialidad	Turno, pacientes atendidos

Tabla 2 – Agentes que integran el sistema y las tareas asociadas

La Tabla 3 muestra como los agentes se mueven en entornos diferentes, las características de los entornos varían espacialmente y las interacciones entre agentes dependen del entorno en el que se desarrollan, esto implica la necesidad de una variable de estado que para cada agente indique donde se encuentra y así se defina su comportamiento. Otras variables que se deben considerar son el número de pacientes en el sistema, número de enfermeras, número de doctores, tiempo (fecha/hora).

También se deben considerar las variables externas al modelo que pueden afectar al estado del paciente. Estas serían "inputs" al modelo del agente "paciente" que determinan la evolución de su estado (variable interna), ejemplos:

Cambios en el IMC

Exposiciones laborales: polvo, sustancias químicas

Contaminación ambiental

Infecciones ventilatorias en el entorno

Tabaco

Índice de contaminación atmosférica

Lo que se ha de conseguir es un modelo predictivo del comportamiento de la enfermedad del paciente en función de los parámetros, internos (evolución propia de la enfermedad y sus síntomas) y externos (esas variables externas), que se consideren.

Entornos	**Descripción**	**Variables**
Centro de asistencia primaria	Lugar donde se efectúa la atención a los pacientes en un primer nivel asistencial sanitario.	Ubicación (localidad), capacidad de atención, presupuesto, cantidad de personal médico y administrativo, áreas
Consulta del especialista	Atención especializada	Especialista, horario
Hospital	Espacio en el que se desarrollan todo tipo de servicios vinculados a la salud	Ubicación (localidad), capacidad de atención, presupuesto, cantidad de personal médico y administrativo, áreas
Servicio de Urgencias Hospitalarias	Asistencia a urgencias	Capacidad de atención, cantidad de personal médico
Otros centros sanitarios (sin historial del paciente)	Instalación médica dedicada a la asistencia y al cuidado de la salud de los enfermos	Ubicación (localidad), capacidad de atención, presupuesto, cantidad de personal médico y administrativo, áreas

Tabla 3 – Espacios y entornos

3.1. Modelo del servicio de asistencia primaria

Los agentes que intervienen en el modelo de asistencia primaria son: el paciente, el administrativo, la enfermera, y el médico. En la Figura 2 se muestra el diagrama de funcionamiento de un centro de atención primaria. La EPOC es una enfermedad que se presenta en edades medias y avanzadas, por lo que es frecuente que los pacientes puedan presentar enfermedades asociadas. Por este motivo, además de identificar diferentes fenotipos de EPOC, hay que valorar al paciente de forma global y diagnosticar procesos asociados que puedan condicionar cambios significativos en su situación clínica, el proceso de valoración se lo muestra en la Figura 3.

3.2. Proceso de simulación - Resultados

El diseño y programación del modelo planteado se hizo en NetLogo (Ginovart, Blanco, Portell, & Ferrer-Closas, 2011), herramienta que proporciona un entorno de simulación diseñado para trabajar con sistemas multiagente (Rousse, Villegas, & Lárez, 2011), la Tabla 4 muestra los agentes involucrados para este modelo.

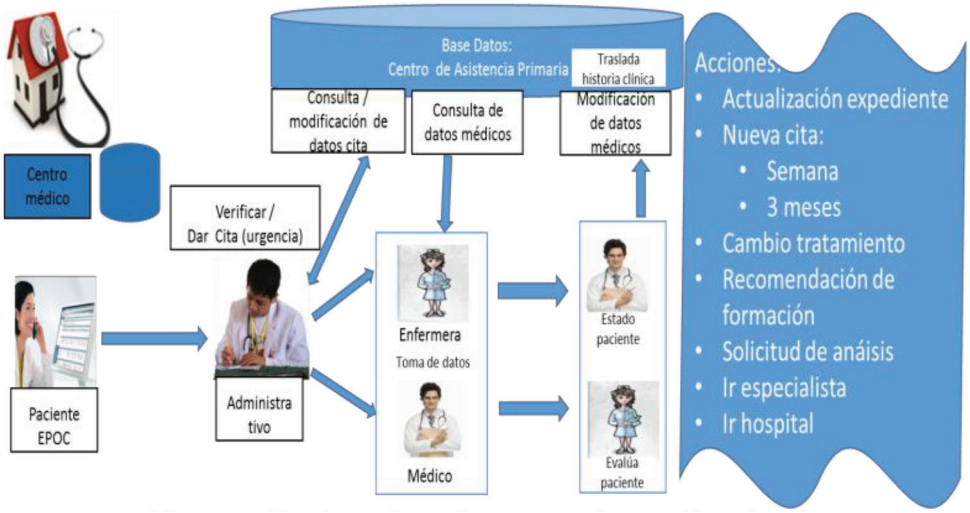


Figura 2 – Funcionamiento de un centro de atención primaria

Doctor Especialista	**Ambulancia**
Hospital	**Internista (Doctor General)**
Paciente	Se clasificaron en base a los siguientes colores: ROJO: Muy Grave. CAFÉ: Grave. AMARILLO: Moderado. BLANCO: Leve.

Tabla 4 – Agentes existentes

Antes de empezar la simulación se define la cantidad de pacientes, al iniciar la simulación de acuerdo al número de pacientes especificados se generan los pacientes con estados aleatorios como se ilustra en la Figura 4; para efectos de explicación se realizó la simulación con un paciente.

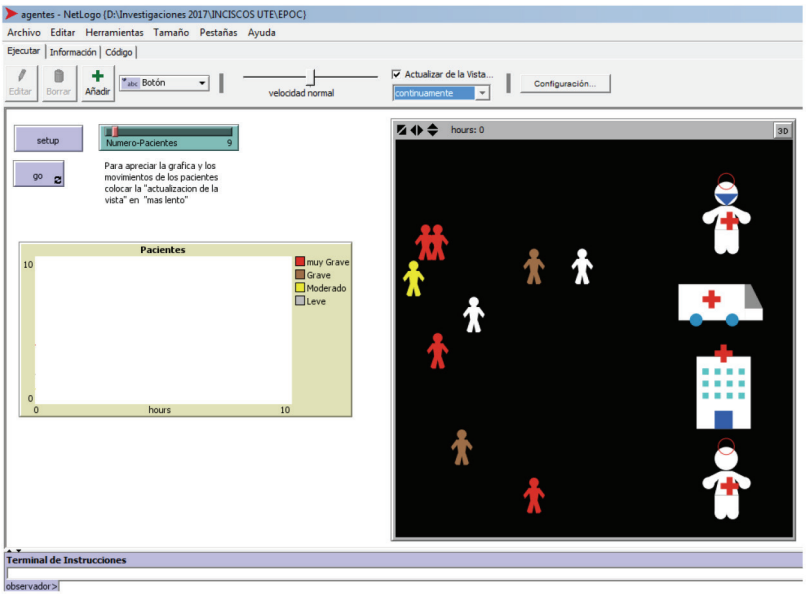


Figura 3 – Interfaz de la aplicación

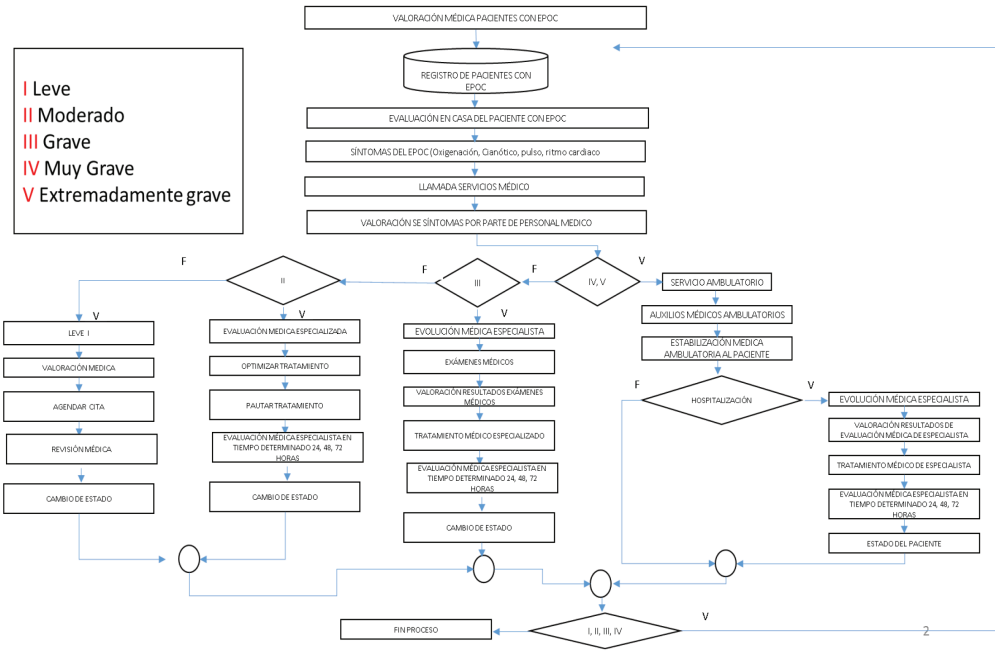


Figura 4 – Diagrama de flujo del paciente

A continuación, se muestran los resultados para cada uno de los estados planteados, la simulación cuando el estado del paciente es MUY GRAVE se presenta en la Tabla 5.

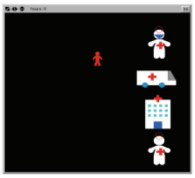
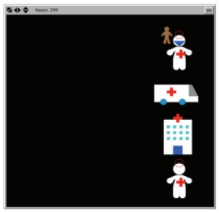
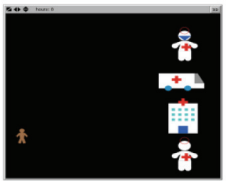
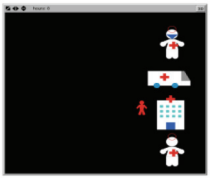
1) Estado del paciente	**2) Servicio ambulatorio**	**3) Opciones**
El paciente necesitará un servicio ambulatorio 		**Caso 1:** El paciente mejora y cambia su estado a "grave"  **Caso 2:** El paciente no mejora y necesita hospitalización 
4) Hospitalización		
Caso 1: el paciente mejora y cambia su estado a "grave"	**Caso 2:** el paciente se mantiene en estado "muy grave" En este caso el paciente deberá esperar un período de tiempo y volver a realizar el proceso desde el servicio ambulatorio.	

Tabla 5 – Proceso paciente "Muy grave"

En la Tabla 6 se indica el proceso cuando el estado del paciente es GRAVE.

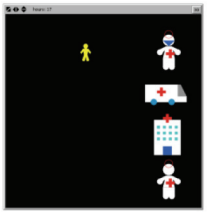
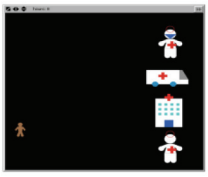
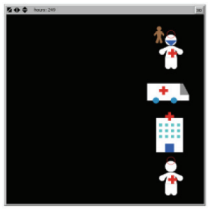
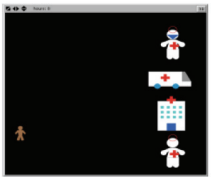
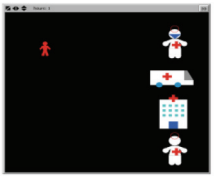
1) Estado del paciente	2) Especialista	3) Opciones
		Caso 1: El paciente mejora y cambia de estado a "moderado" 
 El paciente grave se dirigirá al especialista		**Caso 2:** El paciente no mejora y mantiene su estado.  En este caso el paciente deberá esperar un período de tiempo y dirigirse otra vez al especialista.
		Caso 3: el paciente no mejora y cambia su estado a "muy grave"  El paciente deberá realizar los procesos correspondientes a paciente "muy grave"

Tabla 6 – Proceso paciente "Grave"

La simulación cuando el estado del paciente es MODERADO se muestra en la Tabla 7.

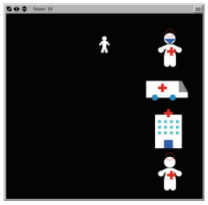
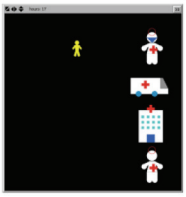
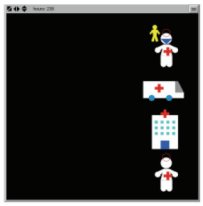
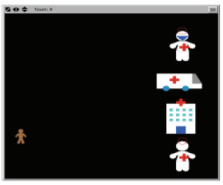
1) Estado del paciente	2) Especialista	3) Opciones
		Caso 1: El paciente mejora y cambia de estado a “leve” 
 El paciente moderado deberá dirigirse al especialista.		**Caso 2:** El paciente no mejora mantiene su estado En este caso el paciente deberá esperar un periodo de tiempo y dirigirse otra vez al especialista
		Caso 3: el paciente no mejora y cambia su estado a “grave”  En este caso el paciente deberá realizar los procesos correspondientes a paciente “grave”

Tabla 7 – Proceso paciente “Moderado”

La Tabla 8 muestra la simulación para el estado del paciente LEVE.

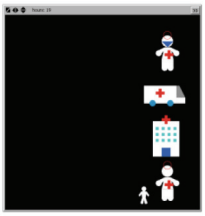
1) Estado del paciente	2) Internista	3) Opciones
		Caso 1: El paciente mantiene su estado
		Caso 2: el paciente no mejora y cambia de estado a "moderado"
El paciente leve se dirige al internista.		En este caso el paciente debera realizar los procesos correspondientes a "paciente moderado"

Tabla 8 – Proceso paciente "Leve"

La Figura 5 muestra el incremento o decremento de acuerdo al estado y número de pacientes, la gráfica se actualiza constantemente, las líneas horizontales rectas que se aprecian indican cuando los pacientes se mantienen en el mismo estado.

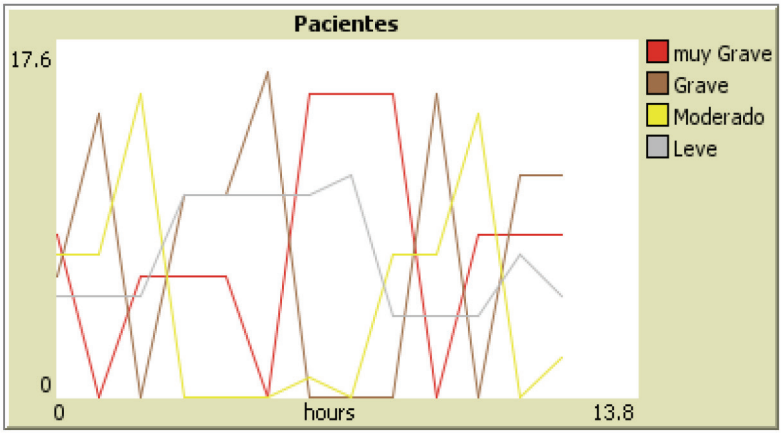


Figura 5 – Monitoreo de pacientes

Las actividades asistenciales, técnicas y administrativas tanto para la atención hospitalaria, así como por parte del especialista se presentan en la Figura 5 y Figura 6 respectivamente.

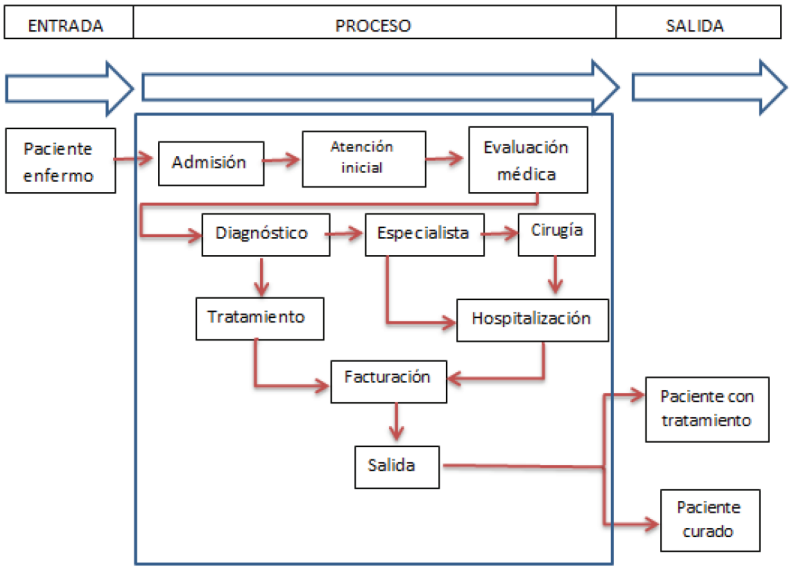


Figura 6 – Modelo del servicio de atención hospitalaria

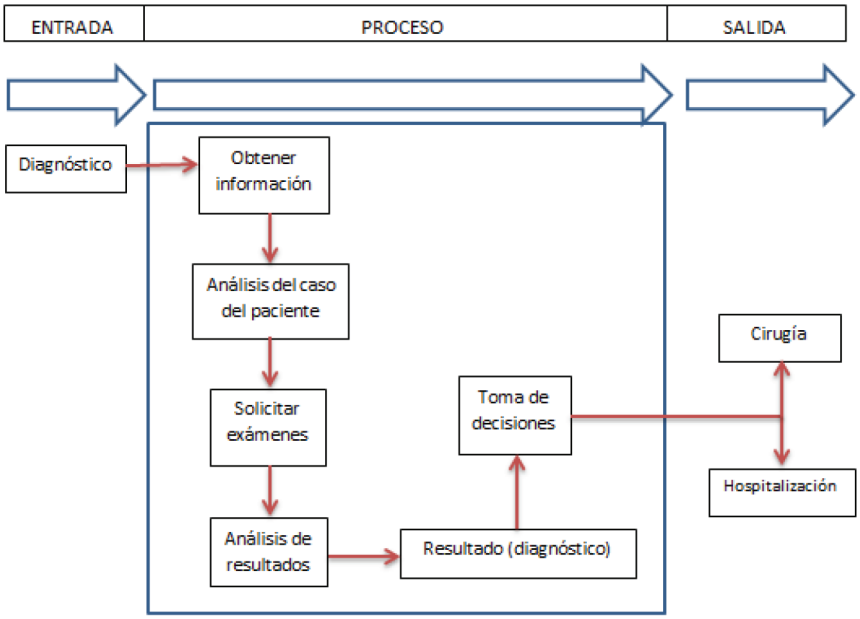


Figura 7 – Modelo del servicio de atención del especialista

4. Conclusiones

La utilización del modelo conceptual en la simulación de interacción de pacientes con los servicios sanitarios resultó ser efectiva a nivel macro y micro, arrojando como resultados una mejoría general del estado de los pacientes, sin embargo, al ser un sistema complejo que abarca un alto número de variables a tomar en cuenta, se consideraría al modelo un "modelo básico", sirviendo como base para posteriores investigaciones.

En cuanto a la herramienta de simulación NetLogo, existen aspectos positivos a considerar, tales como: es un lenguaje de fácil comprensión y presenta una interfaz amigable al usuario, entre los aspectos negativos, se considera que al ser un lenguaje demasiado "básico" existen procesos que resultan imposibles o con un nivel demasiado complejo de implementación, lo que no ocurre en otros lenguajes.

Referencias

Cardoso, C., Bert, F., & Podestá, G. (2016). Internet American Institute for Global Change Research. Recuperado el 2017, de http://www.iai.int/wp-content/uploads/2014/03/Cardoso_et_al_Manual_ABM.pdf

Edmonds, B. (2000). Centre for policy modelling. Recuperado el 2016, de centre for policy modelling: http://cfpm.org/discussionpapers/86/the-use-of-models-making-mabs-actually-work

Ginovart, M., Blanco, M., Portell, X., & Ferrer-Closas, P. (2011). Modelización basada en el individuo: una metodología atractiva para el estudio de biosistemas. Enseñanazas de las Ciencias - Revista de investigación y experiencias didácticas, 93–108.

Izquierdo, L., Galán, J., & Santos, J. (2008). Modelado de sistemas complejos mediante simulación basada en agentes y mediante dinámica de sistemas, EMPIRIA. Revista de Metodología de Ciencias Sociales(16), 85–112.

Mitchell, J. (1999). From Telehealth to E-health: The Unstoppable Rise of E-health. Commonwealth Department of Communications, Information Technology and the Arts.

Moss, S., & Davidsson, P. (2000). Multi-Agent-Based Simulation. Springer.

Rousse, R., Villegas, J., & Lárez, C. (2011). Uso de NetLogo como un entorno multiagente para el desarrollo de modelos de polielectrolitos. Revista Ciencia e Ingeniería, Edición Especial: "Jornada de Modelado y Simulación", 127–134.

Viloria, C., Cardona, J., & Lozano, C. (2008). Viabilidad de redes inalámbricas malladas en servicios de telemedicina en el Atlántico. Revista Ciencia, 22–27.

Wootton, R. (2001). Telemedicine. US National Library of Medicine, 557–560.

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

Recebido/Submission: 22/10/2018
Aceitação/Acceptance: 18/12/2018

Clasificador Bayesiano Simple aplicado al aprendizaje

Byron Oviedo[1], Cristian Zambrano-Vega[1], Jorge Gómez Gómez[2]

boviedo@uteq.edu.ec, czambrano@uteq.edu.ec, jegjorge@gmail.com

[1] Facultad de Ciencias de la Ingeniería, Universidad Técnica Estatal de Quevedo, 120508, Quevedo, Ecuador.

[2] Facultad de Ciencias de la Ingeniería, Universidad de Córdoba, 230001, Montería, Colombia.

Pages: 74–85

Resumen: En este artículo, proponemos el uso de un nuevo clasificador bayesiano simple (SBND) que aprende rápidamente un límite de Markov de la variable de clase a una estructura de red que relaciona las variables de clase y dicho límite. Este modelo se compara con otros clasificadores bayesianos. Luego, las pruebas experimentales se llevan a cabo trabajando un análisis de deserción de los estudiantes legalmente matriculados en la Facultad de Ciencias de la Ingeniería de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo en el periodo 2012-2013 en base a los datos socio económicos. A continuación, se hace uso de la herramienta Weka para realizar la clasificación.

Palabras-clave: redes bayesianas; clasificador; bayesiano; análisis educativo.

Some Simple Bayesian classifier applied to learning

Abstract: In this article, we propose the use of a new simple Bayes classifier (SBND) that quickly learns a Markov limit of the class variable to a network structure that relates the class variables and said limit. This model is compared with other Bayesian classifiers. Then, the experimental tests are carried out by working on an attrition analysis of students legally registered in the Faculty of Engineering Sciences of the State Technical University of Quevedo in the period 2012-2013 based on the data partner economic Next, the Weka tool is used to perform the classification.

Keywords*:* Bayesian networks; Bayesian classifier: educational analysis

1. Introducción

En este artículo, en primer lugar, se propone un nuevo clasificador bayesiano simple (SBND) que aprende forma rápida una frontera de Markov de la variable clase y una estructura de red que relaciona las variables de la clase y su frontera de Markov. Este modelo se compara con otros clasificadores bayesianos. A continuación, se considera el uso de modelos gráficos probabilísticos en el campo de la enseñanza para la realización del diagnóstico de estudiantes y poder determinar el problema de deserción estudiantil

en las universidades, el mismo que ha sido ya estudiado por algunos investigadores: (Magaña, 2006) lo analiza haciendo uso de clúster, agrupando a individuos u objetos en conglomerados de acuerdo a sus semejanzas, maximizando la homogeneidad de los objetos dentro de los conglomerados a la vez que maximiza la heterogeneidad entre agregados. Otro caso de estudio para predecir la probabilidad de que un estudiante abandone la institución educativa se ha realizado utilizando técnicas de minería de datos; entre ellos tenemos a (Kuna, 2010), quienes realizaron un trabajo basado en el uso del conocimiento, en reglas de asociación y en el enfoque TDIDT (Top Down Induction of Decision Trees) sobre la base de datos de la gestión académica del consorcio SIU de Argentina (que reúne 33 universidades de Argentina), lo cual permite un interesante análisis para encontrar las reglas de comportamiento.

(Lykourentzou, 2009) usa un método de predicción de deserción en los cursos de e-learning, basado en tres técnicas populares de aprendizaje automático: redes neuronales feedforward, máquinas de soporte vectorial y métodos de ARTMAP difuso simplificado. (Dekker, 2009) comparan distintos modelos para predecir las tasas de abandono durante el primer semestre de los estudios de grado en la Universidad de Eindoven. Utilizan árboles de clasificación, naive Bayes, regresión logística y bosques de árboles, obteniendo unas tasas de acierto entre el 75 y el 80 por ciento.

También podemos citar el trabajo de (Porcel, 2010) en el que se analiza la relación del rendimiento académico de los alumnos que ingresan a la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura de la Universidad Nacional del Nordeste (FACENA-UNNE) en Corrientes, Argentina, durante el primer año de carrera con las características socio-educativas de los mismos. Se ajustó un modelo de regresión logística binaria, el cual clasificó adecuadamente el 75 por ciento de los datos.

1.1. Clasificador Bayesiano Simple

Para este clasificador antes que nada vamos a necesitar una función PADRES que dado una variable X_i y un conjunto de candidatos calcula el mejor conjunto de padres de X_i de entre ese conjunto de candidatos. El conjunto de padres se devuelve en π_i y al mismo tiempo devuelve un valor numérico que es el Score de esa variable dado ese conjunto de padres medido por un Score bayesiano (Oviedo Bayas, 2016).

La función PADRES es la que realiza una búsqueda heurística del mejor conjunto de padres dentro de un conjunto de candidatos y esto se da añadiendo y quitando padres mientras allá mejoras en el score.

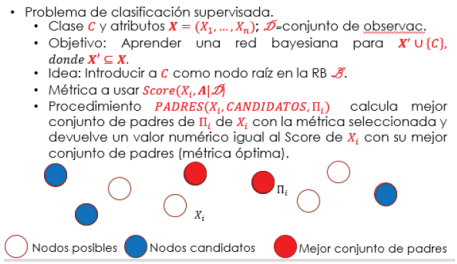
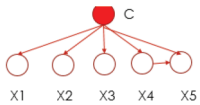


Figura 1 – Procedimiento Inicial

Vamos a describir ahora el procedimiento de construcción del clasificador bayesiano. Este clasificador empezará con la variable clase y va añadiendo de forma interactiva distintos nodos al clasificador. Vamos a suponer que hemos añadido X´ nodos en general, en ese momento es la clase (rojo) y se han añadido 5 nodos, de manera general nuestra red bayesiana va a ser la variable clase como padre de todos los nodos y una estructura genérica de red bayesiana y los nodos.

Para añadir un nodo para cada nodo candidato que no haya sido añadido previamente se calculan 2 valores. 1ero uno con el mejor score de X_i cuando su padre se elige de entre todos los nodos previamente añadidos incluyendo la variable clase – el score de X_i cuando los candidatos son los nodos previamente añadidos, pero sin incluir la variable clase. Este valor se supone que es de grado de dependencia condicional entre X_i y la clase dado los nodos previamente añadidos. Esto se considera como una medida de información que la variable X_i da sobre la clase condicionado a la variable ya introducida.



- Se calcula para cada variable $X_i \in \boldsymbol{X} \backslash \boldsymbol{X'}$ el valor:

$$Infor(X_i, C) = PADRES(X_i, \boldsymbol{X'} \cup \{C\}, \Pi_i) - PADRES(X_i, \boldsymbol{X'}, \Pi_i')$$

$Infor(X_i, C) \geq 0$ aunque podría ser (-) ya que el mejor conjunto de padres se calcula aproximadamente

Figura 2 – Cálculo de Infor

La variable que mayor información de, si esa información es positiva se añade a la red y se considera como su conjunto de padres, el mejor conjunto de padres que nos ha devuelto esta función. Como la información es positiva hay que suponer que la variable clase está incluida en el conjunto de padres. El algoritmo termina si la función es <=0.

- Elegir la variable:

$$X_{max} = argmax_{X_i \in \boldsymbol{X} \backslash \boldsymbol{X'}} Infor(X_i, C)$$

- Si $Infor(X_{max}, C) > 0$ se inserta en la red y en $\boldsymbol{X'}$. Su conjunto de padres es Π_i calculado con $PADRES(X_{max}, \boldsymbol{X'} \cup \{C\}, \Pi_i)$.
- El proceso continúa de forma iterativa tratando de añadir una nueva variable y termina cuando en un paso $Infor(X_{max}, C) \leq 0$

Figura 3 – Cálculo de Infor

Este es el procedimiento básico para construir el clasificador

Aprende una red bayesiana arbitraria con un subconjunto de las variables iniciales que influyen directamente en esta variable por lo tanto de manera implícita realiza una selección de variables.

En la forma que hemos construido, la variable clase es siempre un nodo raíz.

El orden de los atributos se basa en elegir de forma voraz primero los atributos que más informan sobre la clase, dados los atributos ya seleccionados

1.2. Experimentación

En esta sección se desarrollan experimentos con una base de conocimientos de 773 estudiantes matriculados en el periodo 2012-2013 en la Facultad de Ciencias de la Ingeniería de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, de los cuales se han obtenido sus datos socio-económicos y académicos para poder ser usados en clasificación con la herramienta Weka (Garner, 1995).

Las variables se ilustran en la tabla 1, Los diferentes valores que asumen cada una de esas variables, se muestran en las tablas 2,3,4,5

Variable	Descripción
A	*Carrera*
B	*Curso*
D	*Discapacidad*
E	*Costo de la educación*
F	*Vive separado de la familia*
G	*Tipo de vivienda de la familia*
H	*Propietario de la vivienda*
I	*Servicio de TV Cable*
J	*Servicio de tarjeta de crédito*
K	*Servicio de Acceso a Internet*
L	*Servicios Básicos*
M	*Servicio de transporte privado*
N	*Servicio de plan celular*
O	*Servicio de carro propio*
P	*Viene en carro propio*
Q	*Trabaja actualmente*
R	*Aprobó*
S	*Desertó*

Tabla 1 – Variables y Descripción

Variable	Descripción
FI024	*Ingeniería en Sistemas*
FI025	*Ingeniería en Diseño Gráfico*
FI026	*Ingeniería Mecánica*
FI027	*Ingeniería Industrial*
FI028	*Ingeniería en Telemática*

Variable	Descripción
FI029	*Ingeniería Eléctrica*
FI030	*Ingeniería Agroindustrial*
FI031	*Ingeniería en Seguridad Industrial y Salud Ocupacional*

Tabla 2 – Valores y Descripción de la Variable Carrera

Variable	Descripción
1	*Primero*
2	*Segundo*
3	*Tercero*
4	*Cuarto*
5	*Quinto*

Tabla 3 – Valores y Descripción de la Variable Curso

Variable	Descripción
D	SI=1; NO=0
F	SI=1; NO=0
I	SI=1; NO=0
J	SI=1; NO=0
K	SI=1; NO=0
L	SI=1; NO=0
M	SI=1; NO=0
N	SI=1; NO=0
O	SI=1; NO=0
P	SI=1; NO=0
Q	SI=1; NO=0
R	SI=1; NO=0
S	SI=1; NO=0

Tabla 4 – Valores y Descripción de valores

Variable	Descripción
E	X<200=0;200>X<800=1;X>800=2
G	MEDIA AGUA=0; CASA/VILLA=1; DEPARTAMENTO=2; CUARTO DE INQUILINATO=3; OTRA=4; RANCHO=5
H	PADRE Y MADRE=0; PADRE=1; MADRE=2; OTRO PARIENTE=3; OTRO=4

Tabla 5 – Variables y consideraciones a discretizar

1.3. Clasificación usando Weka

Weka es una colección de herramientas de visualización y algoritmos de inferencia y clasificación con librerías en JAVA que permite la extracción de conocimiento desde bases de datos. Permite trabajar con distintas herramientas de minería de datos como reglas de asociación, agrupación, clasificación y regresión. Podemos visualizar en la figura 1, se han construido las tablas 6,7,8 en el que podemos encontrar el análisis descriptivo de las variables donde se puede visualizar el porcentaje de cada uno de sus valores.

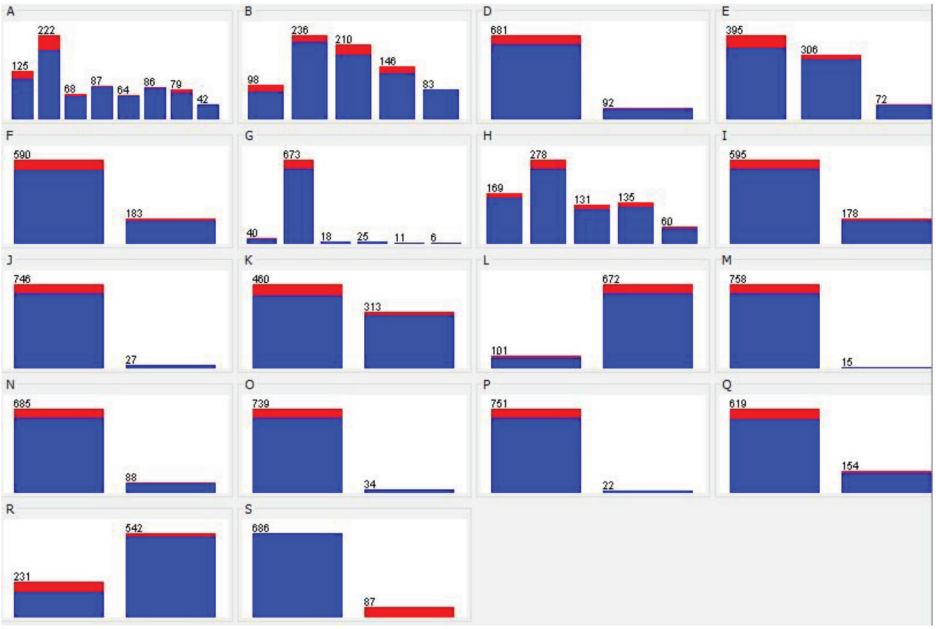


Figura 4 – Resultados obtenidos por cada uno de los atributos en referencia a la Clase

Variable	Descripción	Cantidad	Porcentaje
A	FCI024	125	16.17
	FCI025	222	28.72
	FCI026	68	8.80
	FCI027	87	11.25
	FCI028	64	8.28
	FCI029	86	11.13
	FCI030	79	10.22
	FCI031	42	5.43
B	1	98	12.68
	2	236	30.53
	3	210	27.17
	4	146	18.89
	5	83	10.74
D	No	681	88.10
	si	92	11.90

Tabla 6 – Variables y análisis descriptivo

Variable	Descripción	Cantidad	Porcentaje
E	X<200	395	51.10
	200>X<800	306	39.59
	X>800	72	9.31
F	No	590	76.33
	si	183	23.67
G	Media agua	40	5.17
	Casa villa	673	87.06
	Departamento	18	2.33
	Cuarto inquilinato	25	3.23
	Otro	11	1.42
	rancho	6	0.78
H	Padre y madre	169	21.87
	Padre	278	35.97
	Madre	131	16.95
	Otro pariente	135	17.46
	otro	60	7.76
I	No	595	76.97
	si	178	23.03
J	No	746	96.51
	si	27	3.49
K	No	460	59.51
	si	313	40.49
L	No	101	13.07
	si	672	86.93
M	No	758	98.06
	si	15	1.94
N	No	685	88.62
	si	88	11.38
O	No	739	95.60
	si	34	4.40
P	No	751	97.15
	si	22	2.75

Tabla 7 – Variables y análisis descriptivo

Variable	Descripción	Cantidad	Porcentaje
Q	No	619	80.08
	si	154	19.92
R	No	231	29.89
	si	542	70.11
S	No	686	88.75
	si	87	11.25

Tabla 8 – Variables y análisis descriptivo

2. Materiales y métodos

Dentro de los problemas de diagnóstico (Kuna, 2010) proponen un modelo basado en redes bayesianas para determinar el estilo de aprendizaje de cada estudiante. La red se construye a partir de la información proporcionada por expertos (docentes). Dicho modelo es validado con alumnos obteniendo un alto grado de precisión. Algunas aplicaciones van enfocadas al estudio de medidas de rendimiento colectivo, en lugar de centrarse en un estudiante. En esta línea podemos citar el trabajo de (Morales, 2003), en el que se propone una metodología para el análisis de relevancia de indicadores de rendimiento basada en el uso de redes bayesianas. En los últimos años ha cobrado gran importancia el uso de indicadores para describir el perfil de las universidades españolas en términos tanto académicos como investigadores y económicos. Estos indicadores son utilizados para tomar decisiones de gran importancia, llegando a afectar incluso a aspectos de financiación. Sin embargo, el número de indicadores a veces es excesivo, lo que aumenta el riesgo de redundancia y disfuncionalidad. Los modelos gráficos permiten obtener, de forma sencilla, las principales relaciones entre las variables a considerar. La metodología propuesta se aplica a un caso práctico, mostrando que es una herramienta útil para ayudar en la toma de decisiones en la elaboración de políticas basadas en indicadores de rendimiento. Esta tarea requiere el manejo de un alto número de variables de distintas naturalezas (cualitativas y cuantitativas), que pueden tener una compleja estructura de dependencias.

En este artículo empezaremos introduciendo un nuevo clasificador que llamaremos clasificador bayesiano simple, que será una red bayesiana genérica, pero aprendida con una técnica voraz. Luego se realiza un análisis de deserción de los estudiantes legalmente matriculados en la Facultad de Ciencias de la Ingeniería de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo en el periodo 2012-2013 en base a los datos socio económicos, (Oviedo B. a., 2015). A continuación, se hace uso de la herramienta Weka para realizar la clasificación.

3. Resultados

Se obtuvieron resultados usando como clasificadores Naive Bayes y BayesNet con diferentes alternativas como K2, TAN, Hill Climber. con un padre y también con un máximo de 5 padres.

Para obtener estos valores en la herramienta Weka hemos clasificado usando una validación cruzada de 10. Como se puede observar en la tabla 9 se ha trabajado con 773 casos, de los cuáles BayesNet con K2 y máximo 5 padres es el que mejor ha clasificado correctamente (91.0737 por ciento) y adicionalmente nos indica la tasa de verdaderos negativos (TN) y la tasa de verdaderos positivos (TP). Podemos observar que hay un 32:20 por ciento de sensibilidad. Este es el porcentaje de estudiantes que se han clasificado correctamente entre aquellos que desertan. Éstos son los que deberían de recibir alguna atención y sobre los que habría que aplicar acciones especiales para disminuir este índice. Aunque no es una tasa muy alta, es importante señalar que es un problema difícil de predecir y por este procedimiento se detectan principalmente la tercera parte de los estudiantes que desertan. Además, el costo en términos de falsos positivos es muy bajo.

La tasa de verdaderos negativos o especifidad corresponde a la probabilidad de que un estudiante que esté bien en su proceso académico tenga un resultado negativo en la prueba. En este caso solo se llega a detectar como falsos positivos un 1.5 por ciento (1 0:985).

Clasificador	Clasificados correctamente	Tasa TN	Tasa TP
NaiveBayes	88.0983	0.965	0.218
BayesNet con K2-1 padre	87.9690	0.964	0.218
BayesNet con K2-5 padres	91.0737	0.985	0.322
BayesNet con TAN	89.9094	0.974	0.318
BayesNet con Hill Climber-1	88.6158	0.974	0.195
BayesNet con Hill Climber-5	89.6507	0.975	0.276

Tabla 9 – Resultados obtenidos con los diferentes clasificadores

En la figura 2 podemos visualizar que todas las variables están relacionadas directamente con la clase deserción (S). La variable curso (B) depende también de la carrera (A) e influyen sobre el resultado académico (R). Por otro lado, se puede también considerar que la variable contar con servicio de tv cable (I) influye directamente sobre (J; K; M), servicio de plan celular (N), y éstas sobre servicio de vehículo propio (O) y trabajar actualmente (Q).

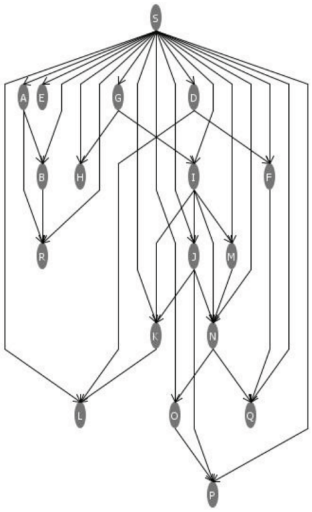


Figura 5 – Red obtenida con clasificador BayesNet con K2 y un máximo de 5 padres

En la figura 6. podemos visualizar la red obtenida con BayesNet y un solo padre. Hay influencia de 5 variables carrera (A), curso (B), costo de educación (E), servicio de internet (K) y aprueba (R) de manera directa con la clase deserta (S); así como también la

de la variable estudiante trabaja actualmente (Q) con carrera (A). También se demuestra una dependencia fuerte de la variable tener servicio de internet (K) con las variables servicios básicos (L) y con servicio de tv cable (I).

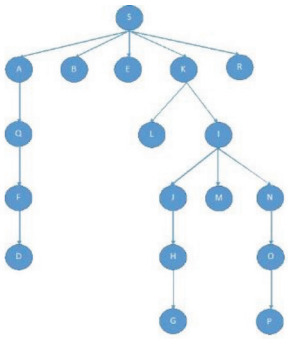


Figura 6 – Red obtenida con clasificador BayesNet con Hill Climber y un solo padre

Los resultados que se obtuvieron usando como clasificadores de árboles J48 y Random Forest pueden ser visualizados en la tabla 10

Clasificador	Clasificados correctamente	Tasa TN	Tasa TP
J48	88.2277	0.993	0.011
RandomForest	89.6507	0.978	0.253

Tabla 10 – Resultados obtenidos con los clasificadores de árboles

Como se puede observar trabajando con un clasificador de árbol J48 los casos clasificados correctamente equivalen al 88.2277 por ciento. Además, se indica el porcentaje de sensibilidad y especificidad. Estos valores no mejoran al del clasificador BayesNet con K2 y 5 padres. De igual manera se puede observar que trabajando con un clasificador de árbol Random Forest, los casos clasificados correctamente mejoran en referencia a J48. Se debe indicar que es un bosque aleatorio de 100 árboles de los cuáles cada uno está construido con 5 características.

3.1. Usando reglas de clasificación

Los resultados usando como reglas de clasificación ZeroR y tablas de decisiones se pueden ver en la tabla 11

Clasificador	Clasificados correctamente	Tasa TN	Tasa TP
ZeroR	88.7451	1	0
Tabla de decisiones	89.0039	0.981	0.172

Tabla 11 – Resultados obtenidos con diferentes reglas de clasificación

Como se puede observar trabajando con reglas de clasificación ZeroR que corresponde a clasificadores triviales que siempre responden a la clase más frecuente ya sea negativa o positiva, los casos clasificados correctamente equivalen al 88.7451 por ciento. En el caso del trabajo con tablas de decisiones, los casos clasificados correctamente mejoran en referencia a ZeroR.

Se realizará una comparación de los resultados obtenidos con los diferentes algoritmos del estado del arte con la base de datos de variables socio-económicas de los estudiantes de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo tal como se indica en la tabla 12

Datos	**SBND BDE**	**SBND BIC**	**SBND AK**	**SBND K2**	**BAN BDEu**	**BAN BIC**
Socioeconómico	88.232	88.745	88.357	89.910	87.581	87.711
Datos	**BAN K2**	**RPDag BDEu**	**RPDag BIC**	**RPDak K2**	**TAN**	**NaiveBayes**
Socioeconómico	87.723	87.584	87.972	89.657	88.743	87.456

Tabla 12 – Resultados con base de datos de estudiantes UTEQ

Como se puede observar el algoritmo que entrega mejores resultados es SBND con K2 con mucha diferencia de los otros con los que se han comparado y que los de peor resultado son con métrica BDEu y BAN con la métrica BIC. En virtud de que valor que se obtiene con el test de Friedman es mayor que 0:05, la hipótesis nula no es rechazada y se determina que no hay diferencias significativas entre las distribuciones y por lo tanto no es necesario seguir realizando pruebas. Estos resultados se originan en virtud de que se han comparado pocas bases de datos.

4. Conclusiones

En este paper hemos introducido un clasificador bayesiano conocido como SBND que se basa en obtener de forma rápida una frontera de Markov que es fácil de aprender y muy competitivo. SBND fue aplicado al análisis de datos en problemas de educación. Este clasificador es rápido de aprender y muy competitivo en relación a los otros clasificadores del estado del arte. Se realizaron varios experimentos tanto con base de datos socio-económicos de estudiantes legalmente matriculados en la Facultad de Ciencias de la Ingeniería de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo en el periodo 2012-2013.

El comportamiento del clasificador en determinados ejemplos es dependiente de la métrica que se use. BIC no da buen resultado, Akaike (Akaike, 1974) da buenos resultados en referencia a la media y K2 da buenos resultados en tests no paramétricos.

Se puede indicar que el problema de deserción estudiantil que se analiza es complejo y difícil y que ha sido necesario utilizar métodos que usan una combinación de factores (clasificadores bayesianos) para poder obtener algunas mejoras sobre el clasificador trivial que determina que ningún estudiante deserta.

Aunque la tasa de éxito no es muy alta se puede determinar que usando un clasificador bayesiano (bayesNet con K2 y un máximo de 5 padres) se puede detectar el 32.20 por

ciento de los estudiantes que van a desertar y poder aplicar metodologías que ayuden a trabajar con este individuo de manera tal que se evite ese paso.

El coste medido como el porcentaje de alumnos que se consideran potenciales desertores entre los no desertores es muy bajo y equivale al 1.5 por ciento lo que no permite determinar con exactitud los desertores.

Como trabajo futuro, pensamos que se debe incluir los costes de las clasificaciones incorrectas en el problema, ya que no es lo mismo un falso positivo que un falso negativo. Si consideramos que el coste de un falso negativo es mejor que el de un falso positivo se podría detectar más alumnos que abandonarían, aunque se aumentaría el número de estudiantes que se consideran en peligro de desertar.

Referencias

Akaike, H. (1974). A new look at the statistical model identification. *IEEE Transactions on Automatic Control, 19*, 716–723.

Dekker, G. a. (2009). Predicting students drop out: A case study. *Educational Data Mining 2009*.

Garner, S. R. (1995). *Weka: The waikato environment for knowledge analysis*.

Kuna, H. a.-M. (2010). Identificación de causales de abandono de estudios universitarios. Uso de procesos de explotación de información. *Revista Iberoamericana de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología*.

Lykourentzou, I. a. (2009). Dropout prediction in e-learning courses through the combination of machine learning techniques. *Computers \& Education*.

Magaña, M. a. (2006). Análisis de la evolución de los resultados obtenidos por los profesores en las evaluaciones ESDEPED y las realizadas por los estudiantes. *Revista de la Educación Superior*.

Morales, M. a. (2003). Análisis del alumnado de la Universidad de Almería mediante redes bayesianas. *27 Congreso Nacional de Estadística e Investigación Operativa*.

Oviedo Bayas, B. W. (2016). *Modelos gráficos probabilisticos aplicados a la predicción del rendimiento en educación*. Granada: Universidad de Granada.

Oviedo, B. a. (2015). Análisis de datos educativos utilizando redes bayesianas, Latin American and Caribbean Conference for Engineering and Technology LACCEI 2015.

Porcel, E. a. (2010). Predicción del rendimiento académico de alumnos de primer año de la FACENA (UNNE) en función de su caracterización socioeducativa. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*.

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

Recebido/Submission: 09/11/2018
Aceitação/Acceptance: 15/12/2018

Algunos Estudios Cuantitativos Aplicados en presencia de Grandes Masas de Datos en las Ciencias Sociales

Carlos N. Bouza Herrera[1], Byron Oviedo[2]

bouza@matcom.uh.cu, boviedo@uteq.edu.ec

[1] Facultad de Matemáticas y Computación, Universidad de la Habana, 10200, La Habana, Cuba.

[2] Facultad de Ciencias de la Ingeniería, Universidad Técnica Estatal de Quevedo, 120508, Quevedo, Ecuador.

Pages: 86–93

Resumen: En esta contribución intentamos promover el interés en considerar el reto que pone ante los estudios en las ciencias sociales la existencia de Grandes masas de datos. Solo el uso de métodos cuantitativos puede permitir establecer las características esenciales de la data bajo estudio Se discute el uso de métodos de aglomeración y se ilustra cómo estos fueron usados en un estudio concreto.

Palabras-clave: Data Mining; BigData; Clústeres; Análisis de datos; Ciencias sociales.

Some Applied Quantitative Studies in the presence of Large Data Masses in the Social Sciences

Abstract: In this contribution we try to promote the interest in considering the challenge that the existence of large masses of data puts before the studies in the social sciences. Only the use of quantitative methods can establish the essential characteristics of the data under study. The use of agglomeration methods is discussed and it is illustrated how these were used in a specific study.

Keywords*:* Data Mining; BigData; Clusters; Analysis of data; Social Sciences

1. Introducción

Los ingenieros y ejecutivos de las empresas, ya sean pequeñas o grandes se encuentran inmerso en la revolución numérica que identificamos la confrontación con BIG DATA, o datos de alta complejidad VVV (Volumen, Velocidad, Veracidad). Cabe a la estadística un papel crucial dada la existencia de métodos y modelos y algoritmos para procesar los datos simplificar la información relevante. En fin, es capaz de resumir la información que bien dan los datos al determinar prototipos o representantes, particionar la población al construir clústeres o segmentar los datos, desarrollar la presentación de los datos mediante representaciones gráficas con sentido y que sean interpretarles fácilmente. Al

tratar con Big Data se abre la necesidad de desarrollar métodos particulares de baja complejidad computacional dado que la complejidad computacional que se aparece es inconmensurablemente grande. El interés en el tema ha dado lugar a libros especializados como (Scholz, 2017), amén de un gran número de papers.

Si pensamos en la data y la perspectiva contemporáneas notamos que han emergido una gran cantidad de datos generados por el hombre y que son de uso en la investigación social. Cada individuo se asocia a información sobre los textos que genera, la auto-representación del mismo, su intercambio de mensajes, sus datos identificativos (fecha de nacimiento, sexo, estudios etc.) y otros como gastos etc. Esta data en general está no estructurada y posee una riqueza semántica y nos lleva a pensar que cada individuo es representado por una larga sucesión de bites de información (¿miles?) y por tanto cuando representamos una población podemos tener una matriz con miles de columnas y millones de filas. Esto representa que ante cada estudio vemos que los métodos convencionales se enfrentan a la llamada "Social Data Explosion". Esta ha generado la necesidad de elaborar nuevas teorías y estudios sobre la llamada Big Social Data (BSD). Profundas discusiones han dado lugar a un cuerpo de ideas como las discutidas por (Dasgupta, 2013), (Einav, 2014), (Gandomi, 2015), (Belsey, 2005), Chen (2010), por ejemplo: Nos enfrentamos a un fenómeno de naturaleza numérica muy complejo pues ahora tenemos la posibilidad de recolectar muchos datos provenientes de diversas fuentes, como las transacciones en el comercio, los censos, los datos meteorológicos, y en general los provenientes de las mediciones hechas a tiempo real como son los capturaos por cámaras de seguridad, cajas de supermercados, tráfico en las WEB. Además, estos son de muy diversa índole, pues tenemos acceso al mismo tiempo de textos, variables medidas, datos categóricos, imágenes etc. Un análisis de estos aspectos puede obtenerse en (MacAulay, 2015), (King, 2011) y (Kum, 2011).

Como Big Data se identifican los conjuntos de datos cuyo volumen hace que no podemos manejarles con los comunes sistemas de cómputo. En particular se identifican como tales datas que tienen un volumen que se mueve entre of 100 terabytes hasta peta bytes, pueden estar estructurados o no y que se actualizan constantemente, hasta donde llegará el volumen del BD, no es predecible. Hoy se suben más videos en un día que los que se hacían en los primeros 50 años de la televisión. Un cálculo conservador es que en la nube de datos hay cerca de 2.8 trillones de gigabytes. Consideremos un estudio de las parejas casadas hace dos años en un país. Si nos interesan los problemas sociales de ellas podemos medir estabilidad matrimonial, gustos, inversiones personales y de pareja, proyección de la familia etc. Analizaremos los records de los individuos casados hace dos años en la nube de datos, en tiempo real. Estos cambian diariamente. Entonces de cada pareja podemos considerar datos de ella, como la foto de la boda, y multiplicaremos por dos el número de datos en la información sobre el uso de los celulares, los datos socio demográficos, la información colgada en las redes sociales como Facebook y Twitter etc. Como obtener la información, como manejarla y el cómo filtrar esos datos, llegando a un número manejable de valores, es un problema del tipo BD en estudios sociales.

Podemos citar los aspectos más importantes que caracterizan la problemática actual del mundo del BD:

El Volumen: este se incrementa dado el uso proliferante de imágenes de satélites, los que cubren el planeta; la expansión de sensores, la telefonía celular y el uso de las cámaras para hacer de fotos y videos y subirlo al mundo digital.

La Velocidad: dado que las imágenes se mueven al a velocidad de la luz se plantea que el procesamiento necesariamente deba acercarse a ella cada vez más.

La Veracidad: se plantea si los atributos que se obtienen garantizan una calidad adecuada por pasar algunas pruebas de control. Métodos para hacer cruzamientos con información real, identificar observaciones extremas etc., deben ser desarrollados e incluidos en las herramientas

El Valor: al trabajar en tiempo real las decisiones deben tomar en cuenta la dinámica de cambio del fenómeno estudiado. Técnicas analíticas particulares deben ser consideradas. Hay una necesidad de su desarrollo y evaluación.

La literatura sobre BSD, (Mandiberg, 2012), (Varian, 2014), (Einav, The data revolution and economic analysis, 2014), The data revolution and economic analysis, 2014), parte de diversos puntos de vista. Lo cierto es que BSD es usada generalmente para obtener una visión, de lo que reflejan los datos generados por los grupos sociales y las interacciones entre los individuos, para poder describir o predecir con el propósito de influir en las decisiones de los grupos estudiados. Lo más común es que las investigaciones apunten hacia el desarrollo de estudios analíticos y que no se preste mucha atención al reto conceptual que plantea el uso de BSD. Sin conceptualizar, es difícil (¿imposible?) entender los fenómenos reflejados por la data. El manejo de una conceptualización por parte de investigadores plantea retos que se deben enfrentar.

Un enfoque se basa en considerar que BSD es una ciencia que trata con las relaciones entre el mundo físico y el de los datos existentes en la nube de información. Como todo proviene de lo que explicita la masa de individuos (mundo real) y que esto se refleja en la data que les identifica en la nube. Al enfocar desde esta posición, deben resolverse los problemas que plantea el volumen y la variedad de los datos, así como la velocidad de acceso y procesamiento computacional. Los que usan este enfoque tratan de clarificar los conceptos de cómo resolver problemas de la semántica y de lo difuso, presentes en frases, imágenes etc., y en cómo se hacen las interconexiones entre ellas. Otra forma de ver estos problemas es considerar que se trata con la relación entre lo físico, que le da un carácter cuantitativo para el estudio social, y las conexiones dentro lo subjetivo (ideas, preferencias, intercambios entre los elementos sociales). Quiere inferirse sobre el comportamiento de los agentes humanos. En tal caso, se considera que la data generada por el mundo físico revela como los agentes se comportan. Entonces se trata primero de los problemas de ubicar la información en la nube que permite describir, eficientemente, la subjetividad del mundo físico. Se enfocarán los investigadores en ver cómo identificar los datos más importantes en la nube, dada lo dificultad de identificar que data es la adecuada, y como esta varia en el tiempo. Vea Gandomi-Haider (2015), (King, 2011).

El mundo de la informática considera que los datos son primarios para la BSD y que solo ellos pueden caracterizar el panorama social. No hace falta más que manejar adecuadamente los datos en la nube y determinar un cubo. Los estudios se enfocan hacia la pérdida de información, el efecto del tamaño de los vectores en las dinámicas que les

hacen variar con el tiempo y en tratar eficientemente con la estructura información para determinar el cubo. Ver (Bello-Orgaz, 2014), (Dasgupta, 2013) por ejemplo

Puede decirse que viniendo de las Ciencias Sociales lo usual es que se considere que la BSD caracteriza la sociedad. Burges and Burns son de esta línea de pensamiento. En él se considera que una BSD no es sino una expresión de la sociedad en su conjunto y que deben reverse los problemas de accesibilidad a los datos. En este caso se concentran las investigaciones en ver los aspectos de autenticidad de los datos obtenidos, la accesibilidad a ellos y a evaluar la potencialidad de una BSD para eliminar investigaciones particulares para generar datos.

Entonces se prioriza el ver como a partir de estudiar una BSD se minimice (¿elimine?) la necesidad de interactuar con el mundo físico.

Si seguimos una línea de pensamiento como la de (Bello-Orgaz, 2014) BSD debe ser visto como un método novedoso para que las compañías puedan extraer información útil para ellas. Así que el interés se centra en mejorar la velocidad de acceso, caracterizar utilitariamente la variedad, valor y veracidad de la data.

Absolutizar uno de esos enfoques es un error. Debemos ver que en el concepto mismo de BSD aparecen problemas comunes. Al investigar, los especialistas darán prioridad a los aspectos que sus conceptos identifican mejor. Lo cierto es que las ciencias que hagan uso de BDS plantean problemas nuevos al novedoso campo de la analítica de los datos (data analytics). Las universidades están en general no enfrentando la formación de especialistas que posean las capacidades necesarias para ser analistas de BSD con la velocidad con que es necesaria.

1.1. La Computación Social (CS)

Cuando hablamos de CS identificamos investigaciones y aplicaciones que integran a las Ciencias Sociales las modernas herramientas de la computación. Sus fundamentos van a requerir de la Psico-sociología, Sociología, Análisis de Redes Sociales, Antropología etc. Otras herramientas ya están bien establecidas en áreas como las de Organización, Comunicación, Computación. Esto fija la existencia de una importante interacción entre las nuevas tecnologías de la comunicación y la sociedad. Esta interacción favorece el desarrollo de ambas. La CS permite modelar usando la moderna tecnología computacional para medir la auto-representación, la intercomunicación y también soporta el desarrollo y mantenimiento de las relaciones entre individuos a través de lo digital.

Así, las infraestructuras de comunicación incrementan su importancia y desarrollan nuevas herramientas (Webs, Bases De Datos, Multimedia, Tecnologías sin cables etc.). Por ello el entramado de compañías y negocios, gobiernos y partidos políticos requieren de especialistas de nuevo tipo. Pruebas de este tipo son abordado por (Katz, 2008), (Kum, 2011).

Cuando hablamos de la ciencia de los Grandes Volúmenes de Datos (Big Data Science) nos referimos a que ella trata del procesamiento y manejo de grandes volúmenes de datos, a gran velocidad y que trata de resolver el conflicto creado por la una gran variedad de los datos. Ella trata de extraer una valoración confiable y valiosa del fenómeno bajo

estudio que generó la data. Así que, al hablarse del papel de los estudios de "Big Data", se sabe que se busca dar un servicio a aplicaciones que tratan con un problema de una escala enorme de datos. Este tipo de trabajo es necesario para las corporaciones para manejar en sus sistemas.

Los especialistas que laboran pegados a los negocios centran su interés en la tecnología de BD, dada por la posibilidad de estudiar grandes masas de personas, inmiscuyéndose en su vida privada a través de sus datos generados por las redes sociales, el uso de la telefonía celular tarjetas de crédito etc. Esto abre un campo a críticas sobre el efecto de esto. Al tener acceso información privada debe conceptualizarse los elementos éticos y la validez de la información captada de la nube de datos con fines que pueden afectar al individuo.

2. Materiales y métodos

Se establece el diseño metodológico desde la revisión y análisis de la Data Analytics, consideramos que a través de su uso vamos a poder configurar el panorama que describe la existente masa de datos accesibles. Esta permite hacer una descripción de la data, permite explorarla para descubrir correlaciones desconocidas, hacer predicciones para predecir eventos, ciclos y tendencias y además para prescribir que acciones tomar. Esto da a los métodos de la estadística un rol que nunca antes fue concebido y a la informática un campo muy amplio de desarrollo. El aprendizaje sobre los problemas estudiados es uno de los aspectos más importantes y existe un amplio arsenal de métodos. Muchos de ellos aparecen en (Hastie, 2009).

Las herramientas cuantitativas más usadas en BD son:

Clasificación.

Clustering.

Regresión.

Simulación.

Detección de Anomalías.

Predicción Numérica.

Optimización.

Estas son usadas en forma combinada. No existe una teoría sobre cómo hacer la analítica de los problemas donde se trata con BD. En particular la problemática planteada a la informática lleva al desarrollo de softwares que sean especialmente eficientes.

3. Resultados

En el ejemplo se considera solo las variables con peso estimado del factor mayor que 0,100. Bajo esta restricción obtenemos

Materia	Primer componente	Segundo componente	Tercer componente
Matemáticas 1	0.752	0.127	0.116
Matemáticas 2	0.650	0.111	0.107
Matemáticas 3	0.788	0.273	0.127
Física 1	0.512	0.771	0.164
Español 2	0.539	0.261	0.107
Inglés	0.178	0.690	0.142
Educación Física	0.106	-0.205	0.536
% acumulado del total de la varianza explicada	0.685	0.803	0.884

Tabla 1 – Componentes

Las dos primeras componentes juntas explican más del 80% de la varianza. Por ello tiene sentido considerarles como las importantes para explicar el comportamiento en la universidad. La primera componente podemos llamarla "componente matemática", partiendo del hecho de que las notas en matemática son las variables más importantes y podemos evaluarlas como importantes en la promoción en la universidad las calificaciones en idioma español 2. La segunda podemos llamarla "complementos" donde son importantes la nota de Física 1 y el conocimiento del inglés. posible al analizar la existente entre las clases. Existen varios algoritmos para implementarle. Nosotros Evaluamos cuan similares fueron las particiones computando, para cada estudiante usado para determinar la partición,

I(u,j)={1 si *u* y *j* están en el mismo clúster en las dos particiones; *0* en otro caso

Evaluamos la similitud al computar

$$S(clustering) = \frac{1}{M(M-1)} \sum_{j=1}^{M} \sum_{u \neq j} I(u,j)$$

En este caso

S(clustering)=0.661

Usando la muestra de validación, de tamaño M*, cada estudiante fue clasificado utilizando el criterio

$$\boldsymbol{u \in C(t)\ si\ \|X(u) - p_{C(t)}\| = Min_h \|X(u) - p_{C(h)}\|}$$

El clúster C(t) es representado por el centroide $\mathbf{p_{c(t)}}$ y utilizamos como norma la Euclideana. La eficiencia de la identificación fue evaluada al computar el número de estudiantes que fueron mal clasificados. Es decir, se calculó:

P (mal clasificado) = número de mal clasificados / M*

En el ejemplo se obtuvo:

Materia	***P (mal clasificado)***
Primer componente	0.481
Segundo componente	0.640

Tabla 2 – Número de mal clasificados por componente

4. Conclusiones

Por tanto, el uso del componente matemático posee una mejor predicción del éxito de un estudiante de pre universitario. No se tomó en cuenta las carreras. En un estudio más profundo esto debería llevarse a cabo.

Referencias

Bello-Orgaz, G. a. (2014). Evolutionary clustering algorithm for community detection using graph-based information. *2014 IEEE Congress on Evolutionary Computation (CEC)* (págs. 930-937). IEEE.

Belsey, B. (2005). Cyberbullying: An emerging threat to the “always on” generation. *Recuperado el, 5*.

Dasgupta, A. (2013). Big data: The future is in analytics. *Geospatial World, 3*(9), 28-36.

Einav, L. a. (2014). The data revolution and economic analysis. *Innovation Policy and the Economy, 14*(1), 1-24.

Einav, L. a. (2014). The data revolution and economic analysis. *Innovation Policy and the Economy, 14*(1), 1-24.

Gandomi, A. a. (2015). Beyond the hype: Big data concepts, methods, and analytics. *International Journal of Information Management, 35*(2), 137-144.

Hastie, T. a. (2009). The Elements of Statistical Learning Data Mining, Inference, and Prediction, Second Edi. ed. *Springer, Heidelberg. doi, 10*, 978-0.

Katz, J. E. (2008). *Handbook of mobile communication studies*. The MIT Press.

King, G. (2011). Ensuring the data-rich future of the social sciences. *science, 331*(6018), 719-721.

Kum, H.-C. a. (2011). Dealing with data: Governments records. *Science, 332*(6035), 1263-1263.

MacAulay, M. (2015). Status Update: Celebrity, Publicity, and Branding in the Social Media Age. *Canadian Journal of Communication, 40*(1).

Mandiberg, M. (2012). *The social media reader*. Nyu Press.

Scholz, T. M. (2017). *Big data in organizations and the role of human resource management: A complex systems theory-based conceptualization*. Frankfurt: Frankfurt a. M.: Peter Lang International Academic Publishers.

Varian, H. R. (2014). Beyond big data. *Business Economics, 49*(1), 27-31.

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

Recebido/Submission: 12/10/2018
Aceitação/Acceptance: 05/12/2018

Determinación de modelos predictivos para los indicadores de competitividad empresarial aplicando regresión lineal

Ariosto Eugenio Vicuña Pino[1], Bryan Steven Cortez Chichande[1], Yuleidy Jennifer Basurto Tovar[1]

avicuna@uteq.edu.ec, bryan.cortez2015@uteq.edu.ec, yuleidy.basurto2014@uteq.edu.ec

[1] Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Facultad de Ciencias de la Ingeniería, Campus "Ingeniero Manuel Agustín Haz Álvarez", 120501, Quevedo, Ecuador.

Pages: 94–107

Resumen: En el presente trabajo se determinan los niveles de competitividad de las empresas mediante la implementación de una técnica de Data Science, la técnica utilizada es la regresión lineal aplicada a los datos recolectados provenientes de las operaciones productivas y contables de las mismas. En el estudio se determinan los factores de la competitividad empresarial, aquellos que disponen de mayor relevancia se seleccionaron para el estudio. A continuación, se realiza un estudio de las técnicas de Data Science y se selecciona la técnica adecuada para el estudio. Los resultados muestran los niveles de competitividad de las empresas formados por cada uno de los indicadores estudiados. Mediante la aplicación de la regresión lineal se obtienen los modelos de datos y se procede a la predicción de las variables dependientes para cada indicador de competitividad.

Palabras-clave: competitividad; niveles; indicadores; modelos de regresión.

Determination of predictive models for the indicators of competitiveness of the level microeconomic applying linear regression

Abstract: This research determines the levels of competitiveness of companies through the implementation of a Data Science technique, the technique used is the linear regression applied to the data collected from the most relevant productive and accounting operations of the companies. The results show the levels of competitiveness of the companies formed by each of the indicators studied. Through the application of linear regression, the data models are obtained and the dependent variables are predicted for each competitiveness indicator.

Keywords*:* competitiveness; levels; indicators; models of regression.

1. Introducción

La competitividad es un aspecto que adquiere cada vez mayor relevancia en el campo de las empresas, lo cual se deriva de las exigencias del entorno económico actual

enmarcado en el proceso de globalización (Luisa & García, 2017). (M. Porter, 2001) y (Krugman, 1993) han señalado que las que compiten son las empresas no las naciones; a un país lo hacen competitivo las empresas competitivas que hay en este; por lo tanto, son estas la base de la competitividad. La competitividad de las empresas ha sido analizada teóricamente por Porter en el llamado "Diamante de la Competitividad" (M. Porter, 2001), compuesto por los siguientes atributos:

Las condiciones de los factores.

Las condiciones de la demanda.

Las industrias relacionadas y de apoyo.

El contexto para la estrategia y rivalidad empresarial.

Estos factores determinantes crean el ambiente adecuado para que las empresas se ajusten y aprendan a competir. Existen cuatro niveles de competitividad donde las empresas desarrollan sus actividades comerciales (tabla 1). El nivel metaeconómico de la competitividad está conformado por la estructura política y economía orientada al desarrollo, estructura competitiva de la economía, visiones estratégicas, planes nacionales de desarrollo(Luisa & García, 2017). Las condiciones que ofrece el nivel macroeconómico dan las oportunidades, pero son las empresas las que "crean bienes y servicios con valor agregado usando métodos eficientes. Solamente de esta forma una nación puede mantener altos salarios y atractivos retornos de capital para apoyar una inversión sostenida" (M. E. Porter et al., 2002).

El resultado de la cohesión social se ve reflejado en las acciones que emprenden varias empresas para cooperar y competir en un espacio geográfico; esta cohesión al interior de la región puede generar clústeres, en la medida en que las empresas se agrupan en una industria específica. Para el modelo sistémico, los pilares del ambiente mesoeconómico son el vínculo entre los niveles macro y micro en la estructura industrial, las exportaciones/ importaciones regionales, la infraestructura, el medio ambiente, la tecnología, la educación y el trabajo (Lombana, 2009). El nivel microeconómico de la competitividad contiene los procesos internos de la empresa que permiten crear ventajas competitivas, la capacidad de gestión de las empresas, sus estrategias empresariales, gestión e innovación (Luisa & García, 2017). Es el que se deriva de la ventaja competitiva que tiene una empresa a través de sus métodos de producción y de organización.

La determinación de la competitividad del nivel microeconómico depende de la medición de los principales indicadores de las empresas, entre los que se encuentran los índices financieros, productividad, mercadotecnia, recursos humanos y tecnología (Luisa & García, 2017). La dificultad que tienen las empresas para procesar grandes volúmenes de información, que se generan sobre los indicadores de competitividad del nivel micro, almacenada en las bases de datos de sus sistemas computacionales y la interpretación de los respectivos resultados, representan un inconveniente complejo para los gerentes responsables de la toma de decisiones. Estas decisiones influyen a la competitividad de las mismas. El avance en la teoría de la ventaja competitiva propone la inclusión de la tecnología como factor de producción, que hace que los anteriores factores puedan desarrollarse e, incluso, crearse nuevos (Lombana, 2009).

Nivel	Características
Metaeconómico	El aprendizaje y el cambio amigable que aprecian las actitudes, el patrón competitivo de la organización económica, la orientación del desarrollo de la sociedad, la habilidad para formular estrategias y políticas, la cohesión social.
Macroeconómico	La política de competencia, la política monetaria, la política de la moneda circulante, la macroeconomía estable, la estructura política y jurídica, la política presupuestaria, la política fiscal y la política comercial.
Mesoeconómico	La estructura industrial, la importación y exportación de artículos, la infraestructura regional, las políticas dirigidas a lugares específicos para intensificar la competitividad de ciertos sectores, factores medioambientales, tecnología, educación y trabajo.
Microeconómico	Eficiencia colectiva y redes de innovación, la ingeniería simultanea de las firmas eficientes, innovaciones, organizaciones y tecnología.

Fuente: (Altenburg, Hillebran, & Meyer-Stamer, 1998)

Tabla 1 – Niveles de competitividad sistémica

El trabajo tiene como objetivo la determinación de modelos de regresión lineal que permitan realizar la predicción de los indicadores del nivel micro de la competitividad de las empresas mediante la implementación de la regresión lineal. El análisis de regresión estudia la relación funcional que existe entre dos o más variables. Identifica el modelo o función que relaciona a las variables, estima sus parámetros y, eventualmente, contrasta o prueba hipótesis acerca de ellos. Una vez estimado el modelo es posible predecir el valor de la variable denominada variable dependiente en función de la o las otras variables/s denominada/s independiente/s y dar una medida de la precisión con que esa estimación se ha hecho(Di Rienzo et al., 2009). La información obtenida de las mediciones de los indicadores del nivel micro de competitividad son datos estratégicos que pueden ser aprovechados para intuir futuros eventos. Mediante la implementación de la regresión lineal se pueden obtener resultados que apoyen al mejoramiento de la toma de decisiones a corto y largo plazo.

2. Metodología

Para llevar a cabo el procesamiento de los datos y la obtención de los resultados que permitan la determinación y predicción de los indicadores del nivel microeconómico de competitividad se aplica un proceso que consta de tres pasos:

Selección de los indicadores del nivel microeconómico de competitividad.

Obtención y procesamiento de los datos de las empresas.

Aplicación de la regresión lineal.

2.1. Selección de los indicadores del nivel microeconómico de competitividad

El nivel microeconómico de la competitividad es uno de los cuatro niveles de competitividad sistémica, que interactúan entre sí dada la relación que existe entre el entorno de sus funciones y las actividades comerciales que realizan las empresas.

Saavedra en su artículo titulado "Una propuesta para la determinación de la competitividad en la pyme latinoamericana", recopila varios indicadores de competitividad empresarial (tabla 2) basados en estudios de los autores (OCDE, 1997; Solleiro & Castañon, 2005).

Indicadores	
Indicadores externos	Calidad
Tecnología y cultura	Producción
Innovación	Logística
Mercadotecnia	Organización interna
Recursos humanos	Compras
Capacidades directivas	Investigación y desarrollo
Recursos financieros	Interacción con proveedores y clientes

Tabla 2 – Indicadores de competitividad

La selección de los indicadores se llevó a cabo mediante la determinación del número de referencias realizadas por los autores citados. Por su parte, (Solleiro & Castañon, 2005) señalan que el desempeño competitivo de la empresa depende, en primera instancia, de su capacidad para administrar los elementos internos que se encuentran bajo su control.

2.2. Obtención y procesamiento de los datos de las empresas

Los datos empresariales se generaron en cinco tablas creadas en una base de datos PostgreSQL 9.4, ninguna de ellas relacionada, que contienen los indicadores. Los campos de cada tabla contienen las variables o índices de cada indicador respectivamente. A continuación, se guardan los datos en un dataframe mediante el uso de funciones de la librería RPostgreSQL (Conway, Eddelbuettel, Nishiyama, Prayaga, & Tiffin, 2017) de R Stadistic (R Core Team, 2018). Cada conjunto de datos contiene 10.000 registros organizados por el tipo de indicador preestablecido. Posteriormente, se realiza la limpieza de los conjuntos de datos mediante la eliminación de valores erróneos, valores nulos, entre otras impurezas. Para crear un modelo de datos de cada indicador se identifican las variables dependientes e independientes de los mismos. De estos modelos se debe escoger el mejor para cada indicador.

El método *Best Subset Selection* (BSS) tiene como objetivo la formación de todos los posibles subconjuntos de variables explicativas y efectuar todas las posibles regresiones, reteniendo aquella que, de acuerdo con el criterio de bondad de ajuste que hayamos elegido, parezca mejor (coeficiente de determinación, coeficiente de determinación ajustado y coeficiente Cp de Mallows). Además, este método permite la adaptación de una regresión de mínimos cuadrados para cada posible combinación de los p predictores. El método BSS se utilizó por su capacidad de búsqueda del mejor modelo de regresión, que permita explicar la variable dependiente de cada indicador de competitividad. A continuación, se muestra el algoritmo BSS (James, Witten, Hastie, & Tibshirani, 2013) para la selección del mejor subconjunto de variables predictoras:

Denota M0 como el modelo nulo, el cual no contiene variables predictoras. Este modelo simplemente predice el valor de la media de la muestra para cada observación.

Para k=1, 2, ..., p:

Obtener todos los modelos que contienen exactamente k variables predictoras.

Escoger el mejor entre los (p/k) modelos, y llamarlo Mk. Aquí el mejor es definido por tener el RSS más inferior, o equivalentemente el valor más superior de R2.

Seleccionar únicamente el mejor modelo de entre M0, ..., Mp mediante la utilización de la validación cruzada en la estimación del error de predicción, Cp (AIC), BIC, o el R2 ajustado.

En R Stadistic, la función regsubsets incluida en la librería leaps implementa el método BSS (Based on Fortran code by Alan Miller, 2017). Una vez que se obtienen los mejores modelos de datos de cada indicador de competitividad del nivel micro, se realiza una comprobación de la calidad y precisión de cada modelo.

2.3. Aplicación de la regresión lineal

Los modelos lineales tienen la desventaja de ser completamente lineales, la línea recta que se ajusta mejor será encontrada, donde "mejor" es interpretado como la diferencia del menor promedio al cuadrado (Witten, Frank, & Hall, 2011). Las decisiones basadas en regresión tienen menos probabilidad de estar sujeta al prejuicio y son más coherentes. Además, las bases para la toma de decisiones pueden ser totalmente explicadas y son generalmente útiles (Armstrong, 2012).

Los modelos de datos pertenecientes a cada indicador pasan a ser el conjunto de datos del estudio. Para validar el modelo de datos de cada indicador se utiliza el test de shapiro para comprobar la normalidad de los residuos de los mismos. Para complementar los valores obtenidos del test de shapiro se realiza el gráfico de las distribuciones de los residuos que permite visualizar la normalidad de los residuos. La comprobación de la precisión de los modelos de datos se realiza mediante la interpretación de la diferencia entre las medias de los valores predichos y los valores reales.

3. Resultados

De los estudios sobre los niveles de competitividad, de los autores previamente citados, se obtuvo la lista de indicadores de competitividad con sus respectivas variables (tabla 3).

Indicador	Variables
Índices *financieros*	Ganancia de inversión, utilidad operativa, liquidez, endeudamiento, prueba ácida y utilidad bruta.
Mercadotecnia	Efectividad, eficiencia y valor del cliente.
Productividad	Producción, materia prima, mano de obra y gastos variables.
Recursos humanos	Valor de los recursos humanos, número de empleados, ventas por trabajador, tipos de trabajo, ausentismo, salario medio, productividad y tipos de salario.
Tecnología	Uso de internet, acceso a internet, nivel de informática y el uso de equipo informático.

Tabla 3 – Indicadores de competitividad y sus variables

3.1. Indicador índice financiero

Las variables agrupadas en el indicador índices financieros tienen una alta correlación lineal (tabla 4), lo que permite la creación de un modelo de regresión lineal representativo del comportamiento del indicador antes mencionado.

	G.Inv	U.Op	Líq	End	P.Ácida	Utl.B
Ganancia inversión	1.00	0.99	0.89	0.99	0.95	0.83
Utilidad operativa	0.99	1.00	0.95	0.99	0.99	0.91
Líquidez	0.89	0.95	1.00	0.89	0.99	0.99
Endeudamiento	0.99	0.99	0.89	1.00	0.95	0.84
Prueba ácida	0.95	0.99	0.99	0.95	1.00	0.96
Utilidad bruta	0.83	0.90	0.99	0.84	0.99	1.00

Tabla 4 – Coeficientes de correlación de las variables del indicador índices financieros

De los modelos obtenidos, existen tres prototipos candidatos cuyos valores de R2 son iguales, para fines del estudio, se selecciona al modelo lineal que tiene un valor R2 ajustado igual a 0,9996205 y con un error residual de 0.0144 que cuenta con un menor número de variables predictoras (tabla 5).

Variables del modelo de regresión lineal	R2 ajustado
Ganancias~Endeudamiento	0.9995828
Ganancias~Líquidez+Endeudamiento	0.9996185
Ganancias~Utilidad operativa+Endeudamiento+Prueba ácida	**0.9996205**
Ganancias~Utilidad operativa+Endeudamiento+Prueba ácida+Utilidad bruta	0.9996205
Ganancias~Utilidad operativa+Líquidez+Endeudamiento+Prueba ácida+Utilidad bruta	0.9996205

Tabla 5 – Modelos obtenidos de la aplicación del método BSS

La comprobación de la normalidad de los residuos se llevó a cabo mediante la aplicación del test de Shapiro y la representación gráfica de los mismos. Los valores obtenidos de la aplicación del test de Shapiro son los siguientes:

Peso (w): 0.99969.

P-value: 0.6675.

La representación gráfica de la normalidad de los residuos (figura 1) del modelo de regresión lineal permite observar que los datos se alinean entorno a la recta, validando el modelo lineal obtenido.

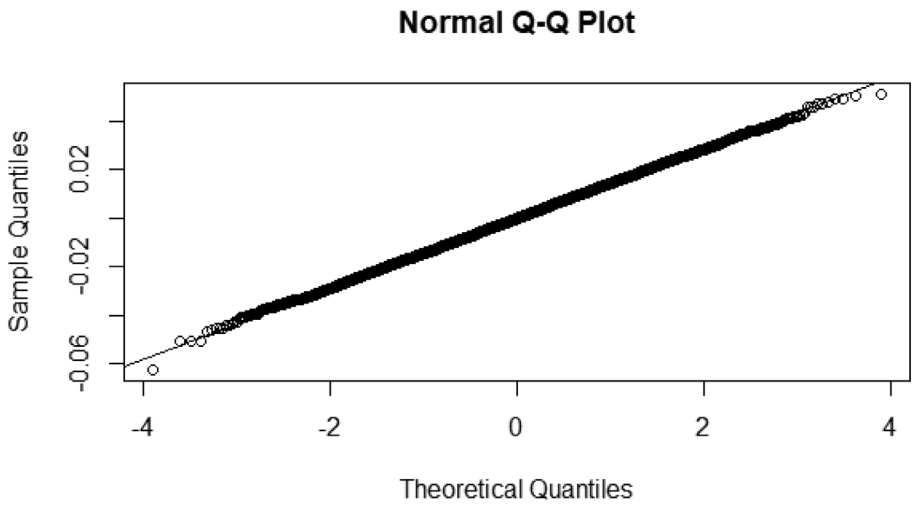


Figura 1 – Gráfico de los cuantiles teóricos del modelo de regresión lineal del indicador índices financieros

La diferencia de la media de los valores predichos frente a la media de los valores reales obtenidos muestra que el valor de la diferencia es 4.440892e-15, lo que significa que el modelo de regresión lineal tiene una alta capacidad de predicción. El modelo lineal del indicador índices financieros es capaz de explicar el 99.96% de la variabilidad observada en las ganancias de inversión. El modelo lineal obtenido es el siguiente:

Ganancias=0.0023722+0.0467943(Utilidad operativa)+0.9979456(Endeudamiento) -0.0460986(Prueba ácida)

3.2. Resultados obtenidos del indicador mercadotecnia

La correlación lineal de las variables del indicador mercadotecnia son superiores al 90%. Esto significa que las variables tienen relación lineal y permiten la creación del modelo de regresión lineal (tabla 6).

	Efectividad	Eficiencia	Valor del cliente
Efectividad	1.0000000	0.9832972	0.9832479
Eficiencia	0.9832972	1.0000000	0.9818439
Valor del cliente	0.9832479	0.9818439	1.0000000

Tabla 6 – Coeficientes de correlación de las variables del indicador mercadotecnia

El método BSS aplicado al conjunto de datos que contiene las variables del indicador mercadotecnia proporcionó el mejor modelo lineal. El mejor modelo lineal tiene 2

variables predictoras y un valor de R2 ajustado de 0.9756775 (tabla 7). Por lo tanto, es el modelo lineal que mejor explica la normalidad de los residuos.

Modelo de regresión lineal	R2 ajustado
Efectividad~Eficiencia	0.9668701
Efectividad~Eficiencia+ Valor del cliente	0.9756775

Tabla 7 – Modelos obtenidos de la aplicación del método BSS

El test de Shapiro obtuvo un peso superior al 90% y un p-value aproximado a cero, comprobando así la normalidad del modelo. La representación gráfica de la normalidad (figura 2) confirma que los residuos se alinean entorno a la recta formado por el modelo lineal. El modelo lineal del indicador mercadotecnia puede de explicar el 97.56% de la variabilidad observada en el valor de la efectividad. También tiene una alta capacidad de predicción dado que cuenta con una diferencia de 7.327472e-15 entre la media de los valores predichos calculados con el modelo y la media de los valores reales del conjunto de datos del indicador. El modelo lineal obtenido es el siguiente:

Efectividad=0.018853+0.491615(Eficiencia)+0.507480(Valor del cliente)

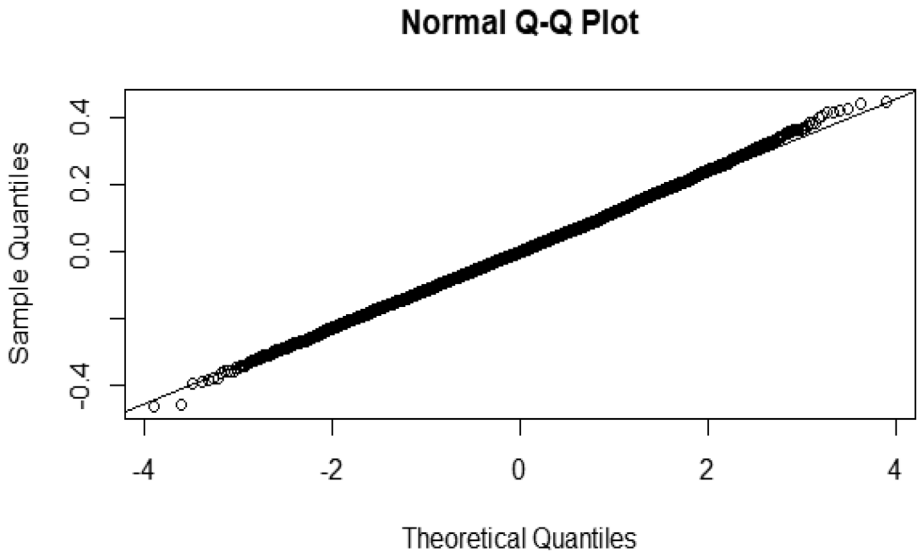


Figura 2 – Gráfico de los cuantiles teóricos del modelo de regresión lineal del indicador mercadotecnia

3.3. Resultados obtenidos del indicador productividad

Los valores de la correlación lineal (tabla 8) entre las variables del indicador productividad fueron superiores al 90%. Esto significa que las variables tienen un considerable grado de asociación. Además, con un nivel de significancia de aproximadamente cero. El modelo

que obtuvo un mayor valor de R2 ajustado es el formado por tres variables predictoras (tabla 9).

	Producción	Materia prima	Mano de obra	Gastos variables
Producción	1.0000000	0.9515881	0.9516617	0.9509639
Materia prima	0.9515881	1.0000000	0.9527524	0.9522958
Mano de obra	0.9516617	0.9527524	1.0000000	0.9514358
Gastos variables	0.9509639	0.9522958	0.9514358	1.0000000

Tabla 8 – Coeficientes de correlación de las variables del indicador productividad

Modelo de regresión lineal	R2 ajustado
Producción~Mano de obra	0.9056506
Producción~Mano de obra+Gastos variables	0.9275087
Producción~Materia prima+Mano de obra+Gastos variables	0.9349735

Tabla 9 – Modelos obtenidos de la aplicación del método BSS

El valor de R2 ajustado del mejor modelo es 0.9349735 con un error residual de 0.2585 y un valor de significancia de 2.2e-16. El resultado anterior se comprueba con el test de Shapiro cuyo valor del peso es 0.9997 y un p-value de 0.7078. La verificación gráfica de los residuos deja ver la alineación de los mismos, entorno a la recta del modelo obtenido (figura 3). La diferencia de las medias de los valores predichos y los valores reales es 8.440111e-10. El modelo lineal del indicador productividad es capaz de explicar el 93.49% de la variabilidad observada en el valor de la producción.

Figura 3 – Gráfico de los cuantiles teóricos del modelo de regresión lineal del indicador productividad

El modelo lineal obtenido es el siguiente:

Producción=[1.839e+05]-[3.273e-01](Materia prima)-[3.344e-01](Mano de obra)-[3.231e-01](Gastos variables)

3.4. Resultados obtenidos del indicador recursos humanos

Las variables del conjunto de datos del indicador recursos humanos tienen una correlación lineal superior al 90% (tabla 10). Por esto se prevé que las variables permitirán crear un modelo lineal que explique al conjunto de datos que representa.

	RH	N.Emp	V.Trab	T. Trab	Aus	S.Med	Prod	T.Sal
Valor RH	1.00	0.95	0.95	0.95	0.91	0.95	0.95	0.90
Num.Empleados	0.95	1.00	0.95	0.95	0.91	0.95	0.95	0.91
Ventas por trab.	0.95	0.95	1.00	0.95	0.91	0.95	0.95	0.90
Tipos de trabajo	0.95	0.95	0.95	1.00	0.91	0.95	0.95	0.90
Ausentismo	0.91	0.91	0.91	0.91	1.00	0.91	0.91	0.94
Salario medio	0.95	0.95	0.95	0.95	0.91	1.00	0.95	0.91
Productividad	0.95	0.95	0.95	0.95	0.91	0.95	1.00	0.90
Tipos de salario	0.90	0.91	0.90	0.90	0.94	0.91	0.90	1.00

Tabla 10 – Coeficientes de correlación de las variables del indicador recursos humanos

La aplicación del método BSS al conjunto de datos del indicador elaboró siete posibles modelos lineales. Se selecciona el que posee un valor R2 ajustado de 0.9393856 y un error estándar de 0.2439.

Modelo de regresión lineal	R2 ajustado
Valor RH~Tipos de trabajo	0.9013570
Valor RH~Tipos de trabajo+Salario medio	0.9245157
Valor RH~Numero de empleados+Tipos de trabajo+Productividad	0.9322951
Valor RH~Numero de empleados+Tipos de trabajo+ Salario medio +Productividad	0.9361951
Valor RH~Numero de empleados+Ventas por trabajador+Tipos de trabajo+Salario medio+Productividad	0.9384447
Valor RH~Numero de empleados+Ventas por trabajador+Tipos de trabajo+Ausentismo+Salario medio+Productividad	0.9392330
Valor RH~Numero de empleados+Ventas por trabajador+Tipos de trabajo+Ausentismo+Salario medio+Productividad+Tipos de salario	0.9393856

Tabla 11 – Modelos obtenidos de la aplicación del método BSS

El modelo seleccionado tiene un valor de significancia de 2.2e-16. El test de Shapiro, obtuvo un peso de 0.99962 y un p-value de 0.4613. En la representación gráfica se observa la correcta alineación de los residuos a la recta del modelo lineal creado (figura

4). La diferencia de las medias de los valores predichos y los valores reales es 1.164153e-10, lo que asegura una alta capacidad de predicción. El modelo lineal del indicador recursos humanos es capaz de explicar el 99.96% de la variabilidad observada en el valor de los recursos humanos.

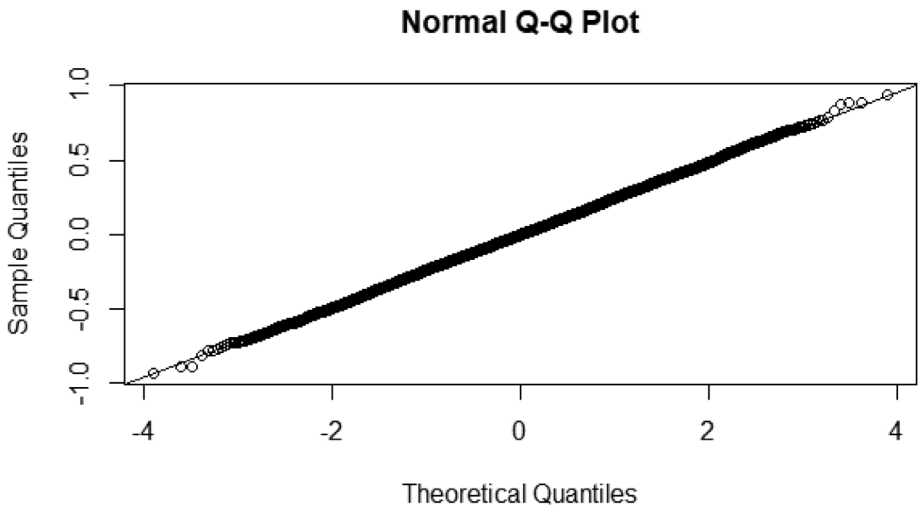


Figura 4 – Gráfico de los cuantiles teóricos del modelo de regresión lineal del indicador recursos humanos

El modelo lineal obtenido es el siguiente:

Valor RH=[1.988e+05]-[1.751e-01](Número de empleados)-[1.737e-01](Ventas por trabajador)-[1.963e-01](Tipos de trabajo)

3.5. Resultados obtenidos del indicador tecnología

La correlación entre las variables del conjunto de datos del indicador tecnología es superior al 97% (tabla 12), por lo tanto, se asume que existe la posibilidad de crear un modelo lineal que las represente.

	Uso de internet	**Acceso a internet**	**Nivel de informática**	**Uso de equipo informático**
Uso de internet	1.0000000	0.9781160	0.9753979	0.9762354
Acceso a internet	0.9781160	1.0000000	0.9755338	0.9758409
Nivel de informática	0.9753979	0.9755338	1.0000000	0.9779724
Uso de equipo informático	0.9762354	0.9758409	0.9779724	1.0000000

Tabla 12 – Coeficientes de correlación de las variables del indicador tecnología

A continuación, se presentan los posibles modelos lineales que se obtuvieron de la aplicación del método BSS al conjunto de datos del indicador tecnología (tabla 13). El modelo seleccionado tiene el mayor valor de R2 ajustado y una baja tasa de error.

Modelo de regresión lineal	R2 ajustado
Uso de internet~Acceso a internet	0.9567065
Uso de internet~Acceso a internet+Uso de equipo informático	0.9666142
Uso de internet~Acceso a internet+Nivel de informática	0.9691776

Tabla 13 – Modelos obtenidos de la aplicación del método BSS

El valor R2 ajustado del modelo seleccionado es 0.9691776, el error residual es 0.1102 y el valor de significancia es 2.2e-16. Los resultados obtenidos del test de shapiro son los siguientes:

- Peso: 0.99768
- P-value: 7.012e-07

Además, la representación gráfica de los residuos permite observar la alineación de los mismos, alrededor de la recta del modelo lineal (figura 5). La diferencia entre las medias de los valores predichos y los valores reales es 3.108624e-15. Los resultados anteriores demuestran que el modelo seleccionado cumple con los principios de linealidad, por lo tanto, tiene una gran capacidad para realizar predicciones.

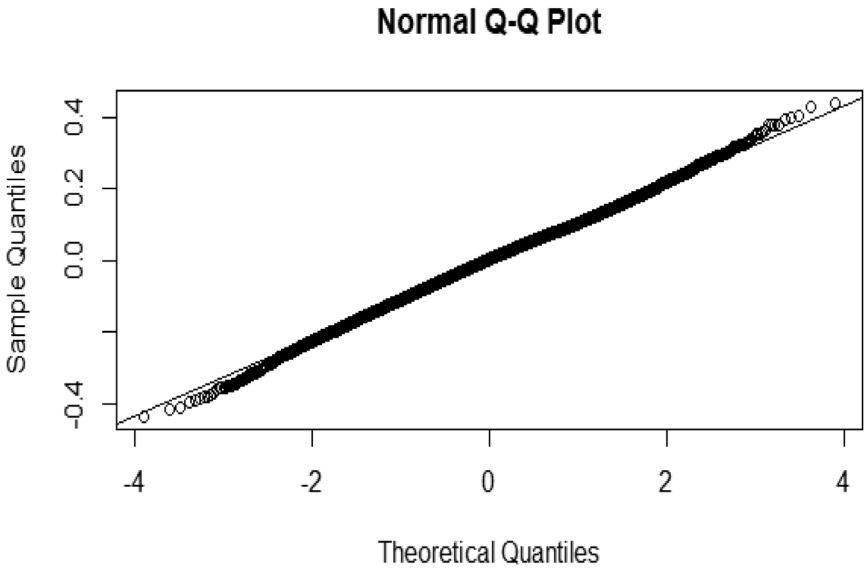


Figura 5 – Gráfico de los cuantiles teóricos del modelo de regresión lineal del indicador tecnología

El modelo lineal del indicador tecnología es capaz de explicar el 96.91% de la variabilidad observada en el valor del uso de internet. El modelo lineal obtenido es el siguiente:

Uso de internet= -0.084929+0.411313(Acceso a internet)+0.261451(Nivel de informática)+0.292244(Uso de equipo informático)

4. Conclusiones

Los comportamientos de las variables de los indicadores de competitividad seleccionados presentaron correlaciones superiores al 90%. Esto facultó la aplicación del método *Best Subset Selection* (BSS). Los valores de R2 mostraron estar cercanos a uno mientras que el error residual y los valores de significancia fueron próximos a cero, validando cada modelo. El gráfico de los cuantiles teóricos (qqplot) verificó que los indicadores tienen un comportamiento similar a una distribución normal y que la recta de cada modelo lineal seleccionado se ajusta perfectamente a la misma. Esto nos indica que es posible obtener modelos lineales confiables para los indicadores de competitividad a través de la aplicación de la regresión lineal.

Referencias

Altenburg, T., Hillebran, W., & Meyer-Stamer, J. (1998). Building Systemic Competitiveness. *German Development Institute*, *3*(98), 15.

Armstrong, J. S. (2012). Illusions in Regression Analysis. *ScholarlyCommons-University of Pennsylvania*, *47*(2011), 5. Retrieved from http://repository.upenn.edu/marketing_papers/173

Based on Fortran code by Alan Miller, T. L. (2017). Leaps: Regression Subset Selection. Retrieved from https://cran.r-project.org/package=leaps

Conway, J., Eddelbuettel, D., Nishiyama, T., Prayaga, S. K., & Tiffin, N. (2017). RPostgreSQL: R Interface to the "PostgreSQL" Database System. Retrieved from https://cran.r-project.org/package=RPostgreSQL

Di Rienzo, J. A., Casanoves, F., Gonzalez, L. A., Tablada, E. M., Díaz, M. del P., Robledo, C. W., & Balzarini, M. G. (2009). *Estadística para las Ciencias Agropecuarias*. (Brujas, Ed.) (Séptima). Argentina.

James, G., Witten, D., Hastie, T., & Tibshirani, R. (2013). *An Introduction to Statistical Learning with Applications in R*. (S. S. M. N. Y. 2013, Ed.) (Octava). New York: Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4614-7138-7

Krugman, P. (1993). Competitiveness : A Dangerous Obsession. *Foreign Affairs*, *73*(2), 28–45.

Lombana, J. (2009). Fundamentos para el estudio de la competitividad regional. *Pensamiento & Gestión*, *26*, 1–38.

Luisa, M., & García, S. (2017). Una propuesta para la determinación de la competitividad en la pyme latinoamericana. *Revista Pensamiento y Gestión*, *3*, 32.

OCDE. (1997). Organization for economic co-operation and development. *OCDE/GD*, (97), 55.

Porter, M. (2001). The competitive advantage of nations. *Harvard Business Review*, *1*, 17.

Porter, M. E., Zhang, Y., Paua, F. M., Sachs, J. D., Cornelius, P. K., McArthur, J. W., ... Weng, W. (2002). *The Global Competitiveness Report 2001–2002*. New York. Retrieved from http://www.oup-usa.org

R Core Team. (2018). R: A Language and Environment for Statistical Computing. Vienna, Austria. Retrieved from https://www.r-project.org/

Solleiro, L., & Castañon, R. (2005). Competitiveness and innovation systems : the challenges for Mexico's insertion in the global context. *Technovation*, *25*(September 2005), 1059–1070. https://doi.org/10.1016/j.technovation.2004.02.005

Witten, I., Frank, E., & Hall, M. (2011). *Data mining: practical machine learning tools and techniques*. (E. Inc, Ed.) (Tercera Ed). Burlington,United States: Elsevier Inc. Retrieved from www.elsevier.com

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

Recebido/Submission: 28/11/2018
Aceitação/Acceptance: 10/12/2018

Usabilidad en Moodle: un meta-análisis a partir de experiencias reportadas en WOS y Scopus

Gabriel Rodolfo García Murillo[1], Pavel Novoa-Hernández[2], Rocío Serrano Rodríguez[3]

grgarcia@utm.edu.ec, pnovoa@uteq.edu.ec, m22seror@uco.es

[1] Facultad de Filosofía, Letras y Ciencias de la Educación, Universidad Técnica de Manabí, Manabí, EC130105, Ecuador.

[2] Facultad Ciencias de la Ingeniería, Universidad Técnica Estatal de Quevedo, EC120503, Los Ríos, Ecuador.

[3] Departamento de Educación, Facultad de Ciencias de la Educación, Avda. San Alberto Magno, s/n, 14071 Córdoba, España.

Pages: 108–121

Resumen: Moodle es uno de los sistemas de gestión del aprendizaje más difundidos en el mundo y que ha sido objeto de numerosas investigaciones, principalmente en el contexto del aprendizaje mixto. Desde el punto de vista de tecnológico, la usabilidad (facilidad de uso) es un elemento sumamente importante a tener en cuenta en un software como Moodle. Aunque la literatura recoge importantes contribuciones sobre evaluaciones de usabilidad en este LMS, hasta donde se conoce, no existen investigaciones que resuman la percepción que tienen los usuarios en torno a esta característica. Con la intención de contribuir a este tema, el presente trabajo tiene por objetivo general conocer la percepción global de usabilidad que tienen los usuarios sobre Moodle, específicamente en el contexto de la educación superior.

Palabras-clave: Moodle, Usabilidad, Meta-análisis, Sistema de gestión de aprendizaje.

Usability in Moodle: a meta-analysis from experiences reported in WOS and Scopus

Abstract: Moodle is one of the most widely used learning management systems in the world and has been the subject of numerous studies, mainly in the context of blended learning. From the point of view of technology, usability is an extremely important element to consider in software such as Moodle. However, as far as we known, there is no research that summarizes the perception that users have on this feature in Moodle. With aims of contributing to this topic, the present work has as a goal: to determine the global perception of usability that users have about Moodle in higher education.

Keywords*:* Moodle, Usabilidad, Meta-análisis, Sistema de gestión de aprendizaje.

1. Introducción

El aprendizaje mixto ha demostrado ser un enfoque efectivo en diversos escenarios educativos (Vo, Zhu, & Diep, 2017). La idea principal es combinar el aprendizaje cara-cara (presencial) con el aprendizaje en línea (Garrison & Kanuka, 2004). Dado su apego a las tecnologías de la comunicación, este tipo de aprendizaje aprovecha los progresos tecnológicos existentes a favor de hacer más efectivo el proceso de enseñanza-aprendizaje (Daniela & Rūdolfa, 2019).

Un papel esencial en este contexto, lo juegan los Sistemas de Gestión del Aprendizaje (LMS), que constituyen una alternativa efectiva para el componente del aprendizaje en línea (Piña, 2010). Desde un punto de vista tecnológico, los LMSs son softwares basados en servidor, que gestionan información de usuarios (ej. estudiantes y docentes), así como de cursos y sus correspondientes contenidos (Piña, 2010). Un LMS se convierte por tanto en un entorno transparente donde tiene lugar el aprendizaje y enseñanza sin depender de límites de tiempo y espacio (Ullman, C., & Rabinowitz, 2004).

Uno de los LMSs más ampliamente difundido en la actualidad, es Moodle (Dougiamas & Taylor, 2003). Sus beneficios en el proceso de enseñanza-aprendizaje de entornos académicos, en general positivo, ha sido abordado por varios estudio en el pasado (Ahmad & Al-khanjari, 2011; Feizabadi, Aliabadi, & Nili Ahmadabadi, 2016; Garcia et al., 2012). De acuerdo a estadísticas actuales, tomadas del propio sitio oficial de Moodle (moodle.net/stats), más de 147 millones de usuarios de 229 países, lo emplean de una forma u otra. El hecho de que Moodle esté ampliamente extendido en muchos escenarios académicos del mundo, podría sugerir intuitivamente que goza de un nivel favorable de aceptación por parte de sus usuarios. Sin embargo, esto no necesariamente podría ser así. Téngase en cuenta que la implantación de Moodle por lo general, es consecuencia de las políticas de la institución que lo adopta (Deepak, 2017), las cuales podrían deberse a razones ajenas a los beneficios directos del usuario final. Por ejemplo, una de estas razones podría ser que Moodle es gratuito, y por tanto, no costaría su implantación.

Aún asumiendo que cada institución que lo adoptó, realizó un estudio detallado sobre la factibilidad y posibles beneficios de emplear a Moodle (Govender & Rootman-le Grange, 2015), no siempre es fácil concluir que los usuarios estén satisfechos con su posterior uso. Es claro que una forma efectiva de saberlo es a través de un estudio prospectivo que evalúe a Moodle en tal sentido. La literatura relacionada con este tema, contiene valiosas experiencias de instituciones que adoptaron Moodle y lo evaluaron tecnológicamente. Algunos ejemplos de este tipo de experiencia han sido reportadas en (Fenu, Marras, & Meles, 2017; Park & Jo, 2017; Sahid, Santosa, Ferdiana, & Lukito, 2017). Dentro de esta denominada satisfacción o aceptación tecnológica, un papel importante lo tiene la Usabilidad. La cual es definida como la capacidad que tienen los usuarios de lograr los objetivos especificados con efectividad, eficiencia y satisfacción al usar el software o la plataforma web en cuestión (Murillo & Pow-Sang, 2018). Es sin dudas el atributo más importante para determinar si los usuarios pueden interactuar fácil y exitosamente con el software (Snider & Martin, 2012).

Hasta donde se conoce, no existen trabajos que resuman las experiencias existentes sobre evaluaciones de usabilidad en Moodle. Por tanto, con la intención de contribuir a esta línea de investigación, el presente trabajo tiene por objetivo general conocer la

percepción global de usabilidad que tienen los usuarios sobre Moodle en el contexto de la educación superior.

Para lograr dicho objetivo, se adoptó un enfoque de meta-análisis que pretende responder las siguientes interrogantes específicas:

¿Cuál es la percepción global de usabilidad que perciben los usuarios sobre Moodle?

¿Ha variado esta percepción a lo largo del tiempo?

¿Es sensible esta percepción al tamaño de la muestra empleada en los estudios?

¿Son diferentes las percepciones de usabilidad en los estudios donde participan docentes a los que solamente participan estudiantes?

¿Se publican más trabajos sobre valoraciones positivas de Moodle en relación a las que son negativas?

De acuerdo al reciente trabajo de (Tight, 2018), la investigación en Educación Superior se ha convertido en un campo maduro, beneficiado por el auge de las revisiones sistemáticas y meta-análisis. Aunque ambos tipos de investigaciones se originaron en el campo de la salud, han tenido una excelente acogida en el mundo de la educación y áreas de estudio similares (Gurevitch, Koricheva, Nakagawa, & Stewart, 2018).

A partir de la revisión exhaustiva brindada por el propio (Tight, 2018), es interesante ver que tanto el aprendizaje mixto, como los sistemas de gestión de aprendizaje, están incluidos dentro de los tópicos de la educación superior que han sido abordados a través de revisiones sistemáticas y meta-análisis. Esto no solo indica que resultan temas de interés, sino que además existe abundante literatura al respecto.

Relacionadas con el aprendizaje mixto, destacan las investigaciones de (Bernard, Borokhovski, Schmid, Tamim, & Abrami, 2014; Brown, 2016; Vo et al., 2017), mientras que en caso particular de los LMS, se encuentra la revisión desarrollada por (Kasim & Khalid, 2016). La principal contribución de este último trabajo, fue la evaluación de un total de seis LMS (incluido Moodle) teniendo en cuenta algunas experiencias de la reportadas en la literatura y la valoración de los propios autores. No obstante, ninguna de estas investigaciones resume o evalúa la usabilidad global que se percibe sobre Moodle en el ámbito académico.

2. Materiales y método

El método seleccionado para el desarrollo de la investigación, sigue una estrategia de meta-análisis (Borenstein, Hedges, Higgins, & Rothstein, 2009; Gurevitch et al., 2018), en el que se busca medir el tamaño del efecto global a partir de la recolección de trabajos relevantes de la literatura. En nuestro caso, el tamaño del efecto global será la Usabilidad que perciben los usuarios sobre Moodle. Para asegurar la rigurosidad en la búsqueda de la bibliografía asociada, se han seguido los estándares de calidad de la declaración PRISMA (Moher, Liberati, Tetzlaff, & Altman, 2010), en especial, a los criterios de selección de los estudios. Como consecuencia, se procedió a realizar recopilar los trabajos relacionados con el tema, a través de la consulta a dos bases de datos bibliográficas de alto impacto científico: Web of Science y Scopus (Mongeon & Paul-Hus, 2016).

Los términos incluidos en la consulta fueron seleccionados a partir de las palabras clave presente en algunos de los trabajos más citados en el ámbito de los LMS. Por ejemplo, (Cole & Foster, 2007; Dougiamas & Taylor, 2003; Romero, Ventura, & García, 2008). Concretamente, se diseñaron las siguientes consultas:

Scopus:

TITLE ((assessm* OR evalua* OR compar* OR select* OR choos* OR accept*) AND ("learning management system" OR "course management system" OR "personal learning environment" OR "e-learning courseware" OR "virtual learning environment")) AND ALL (moodle)

Web of Science:

TI = ((assessm* OR evalua* OR compar* OR select* OR choos* OR accept*) AND ("learning management system" OR "course management system" OR "personal learning environment" OR "e-learning courseware" OR "virtual learning environment")) AND ALL=(moodle)

Como se aprecia en estas consultas, aún teniendo sintaxis diferentes ambas permitieron recuperar trabajos con características similares. Un detalle relevante aquí, es que los principales términos fueron buscados a nivel de título, pero al mismo tiempo, se exigió que los trabajos incluyesen al término 'moodle' también en al menos uno de los metadatos. De esta forma, se logra la inclusión de aquellos estudios en los que Moodle fue objeto de investigación.

Los criterios de inclusión y exclusión que se emplearon para llevar a cabo el análisis sistemático de la literatura, se muestran en la Tabla 1. Adicionalmente, se estableció como rango de fechas desde 2001-2019, con el objetivo de poder considerar aquellas las investigaciones desde los inicios de Moodle, hasta la actualidad.

Criterios de inclusión	**Criterios de exclusión**
Publicaciones a partir de 2001 hasta 2019.	Estudios duplicados.
Accesible en la fuente que lo alberga.	No accesible
La Usabilidad de Moodle es evaluada.	La Usabilidad no es evaluada en Moodle
Se mide la Usabilidad teniendo en cuenta un tamaño de muestra superior a 1 individuo.	Estudios teóricos o revisiones

Tabla 1 – Criterios de inclusión y exclusión empleados en la recopilación de estudios.

En general, el análisis sistemático de los trabajos se desarrolló en tres fases: 1) se emplearon las consultas descritas anteriormente en Scopus y WOS; 2) los resultados obtenidos en la fase 1) fueron filtrados de acuerdo a los criterios de inclusión y exclusión (a) y (b), mientras que en la fase 3, se aplicaron los filtros relacionados con los criterios (c) y (d). El número de trabajos que quedó como resultado de cada fase se puede observar en la Figura 1.

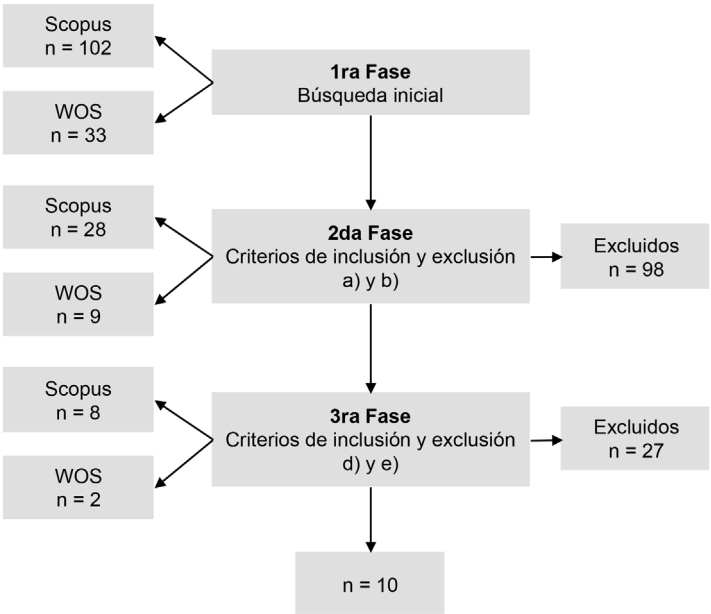


Figura 1 – Diagrama de flujo del proceso de selección de los estudios.

En la Figura 1 se puede ver que solo 10 trabajos resultaron del proceso de búsqueda, y serán los empleados para medir la Usabilidad que perciben los usuarios sobre Moodle, específicamente en el contexto de la educación superior. Con el objetivo de responder coherentemente las preguntas que guían a esta investigación, y al mismo tiempo dotar al meta-análisis desarrollado de un mayor poder explicativo en torno a la diversidad de resultados, se definieron las variables *moderadoras* que se muestran en la Tabla 2.

Variable	Significado y niveles
Año de publicación	El año en el que tuvo lugar la publicación. Niveles (rango): [2001, 2019]
Muestra mayor o igual a 100.	Indica si el estudio se basó (o no) en una muestra mayor o igual a 100 individuos. Niveles: {Sí, No}
Participan Docentes	Si en el estudio se incluyen o no docentes como evaluadores. Niveles: {Sí, No}

Tabla 2 – Variables moderadoras consideradas en la investigación.

3. Resultados

En esta sección se presentan los resultados de la investigación. Primeramente, se expondrán las características generales de los trabajos de acuerdo a las variables moderadoras definidas. Más adelante, se resumen los resultados del meta-análisis que se desarrolló.

En la Tabla 3 se resumen las principales características de los 10 trabajos que fueron seleccionados a través del protocolo de búsqueda adoptado. Como se aprecia, los trabajos encontrados han sido publicados en los años comprendidos en el periodo 2007 a 2016, y poseen una distribución diversa en cuanto a los niveles de las restantes variables. Por ejemplo, el 40% de los estudios poseen un tamaño de muestra inferior a 100 individuos. Similarmente, el 30% porciento incluye a docentes como evaluadores de la Usabilidad.

Estudio	Fecha	Muestra >= 100	Participan Docentes
(Machado & Tao, 2007)	2007	no	no
(Kakasevski, Mihajlov, Arsenovski, & Chungurski, 2008)	2008	no	sí
(Kirner, Custódio, & Kirner, 2008)	2008	no	sí
(Amaral & Almeida, 2009)	2009	sí	no
(Unal, 2011)	2011	sí	no
(Wang, Tseng, & Chang, 2013)	2013	sí	no
(Morales & Gómez, 2014)	2014	sí	no
(Najmul Islam & Azad, 2015)	2015	sí	sí
(Orfanou, Tselios, & Katsanos, 2015)	2015	sí	no
(Seixas et al., 2016)	2016	no	no

Tabla 3 – Estudios considerados en el meta-análisis.

3.1. Meta-analísis sobre Usabilidad en Moodle

Una vez descritas las principales características de los estudios en función de las variables definidas, a continuación se buscarán respuestas a las preguntas que guían a la investigación a través de un meta-análisis de proporciones (Nyaga, Arbyn, & Aerts, 2014). Por cada estudio de la Tabla 3, se recolectó la cantidad de participantes que evaluaron favorablemente la usabilidad de Moodle, así como el total de participantes (tamaño de la muestra). Con dicha información se ajustó un modelo de efectos aleatorios (Borenstein et al., 2009). La razón por la cual se elige dicho modelo, es que se pudo observar que los estudios no midieron de manera homogénea la usabilidad. En particular, cada estudio empleó diferentes cantidades y tipología de indicadores para obtener una evaluación global sobre la percepción de la usabilidad de Moodle. Como consecuencia, no se podría asegurar que cada estudio haya medido el mismo constructo, y que, por tanto, la variabilidad existente entre los estudios se deba exclusivamente a errores derivados del proceso de muestreo (Borenstein et al., 2009).

Es importante tener en cuenta que en un meta-análisis de proporciones el tamaño del efecto está definido en el intervalo [0,0; 1,0]. En nuestro caso, este intervalo tendría la siguiente interpretación: un valor del tamaño del efecto cercano a 1 indicaría que la percepción sobre la usabilidad en Moodle es alta, mientras que un valor cercano a 0, lo contrario.

Teniendo en cuenta los elementos anteriores, al ajustar el modelo de efectos aleatorios incluidos todos los estudios, el tamaño del efecto global (percepción de usabilidad

de Moodle) fue de 0,82, con un intervalo de confianza del 95% [0,69; 0,90]. Lo cual indica que, de manera general, los usuarios perciben que Moodle es fácil de usar como software. No obstante, el grado de heterogeneidad asociado a este resultado fue, de acuerdo al estadígrafo I^2, del 96,76%. El p-valor asociado a la prueba de heterogeneidad Q, fue inferior a 0.0001, lo cual indica que la heterogeneidad no solo es alta (Higgins, Thompson, Deeks, & Altman, 2003), sino también significativa. Como consecuencia, el efecto global calculado anteriormente no puede considerarse homogéneo y, por tanto, se debe proceder con un análisis que explique el origen de tal heterogeneidad.

Primeramente, se procedió con la detección de estudios con efectos atípicos (outliers) y que poseen una mayor influencia sobre el tamaño del efecto. Un análisis *leave one out* mostró que el estudio con mayor valor absoluto del *residuo estudentizado* fue (Wang et al., 2013) (>=2). Sin este trabajo, un nuevo cálculo del efecto global dio como resultado 0,79, con un intervalo de confianza del 95%, [0,72; 0,84]. La heterogeneidad descendió apreciablemente (I^2=83,96%), aunque sigue siendo significativa (p-valor < 0.0001). La Figura 2 resume este último análisis, y muestra además por cada estudio, el efecto estimado (Proporción) con su respectivo intervalo de confianza del 95%. Nótese que la columna Casos y Total, representan respectivamente, el número de individuos que evaluaron positivamente a Moodle y el tamaño de la muestra.

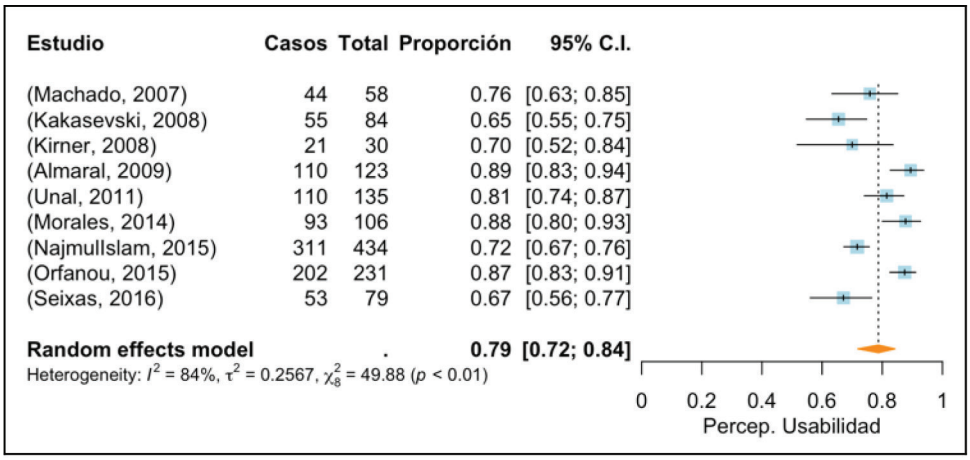


Figura 2 – Gráfico de bosque sobre percepción de usabilidad de Moodle.

Como elemento adicional, se analizó la influencia de las variables sustantivas y metodológicas en el efecto global. En el caso de la variable *Año de publicación*, se empleó un modelo de meta-regresión, mientras que, para el resto de las variables (categóricas), un análisis de subgrupos. En la Tabla 4 se muestra un resumen de estos análisis por cada una de las variables. En la columna Q_M se reporta el estadígrafo relacionado con la prueba de los moderadores realizada a cada variable en cuestión (Wolfgang, 2010). La columna siguiente, contiene el p-valor correspondiente a la prueba de moderadores. Finalmente, en la última columna se reporta la heterogeneidad residual que puede explicarse debido a la partición del conjunto de estudios de acuerdo a los niveles de la variable en cuestión.

Como se aprecia, las variables *Muestra mayor o igual a 100*, y *Participan Docentes* resultan significativas como moderadoras (p-valor < 0.05), siendo la heterogeneidad residual algo menor que cuando se compara con la calculada previamente, esto es, sin tener en cuenta las variables (Figura 2). Las Figuras 3 y 4 muestran como quedarían los análisis de subgrupos correspondientes a las variables encontradas como significativas.

Variable	Tipo de análisis	Q_M	p-valor	I^2 (%)
Año de publicación	Meta-regresión	0,10	0,75	85,94
Muestra mayor o igual a 100	Subgrupos	5,08	0,02	81,71
Participan Docentes	Subgrupos	5,26	0,02	72,24

Tabla 4. Análisis de las variables sustantivas y metodológicas.

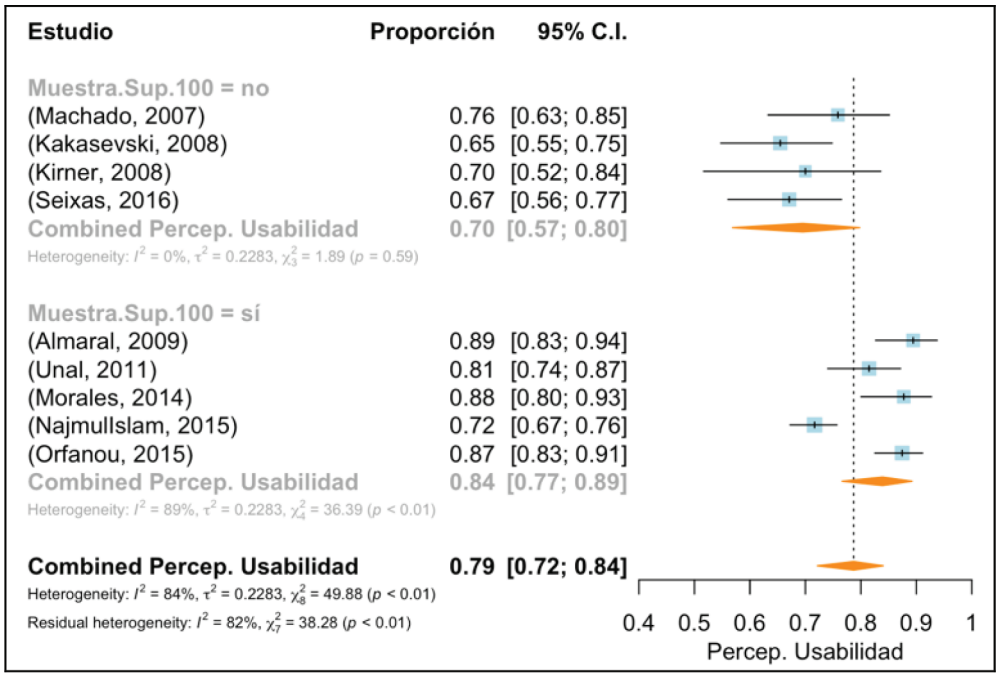


Figura 3 – Gráfico de bosque correspondiente al análisis de subgrupos de la variable Tamaño de muestra mayor igual a 100 (Muestra.Sup.100).

A partir de las Figuras 3 y 4, es posible que ver la diferencia de percepción de Usabilidad en cada subgrupo. Por ejemplo, en el caso de la variable *Tamaño de muestra mayor igual a 100*, aquellos estudios que no cumplen con esta propiedad, tienen un tamaño de efecto de 0,70, muy inferior en comparación con el otro subgrupo donde el efecto es de 0,84. De manera similar, para el caso de la otra variable (Figura 4), es posible apreciar que los estudios donde participan docentes, poseen una percepción menor de la usabilidad de Moodle (0,69) en comparación con aquellos donde participan solo estudiantes (0,83).

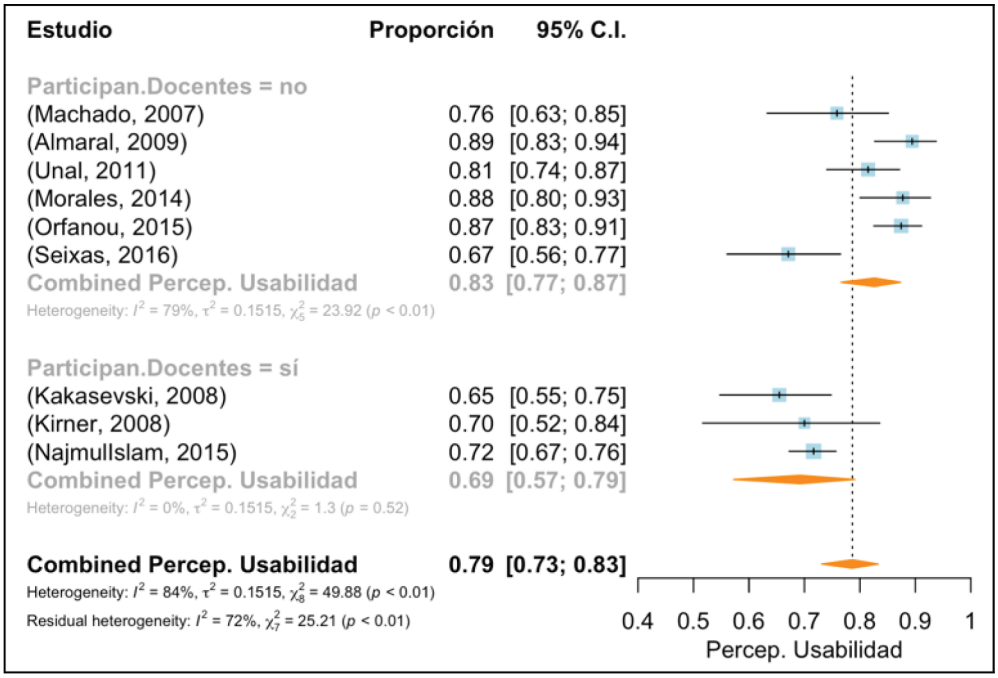


Figura 4 – Gráfico de bosque correspondiente al análisis de subgrupos de la variable Participan Docentes (Participan.Docentes).

Con el objetivo de identificar posibles sesgos de publicación en la muestra de estudios recolectados, se aplicó la prueba de asimetría de Egger. En la Figura 5, se muestra la

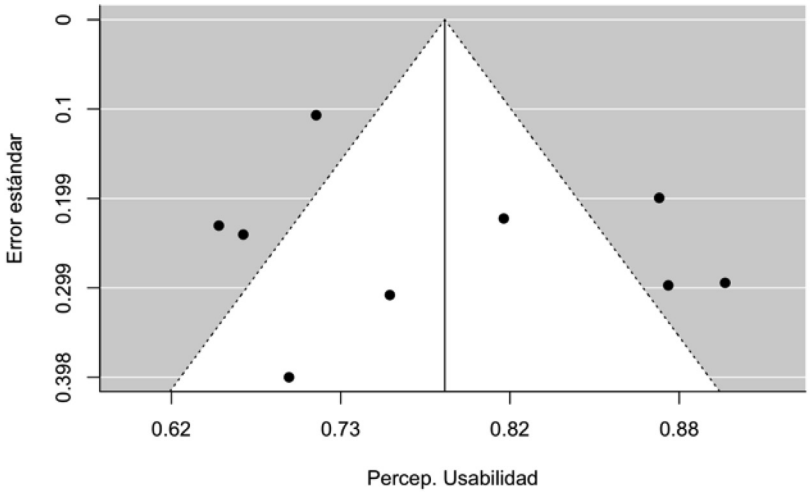


Figura 5 – Gráfico de embudo para los estudios considerados en el meta-análisis.

distribución de los estudios de acuerdo a sus respectivos errores estándar y su proporción estimada (satisfacción). En tal sentido, la prueba de Egger dio como resultado un valor *z* igual a 0,31, y un p-valor asociado de 0,76 > 0,05. Lo cual indica que no existe asimetría en el modelo.

4. conclusiones

Los resultados anteriormente descritos permiten responder, desde un punto de vista cuantitativo, las preguntas que originaron la presente investigación. En lo que sigue, se abordarán estas respuestas en el mismo orden que se formularon las preguntas.

¿Cuál es la percepción global de usabilidad que perciben los usuarios sobre Moodle?

De acuerdo al tamaño del efecto global calculado en el último análisis (0.79), la percepción de la usabilidad de Moodle que tienen los usuarios se puede catalogar de alta. Nótese que incluso, el valor inferior del intervalo de confianza es de 0.72. Sin embargo, estos resultados no son del todo homogéneos y por tanto se deben interpretar con precaución.

¿Ha variado esta percepción a lo largo del tiempo?

El análisis de meta-regresión aplicado a la variable *Año de publicación*, indica que la misma no es significativa como moderadora. De manera que no posee una influencia significativa en el tamaño del efecto (percepción de usabilidad). Por tanto, se concluye que dicha percepción (en general positiva) no ha variado en el tiempo.

¿Es sensible esta percepción al tamaño de la muestra empleada en los estudios?

El análisis de subgrupos realizado para esta variable indica que la percepción de usabilidad de Moodle varía si el tamaño de muestra es menor o mayor a 100 individuos. Por lo tanto, se puede concluir (al menos para los estudios considerados) que sí, la percepción es sensible a esta variable. Como se pudo apreciar en los resultados estadísticos, los estudios con menos individuos evaluando a Moodle, tienden a subvalorar su usabilidad, mientras que los estudios a mayor escala, sobrevaloran esta característica.

¿Son diferentes las percepciones de usabilidad en los estudios donde participan docentes a los que participan estudiantes solamente?

Sí, en efecto, los resultados del análisis de subgrupos correspondiente a la variable *Participan Docentes*, indica que la misma es significativa como moderadora. En especial, los estudios donde se incluyen a docentes tienden a subestimar la usabilidad, algo esperable si se tiene en cuenta que los docentes (usuarios con más experiencia y exigencias) suelen ser más críticos.

¿Se publican más trabajos sobre valoraciones positivas de Moodle en relación a las que son negativas?

En principio se puede afirmar que sí, dado que la mayoría de los trabajos reportan proporciones superiores al 0,5. Sin embargo, el análisis de sesgo de publicación, asumiendo que el valor de referencia es el tamaño del efecto calculado 0,79, indica que no existe una asimetría en la distribución de los trabajos. En otras palabras, existe una gran heterogeneidad de resultados tanto en valores de percepciones de usabilidad, como en precisión (en términos del error estándar).

Independientemente de las respuestas y conclusiones derivadas de la presente investigación, es importante advertir que las mismas deben interpretarse con precaución debido a la baja cantidad de estudios (tamaño de muestra) considerados en el meta-análisis. Sin embargo, la principal conclusión es que Moodle es usable, al menos es la percepción de una buena parte de los usuarios incluidos en los estudios recolectados. Dicha percepción no ha variado en el tiempo y es sensible a la cantidad y tipo de evaluadores. En nuestros trabajos futuros nos enfocaremos en analizar la satisfacción (aceptación) global sobre Moodle con la intención de acopiar una mayor cantidad de estudios, y al mismo tiempo, meta-analizar un constructo más general y de mayor impacto en la comunidad educativa internacional.

Referencias

Ahmad, N., & Al-khanjari, Z. (2011). Effect of Moodle on learning : An Oman perception. *International Journal of Digital Information and Wireless Communication (IJDIWC)*, *1*(4), 746–752.

Amaral, M. A., & Almeida, C. M. De. (2009). Usability and E-Learning : Moodle Assessment. In *Proceedings of the IADIS International Conference WWW/Internet 2009, ICWI 2009* (Vol. 1, pp. 303–311).

Bernard, R. M., Borokhovski, E., Schmid, R. F., Tamim, R. M., & Abrami, P. C. (2014). A meta-analysis of blended learning and technology use in higher education: From the general to the applied. *Journal of Computing in Higher Education*, *26*(1), 87–122. https://doi.org/10.1007/s12528-013-9077-3

Borenstein, M., Hedges, L. V., Higgins, J. P. T., & Rothstein, H. R. (2009). *Introduction to Meta-Analysis*. https://doi.org/10.1002/9780470743386

Brown, M. G. (2016). Blended instructional practice: A review of the empirical literature on instructors' adoption and use of online tools in face-to-face teaching. *Internet and Higher Education*, *31*, 1–10. https://doi.org/10.1016/j.iheduc.2016.05.001

Cole, J., & Foster, H. (2007). *Using Moodle: Teaching with the Popular Open Source Course Management System*. *Journal of Chemical Information and Modeling* (Vol. 53). https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004

Daniela, L., & Rūdolfa, A. (2019). Learning Platforms: How to Make the Right Choice. In *Didactics of Smart Pedagogy* (pp. 191–209). Springer.

Deepak, K. C. (2017). Evaluation of Moodle Features at Kajaani University of Applied Sciences-Case Study. In *Procedia Computer Science* (Vol. 116, pp. 121–128). https://doi.org/10.1016/j.procs.2017.10.021

Dougiamas, M., & Taylor, P. C. (2003). Moodle: Using Learning Communities to Create an Open Source Course Management System. In *Environment*. https://doi.org/10.1504/IJTPM.2011.042089

Feizabadi, N., Aliabadi, K., & Nili Ahmadabadi, M. . (2016). The impact on English learning software Moodle. *International Journal of Humanities and Cultural Studies Issn 2356-5926*, *special is*(February), 1427–1437.

Fenu, G., Marras, M., & Meles, M. (2017). A learning analytics tool for usability assessment in Moodle environments. *Journal of E-Learning and Knowledge Society*, *13*(3), 23–34. https://doi.org/10.20368/1971-8829/1388

Garcia, J., Somé, M., Ayguadé, E., Cabré, J., Casany, M. J., Frigola, M., ... Muñoz, P. (2012). CONFERENCE PROCEEDINGS IT or not to be : The impact of Moodle in the education of developing countries Case study : Implementation of a first year programming course. *1st Moodle Research Conference*, 14–15.

Garrison, D. R., & Kanuka, H. (2004). Blended learning: Uncovering its transformative potential in higher education. *Internet and Higher Education*, *7*(2), 95–105. https://doi.org/10.1016/j.iheduc.2004.02.001

Govender, I., & Rootman-le Grange, I. (2015). Evaluating the Early Adoption of Moodle at a Higher Education Institution. In *Proceedings of the 14Th European Conference on R-Learning (Ecel 2015)* (pp. 230–237).

Gurevitch, J., Koricheva, J., Nakagawa, S., & Stewart, G. (2018). Meta-analysis and the science of research synthesis. *Nature*, *555*(7695), 175–182. https://doi.org/10.1038/nature25753

Higgins, J. P. T., Thompson, S. G., Deeks, J. J., & Altman, D. G. (2003). Measuring inconsistency in meta-analyses. *BMJ (Clinical Research Ed.)*, *327*(7414), 557–560. https://doi.org/10.1136/bmj.327.7414.557

Kakasevski, G., Mihajlov, M., Arsenovski, S., & Chungurski, S. (2008). Evaluating usability in learning management system moodle. In *Proceedings of the International Conference on Information Technology Interfaces, ITI* (pp. 613–618). IEEE. https://doi.org/10.1109/ITI.2008.4588480

Kasim, N. N. M., & Khalid, F. (2016). Choosing the right learning management system (LMS) for the higher education institution context: A systematic review. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, *11*(6), 55–61. https://doi.org/10.3991/ijet.v11i06.5644

Kirner, T. G., Custódio, C. A., & Kirner, C. (2008). Usability Evaluation Of The Moodle System From The Teachers' Perspective. In M. B. Nunes & M. McPherson (Eds.), *IADIS International Conference eLearning* (Vol. 1, pp. 371–378). IADIS. Retrieved from http://www.iadis.net/dl/final_uploads/200805L048.pdf

Machado, M., & Tao, E. (2007). Blackboard vs. Moodle: Comparing user experience of learning management systems. In *Proceedings - Frontiers in Education Conference, FIE* (pp. SAJ7-SAJ12). IEEE. https://doi.org/10.1109/FIE.2007.4417910

Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., & Altman, D. G. (2010). Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: The PRISMA statement. *International Journal of Surgery*, *8*(5), 336–341. https://doi.org/10.1016/j.ijsu.2010.02.007

Mongeon, P., & Paul-Hus, A. (2016). The journal coverage of Web of Science and Scopus: a comparative analysis. *Scientometrics*, *106*(1), 213–228. https://doi.org/10.1007/s11192-015-1765-5

Morales, P. T., & Gómez, C. H. (2014). *Assessment of platforms E-learning moodle and webct for initial teacher training: A comparative study derived from students' experiences. Conceptual, Methodological and Practical Challenges on How and What People and Organizations Learn Across Time and Space*. Retrieved from https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84951106290&partnerID=40&md5=cce93003bb505d789b4824db9a1fd86c

Murillo, B., & Pow-Sang, J. (2018). A Systematic Mapping Review of Software Usability Metrics. *International Journal of Engineering & Technology*, *7*(3.13), 72. https://doi.org/10.14419/ijet.v7i3.13.16327

Najmul Islam, A. K. M., & Azad, N. (2015). Satisfaction and continuance with a learning management system comparing perceptions of educators and students. *International Journal of Information and Learning Technology*, *32*(2), 109–123. https://doi.org/10.1108/IJILT-09-2014-0020

Nyaga, V. N., Arbyn, M., & Aerts, M. (2014). Metaprop: a Stata command to perform meta-analysis of binomial data. *Archives of Public Health*, *72*(1), 39. https://doi.org/10.1186/2049-3258-72-39

Orfanou, K., Tselios, N., & Katsanos, C. (2015). Perceived usability evaluation of learning management systems: Empirical evaluation of the system usability scale. *International Review of Research in Open and Distance Learning*, *16*(2), 227–246. https://doi.org/10.19173/irrodl.v16i2.1955

Park, Y., & Jo, I. H. (2017). Using log variables in a learning management system to evaluate learning activity using the lens of activity theory. *Assessment and Evaluation in Higher Education*, *42*(4), 531–547. https://doi.org/10.1080/02602938.2016.1158236

Piña, A. A. (2010). *An Overview of Learning Management Systems. Learning Management System Technologies and Software Solutions for Online Teaching*. https://doi.org/10.4018/978-1-61520-853-1.ch001

Romero, C., Ventura, S., & García, E. (2008). Data mining in course management systems: Moodle case study and tutorial. *Computers and Education*, *51*(1), 368–384. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2007.05.016

Sahid, D. S. S., Santosa, P. I., Ferdiana, R., & Lukito, E. N. (2017). Evaluation and measurement of Learning Management System based on user experience. In *Proceedings - 2016 6th International Annual Engineering Seminar, InAES 2016* (pp. 72–77). IEEE. https://doi.org/10.1109/INAES.2016.7821910

Seixas, C. A., De Godoy, S., Martins, J. C. A., Mazzo, A., Baptista, R. C. N., & Mendes, I. A. C. (2016). Usability Assessment of Moodle by Brazilian and Portuguese Nursing Students. *CIN - Computers Informatics Nursing*, *34*(6), 266–271. https://doi.org/10.1097/CIN.0000000000000237

Snider, J., & Martin, F. (2012). *Evaluating web usability. Performance Improvement* (Vol. 51). https://doi.org/10.1002/pfi.21252

Tight, M. (2018). Systematic reviews and meta-analyses of higher education research. *European Journal of Higher Education*, 1–20. https://doi.org/10.1080/21568235.2018.1541752

Ullman, C., & Rabinowitz, M. (2004). Course Management Systems and the Reinvention of Instruction. *T.H.E. Journal*. Retrieved from http://www.thejournal.com/articles/17014

Unal, Z. (2011). Evaluating and Comparing the Usability of Web-based Course Management Systems. *Journal of Information Technology Education*, *10*(21), 19–38. https://doi.org/10.28945/1358

Vo, H. M., Zhu, C., & Diep, N. A. (2017). The effect of blended learning on student performance at course-level in higher education: A meta-analysis. *Studies in Educational Evaluation*, *53*, 17–28. https://doi.org/10.1016/j.stueduc.2017.01.002

Wang, Y. H., Tseng, Y. H., & Chang, C. C. (2013). Comparison of students' perception of Moodle in a Taiwan university against students in a Portuguese university. *Lecture Notes in Computer Science (Including Subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, *8167 LNCS*, 71–78. https://doi.org/10.1007/978-3-642-41175-5_8

Wolfgang, V. (2010). Conducting meta-analyses in R with the metafor package. *Journal of Statistical Software*, *36*(3), 1–48.

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

Recebido/Submission: 25/10/2018
Aceitação/Acceptance: 09/12/2018

Emprendimiento en la Educación Media Superior: Estudio Comparativo entre Baja California y Tamaulipas

Mónica Lorena Sánchez Limón[1], Yesenia Sánchez Tovar[2], Virginia Guadalupe López Torres[3], Yorberth Montes de Oca Rojas[4]

msanchel@docentes.uat.edu.mx, **yesanchez@docentes.uat.edu.mx**, **virginia.lopez@uabc.edu.mx**, yorberth@hotmail.com

[1] Profesora e investigadora Universidad Autónoma de Tamaulipas. CP 87020, Cd. Victoria, Tamaulipas, México.

[2] Profesora e investigadora Universidad Autónoma de Tamaulipas. CP 87020, Cd. Victoria, Tamaulipas, México.

[3] Profesora e investigadora Universidad Autónoma de Baja California. CP 22800, Ensenada, Baja California, México.

[4] Profesora e investigadora Universidad del Zulia. Cd. Maracaibo, Venezuela.

Pages: 122–137

Resumen: En este trabajo se estudia el emprendimiento en la educación media superior, el mismo se realiza en dos estados del país que comparten características económicas similares, por estar ubicados al norte de México en frontera con Estados Unidos. La metodología está referida a la aplicación de un modelo de regresión lineal por grupos, categorizando estos datos por entidad, para el primer grupo Baja California y para el segundo Tamaulipas, se aplicó un cuestionario de 45 preguntas a 728 alumnos de nivel medio superior de ambos estados. Los resultados obtenidos indican que las variables, conocimiento de entorno y finanzas personales tienen un impacto mayor en el emprendimiento en Tamaulipas que en Baja California, contrario a la variable de conocimiento de finanzas, la cual mantiene un efecto mayor en Baja California.

Palabras-clave: emprendimiento; educación; finanzas

Entrepreneurship in Higher Secondary Education: comparative Study between Baja California and Tamaulipas

Abstract: In this paper, entrepreneurship in upper secondary education is studied, it is carried out in two states of the country that share similar economic characteristics, because they are located in northern Mexico on the border with the United States. The methodology is related to the application of a linear regression model by groups, categorizing these data by entity, for the first Baja California group and for the second Tamaulipas, a questionnaire of 45 questions was applied to 728 students of upper secondary level of both state. The results obtained indicate that

the variables, knowledge of the environment and personal finances have a greater impact on entrepreneurship in Tamaulipas than in Baja California, contrary to the financial knowledge variable, which maintains a greater effect in Baja California.

***Keywords**:* entrepreneurship; education; finance

1. Introducción

Una década después de haberse iniciado transformaciones políticas y económicas en México, se producen reformas en el Sistema de Educativo Nacional, con varias particularidades en la Educación Media Superior[1], cuyos fines han sido la creación de condiciones administrativas y políticas para una nueva orientación de la educación en el país.

Las nuevas políticas estatales son promotoras de una educación más social y con igualdad, se corresponde a un Estado que se traza como meta alcanzar justicia y bienestar social de modo transversal en todas las políticas públicas con la llegada de López Obrador, a la presidencia de la México en el año 2018, lo cual marca un distanciamiento de las políticas asociadas al impulso de la economía de mercado con orientación neoliberal que centran la atención en el crecimiento económico, al cual subordinan el bienestar social.

Si bien el sistema de educación medio superior ha pasado por problemas y por la posibilidad de procesos de privatización de la educación en todas sus dimensiones, ha repercutido en la inserción y prosecución de los estudiantes en su proceso de formación, sin embargo, se deben establecer condiciones para que se continúen con la formación de los estudiantes lo cual requiere de adaptaciones a la infraestructura existente y al avance del desarrollo tecnológico, para el crecimiento y desarrollo de la sociedad.

La educación media superior, es un nivel relevante que conforma el sistema educativo en México, actualmente se caracteriza por la problemática de continuidad en su educación y disponibilidad económica para pagar y mantenerse en el sistema educativo, lo que ha generado que las familias y los propios estudiantes busquen nuevas alternativas de trabajo de manera que se les facilite el bienestar social a los bachilleres.

El propósito de este trabajo es estudiar el emprendimiento en la educación media superior en los estados de Baja California y Tamaulipas, durante los últimos dos años, particularmente se abordan los factores del conocimiento del entorno y conocimiento de las finanzas para el emprendimiento en dos estados del país que comparten características económicas similares, por estar ubicados al norte de México en frontera con Estados Unidos, lo que permite evaluar si las homogeneidad de la región en cuanto a la situación geográficas en las que se encuentran dichos estados fronterizos, además de determinar si dicha localización es factor para encontrar resultados similares en el análisis realizado.

1.1. Aproximación al concepto de emprendimiento

A partir de la década pasada la producción de conocimiento científico sobre el emprendimiento ha marcado puntos de referencias para extraer las características del fenómeno, autores tales como Baughn et al (2006), Williams (2004), Jackson et

[1] El nivel medio-superior comprende el nivel de bachillerato en México, así como los demás niveles equivalentes a éste, y la educación profesional que no requiere bachillerato o sus equivalentes.

al. (1999), Reynolds (1997) indican que el emprendimiento es una fuente primordial de crecimiento económico. Este conocimiento producido trata de vincular el desarrollo económico con la demanda de innovación tecnológica en la industria (Rothaermel, Agung y Jiang, 2007), en este sentido se vuelve un tema importante tratar de identificar los factores determinantes del emprendimiento.

Aunado a lo anterior la Teoría de la Motivación Humana ha clasificado a las motivaciones para emprender, de acuerdo con su origen, en factores endógenos y factores exógenos (Quevedo, Izar & Romo, 2010).

Los factores endógenos que estos autores han identificado son: audacia, pasión, creatividad, liderazgo, innovación, competitividad, intuición, empuje, persuasión, eficacia, capacidad de gestión, aventura. También puede incluirse en estos factores la visión que el potencial emprendedor tiene de sí mismo, todo esto englobado en un enfoque individual del emprendimiento, donde el rol del emprendedor tiene el papel más importante en la creación de empresas.

Por otro lado Gnyawali y Fogel (1994) definen al entorno emprendedor como las condiciones sociales, políticas, económicas y marco regulatorio que hacen parte de los factores exógenos del emprendimiento, dividiéndolos en dos categorías: la primera son los aspectos que influyen en la voluntad y habilidades del emprendedor para iniciar actividades y, la segunda, a la disponibilidad de servicios de apoyo y capacitación al emprendedor en su proceso de creación y gestión de la empresa.

Este estudio retoma el concepto de capacidades que ofrece Nussbaum (2011), quien afirma que estas no son solo habilidades que posee la persona, sino también las libertades o las oportunidades creadas por la combinación de las capacidades personales y el entorno político, social y económico las que inciden en el emprendimiento, de lo anterior se propone analizar la al emprendimiento a partir de dos determinantes como lo son conocimiento de entorno y las el conocimiento de las finanzas que a continuación se desarrollan:

Urbano y Díaz (2009) establecen que el entorno institucional en cada región o país es determinante definiendo las oportunidades disponibles (de negocios o no), al conocimiento que se tenga de ellas, al desarrollo de habilidades y capacidades para emplearlas de manera adecuada forma parte del impulso que desencadena la creación de una empresa.

En este sentido, la teoría económica institucional de North (2006) explica que el mediante el entorno social y cultural se generan los procesos económicos, dicho sistema institucional es muy complejo, siguiendo con esta teoría, las instituciones establecen las reglas en una sociedad y delimitan las ideas que dan forma a la interacción humana; por consiguiente, estructuran incentivos en el intercambio humano, de tipos político, social o económico. Así, este marco regulatorio (derechos de propiedad, legislación mercantil, impuestos, trámites de constitución, ideas, creencias culturales, género, actitudes hacia el empresario, etc.) influyen en la aparición y crecimiento de nuevas empresas.

Por otro lado el ámbito académico realiza esfuerzos continuos para enseñar más del proceso emprendedor y denotar las fuerzas de empuje dentro de los emprendedores (Kuratko, 2005) ayudando a conocer las instituciones que forman parte del entorno

emprendedor. Académicos como Slaughter y Leslie (1997) y Etzkowitz (2003) mencionan que el emprendimiento universitario tiene alta relevancia por la inclusión de centros de transferencia tecnológica, que se convierten en instituciones de soporte en la creación y crecimiento de las empresas.

Así mismo Clark (2003) explica que el emprendimiento universitario es el conjunto de organizaciones donde el riesgo es un fenómeno normal y se promueve a la innovación y capacidades dinámicas, con el fin de incrementar los conocimientos para realizar comercialización y explotación de ganancias en los nuevos negocios.

También se considera que los negocios que incorporan conocimiento poseen procesos más inteligentes al ofertar productos y servicios (Coduras, Urbano, Rojas y Martínez, 2008). Además la academia crea la conectividad para que la gente transfiera las ideas creativas a la realidad, haciendo uso de la infraestructura que se torna no sólo en un entorno de emprendimiento si no idealmente en un entorno de innovación (Crow, 2008).

El conocimiento de entorno es importante en las etapas iníciales de la creación de empresas, dicho conocimiento permite tomar ventajas en una localidad específica a través del contacto con científicos e ingenieros y personal académico que tienen vínculos tanto nacionales como internacionales. Además la transferencia de este conocimiento permite analizar las condiciones, sistémicas y complejas del entorno que provoca un ágil desenvolvimiento del negocio traducido en éxito emprendedor.

En este sentido, este tipo de conocimiento del entorno, económico, político, social, cultural, ambiental entre otros influyen significativamente en el tipo de emprendimiento que se quiera generar, en el sentido de que se convierte en un factor que lo acelera pero que a su vez le otorga argumentaciones para que el mismo produzca conocimiento sobre las verdaderas necesidades que están en la realidad.

Partiendo del enfoque individual del emprendimiento donde se resaltan las características del emprendedor, se han realizado estudios que enfatizan las habilidades individuales, disposiciones y atributos emprendedores, para establecer una nueva empresa en los que se ha explorado el rol de la personalidad, motivación y disposición en el emprendimiento (Roberts, 1991; Shane, 2004).

Aunado a lo anterior, se puede observar que una de las habilidades que el emprendedor debe tener, es el concomimiento sobre financiamiento para el negocio, es decir encontrar las potenciales fuentes de financiamiento dependiendo de la etapa de la empresa (Cortés y Echecopar, 2008), el financiamiento bancario para la nueva empresa es un reto difícil de alcanzar por el riesgo que implica el desarrollo de nuevas ideas de negocio, por tanto el capital suele obtenerse de familiares, prestamistas, inversionistas informales, amigos, entre otros (Autio, Wong y Reynolds, 2003; Bygrave y Hunt, 2004; Wong, Ho y Autio, 2005).

Además, existen diferentes estudios empíricos como los de Elosegui *et al.* (2007) y Cuervo (2007), que indican una relación positiva entre financiamiento y desempeño de la empresa; por lo que, de manera inversa se define que la falta de acceso al financiamiento inhibe el surgimiento y desarrollo de los negocios.

Así mismo las habilidades financieras permiten identificar oportunidades, reunir y motivar los recursos que se necesitan para implementar los mecanismos que permitan iniciar y hacer crecer una empresa (Honig, 2004), esto se puede obtener a través de

formación académica provocando la obtención de mejoras de las capacidades cognitivas que permitan un alto nivel de conocimientos de entorno como financiero en pro del emprendimiento (DeTienne y Chandler, 2004).

No obstante la desventaja de las pequeñas empresas es que no siempre cuentan con una fuente de financiamiento, debido a la nula experiencia y el costo para emprender una innovación, además del tiempo de espera para obtener el retorno de la inversión, lo que convierte a las habilidades para acceder al financiamiento primordiales para su sobrevivencia (Zott, 2009).

También estas habilidades permiten la supervivencia de los negocios en momentos de crisis y crear una ventaja competitiva y de expansión de los emprendimientos (De la Cerda, 2009), por otro lado es indispensable aprovechar el capital semilla y el conocimiento de programas públicos de fomento para el emprendimiento en los primeros años del negocio (Benedicto, 2008; Kantis et al, 2004). Aunado a lo anterior, el surgimiento de instituciones de apoyo permiten nutrir de habilidades financieras a los emprendedores, así como capacitación legal que permita una ágil apertura de empresas (Chan & Lau, 2005; Lalkalka, 2003).

Este tipo de conocimiento apoyará el existo y la sustentabilidad sobre el emprendimiento las finanzas puedes ser planteadas desde lo personal como las generadas desde las instituciones del Estado o privadas promotoras de un emprendimiento particular, en este sentido los emprendimientos por lo general vienen atender las exigencias planteadas en los planes de desarrollo de los estados y del país, en ellos se consideras las áreas clave de desarrollo de los territorios los mimos definen aspectos sobre tecnología e innovación necesarias para el emprendimiento sin embargo las finanzas independientemente de donde son generadas son relevantes por los apoyos y sustentabilidad en el tiempo.

La Educación Media Superior se ubica en el nivel intermedio del sistema educativo nacional en México, en su devenir histórico la misma desde lo formal se inicia con la Escuela Nacional Preparatoria creada en 1867, como un vínculo entre la educación básica y la superior. Con el paso del tiempo, este nivel dio origen a la educación secundaria de tres años y a la educación media superior. Posteriormente surgieron modalidades para facilitar la incorporación de sus egresados al mercado laboral, producto éstas del desarrollo económico del país y del propio sistema educativo.

Actualmente, existen tres tipos de programa entre los que se identifican: el *bachillerato general*, cuyo propósito principal es preparar a los alumnos para ingresar a instituciones de educación superior, *el profesional técnico*, que proporciona una formación para el trabajo, y el bivalente o bachillerato tecnológico, que es una combinación de ambas.

Los *bachilleratos general* y tecnológico se imparten bajo las modalidades de enseñanza abierta y educación a distancia. Asimismo, la opción técnica ofrece ya, la posibilidad de ingreso a la educación superior, para efectos de este trabajo se ubica en el bachillerato general.

Unos de los retos de la educación media superior, en los actuales momentos que vive México se orientan a) atender la creciente demanda de Educación Media Superior en los próximos años; b) minimizar las diferencias de tipo regional y social en la atención a la demanda de la población; c) contar con una planta docente competente y adecuadamente remunerada; d) Transformar la gestión administrativa de la educación media superior.

2. Metodología

La metodología es de tipo descriptiva de campo, se centra en una plataforma de corte cuantitativo, correlacional, causal y transversal, puesto que el objetivo de éste trabajo es determinar el impacto de las finanzas personales de los estudiantes en la orientación emprendedora de los mismos.

Para llevar a cabo la investigación se obtiene la muestra del estado de Tamaulipas y Baja California que con información de la Secretaria de Educación Pública, indica que existen 216,438 alumnos de educación media superior del sector público, considerando éste número como las población del estudio, se estimó que el tamaño mínimo de la muestra es de 728, con un error de muestreo del 4% y un nivel de confianza del 96%, lo cual es el resultado de aplicar la fórmula para obtener el tamaño de la muestra para una población finita y conocida, dicha muestra se supera encuestando a 770 alumnos.

En este sentido, se realiza un análisis factorial para comprobar los factores que conforman el conocimiento del entorno, las finanzas personales como factores importantes para la generación de emprendimiento

3. Resultados

La realidad en México sobre emprendimiento destaca este sector de bachilleres con una intensión plena de crear ideas con valor que ponen y reactivan al sector productivo del país con la intensión de buscar mejoras y un bienestar social, se resalta dos aspectos:

En primera instancia, se realiza el análisis de componentes principales y rotación varimax, obteniendo para conocimiento del entorno 2 dimensiones (CEF1 como conocimientos de economía local y CEF2 como conocimientos de economía internacional), cuyos ítems poseen cargas factoriales superiores a 0.4, lo que indica que son representativos de la variable, así también el KMO es adecuado debido a que es mayor a 0.823, como se puede observar en la tabla 1.

3.1. Conocimiento de entorno

Factor	Código	Ítem	Comunalidades		Alfa	KMO
CEF2	CE5	Subirá la paridad peso dólar	.006	.817	0.473	0.823
	CE6	Subirá la tasa de interés	.203	.766		
CEF1	CE7	Tendré que usar bicicleta ante el costo del transporte/gasolina	.806	.251	0.690	
	CE8	Tendré que traer lonche porque no poder comprar en la cafetería	.838	.106		
	CE9	Mis padres me reducirán mi mesada	.688	-.011		

Tabla 1 – Análisis factorial de conocimiento de entorno

Para continuar con el análisis se identifican los factores del constructo finanzas personales, de dicho análisis se obtienen los factores FPF1 como experiencia laboral y FPF2 como finanzas personales, éstas dimensiones muestran cargas factoriales mayores a 0.5, para la muestra que estamos analizando (superior a 700) el valor adecuado es 0.3, por lo que cumple con éste criterio (tabla 2).

Factor	Código	Ítem	Comunidades		KMO
FPF2	FP1	Has trabajado alguna vez	-.169	.696	0.535
	FP5	Eras (eres) empleado formal con prestaciones	.128	.763	
FPF1	FP6	Tus gastos semanales en estudio, transporte, ocio y otros ascienden a	.724	.029	
	FP7	Señala para que ahorras	.622	-.064	
	FP8	Cuánto dinero crees que necesitarías mensualmente para independizarte	.541	-.013	

Tabla 2 – Análisis factorial de finanzas personales.

Siguiendo con la identificación de los factores del estudio, se encuentra que para conocimiento de finanzas existen dos dimensiones CFF1 como habilidades gerenciales y CFF2 como conocimientos de finanzas nivel superior, con 6 y 5 ítems respectivamente, cuyas cargas factoriales superan el valor de 0.55 como se puede observar en la tabla 3.

Factor	Código	Ítem	Comunidades		Alfa	KMO
CFF1	CF1	Conocimiento de plan de pensiones/afore	.607	.232	0.791	0.834
	CF2	Conocimiento de fondo de inversión	.615	.146		
	CF3	Conocimiento de renta fija, renta variable	.630	.021		
	CF4	Conocimiento de emisión de deuda	.795	.058		
	CF5	Conocimiento de fuente de financiamiento	.789	.080		
	CF6	Conocimiento de impuestos, licencias y derechos	.705	.073		
CFF2	CF9	Crees que alguien de tu familia conoce conceptos financieros	.106	.634	0.623	
	CF10	La inflación es producto del aumento del precio y servicios existentes en el mercado durante un periodo de tiempo	.002	.650		
	CF11	La tasa de interés o precio del dinero es la cantidad que se abona en una unidad de tiempo por cada unidad de capital invertido	.066	.624		
	CF12	La tasa de interés interbancaria de equilibrio (TIIE) establece una tasa que logre representar de manera más fiel las condiciones del mercado	.094	.704		
	CF13	El poder adquisitivo está determinado por una cantidad de bienes y servicios que pueden ser comprados con una suma especifica de dinero	.192	.578		

Tabla 3 – Análisis factorial de conocimiento de finanzas.

Para finalizar con el análisis de componentes principales se obtienen 3 factores para la variable de orientación emprendedora (EMF1 como intención para emprender, EMF2 como conocimientos de entorno para emprender, EMF3 como rasgos personales para emprender), donde se observa que el ítem EM19 posee la menor carga factorial con un valor de 0.474 y el ítem con mayor carga es EM23 con 0.837 (tabla 4).

Factor	Código	Ítem	Comunidades			Alfa	KMO
EM3	EM7	Estarías dispuesto a ir a trabajar a otro país	.011	-.031	.541	0.381	
	EM9	Piensas que hay bastantes oportunidades para ser empleado y percibir un buen ingreso	.016	.007	.720		
	EM11	Piensas que hay bastantes oportunidades para crear tu propia empresa	-.006	.094	.718		
EM2	EM16	Crees que el gobierno puede apoyarte para montar tu empresa	-.043	.706	-.011	0.316	
	EM17	Conoces algunos programas	.035	.802	-.066		
	EM19	Qué tipo de formación consideras más útil para crear una empresa	-.060	.474	.114		
EM1	EM20	IMPORTANCIA DE TU FORMACION	.730	.405	-.080	0.854	.815
	EM21	Importancia de oportunidades de financiamiento	.738	.385	-.100		
	EM22	Importancia de apoyo publico	.598	-.061	.047		
	EM23	Importancia de hacer un plan de negocios	.837	-.054	.028		
	EM24	Importancia de educación financiera	.825	-.082	.004		
	EM25	Importancia de innovación de producto/servicio	.831	-.071	-.002		
	EM26	Importancia de capital relacionado (relaciones publicas)	.777	-.108	.040		
	EM27	Importancia de tu perseverancia/tenacidad	.824	-.051	.012		

Tabla 4 – Análisis factorial de emprendimiento.

Una vez obtenidas las dimensiones de cada constructo se procede a identificar las relaciones que existen entre ellas, de ésta manera se realiza el análisis de correlación resaltando las relaciones altamente significativas del factor 1 de emprendimiento con los factores de conocimiento del entorno (CEF1) y conocimiento de finanzas (CFF1), por otro lado el factor de emprendimiento 2 se relaciona con la segunda dimensión

de finanzas personales y con los dos factores de conocimiento de finanzas, también se nota que el último factor de emprendimiento (EMF3) no sostiene ninguna relación con alguno de los demás factores.

		CEF1	CEF2	FPF1	FPF2	CFF1	CFF2
EMF1	Correlación de Pearson	.105**	-.024	.059	.042	-.126**	.037
	Sig. (bilateral)	.003	.503	.100	.244	.000	.308
EMF2	Correlación de Pearson	.070	.053	-.001	.128**	.094**	.071*
	Sig. (bilateral)	.053	.144	.983	.000	.009	.049
EMF3	Correlación de Pearson	-.060	.047	-.054	.039	.024	.053
	Sig. (bilateral)	.097	.194	.132	.282	.510	.143

**. La correlación es significante al nivel 0,05 (bilateral).*

***. La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).*

Tabla 5 – Análisis de correlación.

En la sección anterior se identificaron las relaciones que existen entre emprendimiento, conocimiento del entorno, finanzas personales y conocimiento de finanzas, con el fin de contrastar cuál es grado de impacto de los determinantes del emprendimiento, se ejecuta el análisis de regresión lineal para cada factor de emprendimiento que resultó con relaciones significativas con P valor inferior 0.05, se divide la base de datos por estado para realizar el análisis comparativo, en primera instancia se presentan los resultados para EMF1 en la tabla 6.

Estado		Coeficientes no estandarizados		T	Sig.
Baja California		B	Error típ.		
	(Constante)	.089	.060	1.496	0.878
	CEF1	.070	.062	1.126	0.261
	CFF1	-.162	.065	-2.480	0.014
	Ajuste del modelo	F	3.409	Sig. .035(*)	
		R	0.168		
		R2	0.028		
		R2 CORR	0.02		
Tamaulipas		B	Error típ.		
	(Constante)	-.053	.045	-1.174	.241
	CEF1	.164	.045	3.666	.000
	CFF1	.135	.043	-3.147	.002
	Ajuste del modelo	F	10.388	Sig. .000(**)	
		R	0.194		
		R2	0.038		
		R2 CORR	0.034		

Tabla 6 – Análisis de regresión para EMF1.

De éste modelo se puede resaltar que el conocimiento del entorno en Tamaulipas tiene impacto positiva con el emprendimiento, así mismo, el valor del r^2 corregido es mayor para Tamaulipas. Enseguida se analizan las relaciones del segundo factor de emprendimiento en ambas entidades (Tabla 7).

Estado		Coeficientes no estandarizados		t	Sig.
		B	Error típ.		
Baja California	(Constante)	-0.022	0.045	-0.487	0.627
	FPF2	0.021	0.043	0.48	0.632
	CFF1	0.122	0.05	2.453	0.015
	CFF2	0.111	0.047	2.374	0.018
	Ajuste del modelo	F	3.836	Sig. .010(*)	
		R	0.217		
		R^2	0.047		
		$R^{2\ CORR}$	0.035		
Tamaulipas		B	Error típ.		
	(Constante)	0.009	0.048	0.198	0.844
	FPF2	0.167	0.048	3.455	0.001
	CFF1	0.075	0.046	1.639	0.102
	CFF2	0.047	0.047	1.005	0.315
	Ajuste del modelo	F	5.556	Sig. .001(**)	
		R	0.175		
		R^2	0.031		
		$R^{2\ CORR}$	0.025		

Tabla 7 – Análisis de regresión para EMF2.

3.2. Análisis descriptivo de las variables

De las variables que resultaron seleccionadas en el análisis factorial, se tiene que, para el factor de conocimiento de entorno se obtuvieron dos dimensiones, los ítems que componen el factor 2 mantienen una media cercana a 1, es decir que los alumnos encuestados cuentan con un nivel de conocimiento del entorno cercano al satisfactorio, a diferencia del factor 1, esta dimensión tiene valores medios cercanos a 2 lo que indica un nivel medio de conocimiento de medio ambiente empresarial (Tabla 8).

Continuando con el análisis descriptivo, se presentan los resultados que definen a la variable de finanzas personales de los alumnos encuestados, dicho análisis refleja un nivel medio alto en los ítems del factor 2 que permiten observar que una buena cantidad

de los encuestados ha tenido un trabajo estable, por otro lado el factor 2 tiene valores cercanos a 4, esto se puede interpretar como un nivel de finanzas alto (tabla 9).

Factor	Código	Media	DE
CEF2	CE5	1.418	.7605
	CE6	1.478	.8091
CEF1	CE7	1.897	.7498
	CE8	1.848	.7655
	CE9	1.910	.7918

Tabla 8 – Análisis descriptivo de finanzas personales.

Factor	Código	Media	DE
FPF2	FP1	1.387	.5231
	FP5	1.843	.3104
FPF1	FP6	3.844	1.3823
	FP7	3.707	1.7174
	FP8	3.686	2.3086

Tabla 9 – Análisis descriptivo de finanzas personales.

En lo concerniente al conocimiento de finanzas se obtienen resultados bastante favorables con un nivel de conocimiento alto, resaltando ítems como “conocimiento de fondo de inversión” y “conocimiento de fuentes de financiamiento”, es decir que los alumnos tienen una certidumbre de las fuentes de financiamiento que emplearían en caso de llevar a cabo un emprendimiento, por otro lado el conocimiento de elementos de finanzas de carácter más técnico resulta con un valor medio, por ejemplo el ítem “la tasa de interés o precio del dinero es la cantidad que se abona en una unidad de tiempo por cada unidad de capital invertido”, con un valor cercano a 2 (tabla 10).

Factor	Código	Media	DE
CFF1	CF1	1.340	.6865
	CF2	1.292	.7237
	CF3	1.381	.6777
	CF4	1.545	.7714
	CF5	1.395	.7124
	CF6	1.249	.5871
CFF2	CF9	1.403	.7604
	CF10	1.747	.8540
	CF11	1.957	.8854
	CF12	1.817	.8838
	CF13	1.578	.8049

Tabla 10 – Análisis descriptivo de conocimiento de finanzas.

Para finalizar con el análisis descriptivo de las variables del estudio, se presentan los resultados del factor de emprendimiento, resultando un nivel medio alto de orientación emprendedora para la dimensión 3, que corresponde a ítem que describen la viabilidad de emprender, pero para la dimensión 2 los resultados no son tan favorecedores con un nivel medio alto de los factores de emprendimiento, dichos factores consisten en la vinculación de instituciones gubernamentales y la academia, en este sentido los alumnos se muestran en desacuerdo con las políticas públicas como programas de apoyo y capacitación, considerando un soporte medio. Por último la dimensión 3 presenta valores muy altos de la relevancia de los factores determinantes de la orientación emprendedora que consisten no sólo en los rasgos individuales del emprendedor, sino también la formación emprendedora y el respaldo de las instituciones públicas, la mayoría de estos ítems obtuvieron valores superiores a 4, destacando el ítem "importancia de hacer un plan de negocios", lo que indica que el alumno ya no iniciaría una empresa sin planeación, sino también da relevancia a la innovación en el emprendimiento, como indica el ítem "importancia de innovacion de producto/servicio" (tabla 11) .

Factor	Código	Media	DE
EM3	EM7	1.075	.3197
	EM9	1.488	.5121
	EM11	1.582	.5856
EM2	EM16	1.445	.5535
	EM17	1.783	.4763
	EM19	2.208	1.3146
EM1	EM20	4.158	1.4068
	EM21	4.021	1.2902
	EM22	3.819	1.1929
	EM23	4.436	1.0092
	EM24	4.283	1.0449
	EM25	4.231	1.0820
	EM26	4.089	1.0860
	EM27	4.342	1.0925

Tabla 11 – Análisis descriptivo de emprendimiento.

En esta sección se analizan las variables dependientes e independientes del estudio, con el fin de contrastar los dos estados en lo concerniente al conocimiento de entorno, conocimiento de finanzas y las finanzas personales de los alumnos de bachillerato, además de la variable de orientación emprendedora.

Para iniciar se observa en la Gráfica 1 los ítems correspondientes al conocimiento de entorno, los primeros valores que se pueden observar competen a la paridad peso dólar y la tasa de interés, los porcentajes son muy altos, esto debido a que las entidades en cuestión son fronterizas, además de esto se tiene que para el ítem "mis padres me reduciran mi mesada", para Baja California muestra una notable diferencia afirmando

la reducción del ingreso, esto puede ser porque en dicho estado la paridad peso dólar afecta más por la intensa interacción con Estados Unidos, por otro lado el nivel de conocimiento del costo del transporte o gasolina en Tamaulipas es mayor, este ítem se ve afectado en Baja California con un 62% de un valor negativo y los alumnos tamaulipecos un valor negativo de 40 . Para seguir con el análisis de contraste de ambos estados en cuestión, se presentan los resultados obtenidos de las finanzas personales de los alumnos, considerando que un alto nivel de finanzas favorecen al emprendimiento, en este sentido, se tiene que en el factor 2 de esta variable sus valores son muy similares de ambas entidades, destacando Baja California en el número de alumnos trabajadores, sin embargo los ítems del factor 1 favorecen el nivel de finanzas de los tamaulipeco, particularmente en las preguntas que se refieren a gastos y ahorro para independizarse

Además de contar con buen nivel de finanzas personales, el alumno debe contar con un buen grado de conocimiento de finanzas, como inflación, deuda, rentabilidad, fuentes de financiamiento, tasa de interés entre otros tecnicismos, en lo que se refiere a estos términos se puede observar que el nivel de conocimiento es alto, destacando conocimiento de fuentes de financiamiento, conocimiento de impuestos, licencias y pago de derechos, conocimiento de fondos de inversión, además de lo anterior también destaca la homogeneidad de los resultados en ambas entidades, sólo en el ítem de "la tasa de interes interbancaria de equilibrio (TIIE) establece una tasa que logre representar de manera más fiel las condiciones del mercado", muestra una ventaja favorecedor para Baja California.

Para finalizar con este estudio de análisis estratégico se presentan los resultados de la variable dependiente, donde los factores 2 y 3 muestran valores medio altos de los factores determinantes de la orientación emprendedora, en percepciones de movilidad, mejorar ingreso, oportunidad de negocio, programas de apoyo y capacitación, así también se muestra que Baja California muestra un mayor nivel de orientación emprendedora en programas gubernamentales de apoyo y capacitación. Por último los valores del factor 1 de orientación emprendedora vuelven a mostrar resultados muy similares de en ambos estados, dichos valores muestran un nivel de orientación emprendedora medio alto.

4. Conclusiones

En los resultados se puede identificar que Tamaulipas tiene un impacto mayor de las finanzas personales y el conocimiento de entorno como favorecedores de emprendimiento respaldando resultados de estudios como los de Autio, Wong y Reynolds (2003), Bygrave y Hunt (2004) y Wong, Ho y Autio (2005), quienes identifican al financiamiento como un factor esencial para llevar a cabo una idea empresarial. Además el conocimiento de las condiciones y la infraestructura de emprendimiento como un determinante de la creación de empresas (Baughn, Chua y Neupert, 2006; Autio y Acs, 2010) debido a que un amplio conocimiento de dichas instituciones permiten agilizar el proceso de apertura de empresas.

Por otro lado Baja California obtiene un mayor impacto de la variable de conocimiento de finanzas con el emprendimiento que Tamaulipas, respaldado en estudios como los de Zott (2009) y Chan & Lau (2005) quienes mencionan que el conocimiento de finanzas es una habilidad gerencial que tiene un efecto positivo en el emprendimiento además de ayudar en etapas más avanzadas del crecimiento de la empresa.

Referencias

AUTIO, E.; WONG, P. K.; REYNOLDS, P. D. National Factors Influencing the Prevalence of "High-Potential" Start-Ups. NUS Entrepreneurship Centre Research Working Paper, 2003.

AUTIO, Erkko; ACS, Zoltan. Intellectual property protection and the formation of entrepreneurial growth aspirations. Strategic Entrepreneurship Journal, 2010, vol. 4, no 3, p. 234-251. https://doi.org/10.1002/sej.93

BAUGHN, C. Christopher; CHUA, Bee-Leng; NEUPERT, Kent E. The normative context for women's participation in entrepreneruship: A multicountry study. Entrepreneurship Theory and Practice, 2006, vol. 30, no 5, p. 687-708. https://doi.org/10.1111/j.1540-6520.2006.00142.x

BENEDICTO, Maite Seco. Capital riesgo y financiación de PYMES. EOI Esc. Organiz. Industrial, 2008.

BYGRAVE, William D. & HUNT, Stephen A. GEM 2004 Financing Report, Wellesley, MA: Babson College and London Business School, 2004.

CHAN, K. F.; LAU, Theresa. Assessing technology incubator programs in the science park: the good, the bad and the ugly. Technovation, 2005, vol. 25, no 10, p. 1215-1228. https://doi.org/10.1016/j.technovation.2004.03.010

CLARK, Julian Robert Alistair. Regional innovation systems and economic development: the promotion of multifunctional agriculture in the English East Midlands. 2003. Tesis Doctoral. University College London (University of London).

CODURAS, Alicia, et al. The relationship between university support to entrepreneurship with entrepreneurial activity in Spain: A GEM data based analysis. International Advances in Economic Research, 2008, vol. 14, no 4, p. 395-406. https://doi.org/10.1007/s11294-008-9173-8

CORTÉS, Patricio y ECHECOPAR, German. Global Entrepreneurship Monitor; Capital de Riesgo Chile 2008. Santiago: Ediciones Universidad del Desarrollo, 2008.

CROW, Michael M. Building an entrepreneurial university. The future of the Research University. Meeting. 2008.

CUERVO, Álvaro, RIBEIRO, Domingo y ROIG, Salvador (2007): Entrepreneurship: Concepts, Theory and Practice. Springer, New York: 1-20.

DE LA CERDA, J. La estrategia de las latinas. La transformación de las empresas latinoamericanas para superar crisis económicas y ser globalmente competitivas. México: LID Editorial Mexicana, 2009.

DELGADO PIÑA, Mª Isabel, GÓMEZ MARTÍNEZ, Luis, ROMERO MARTÍNEZ, Ana, VÁZQUEZ INCHAUSTI, Elena, Determinantes sociales y cognitivos en el espíritu emprendedor: un estudio exploratorio entre estudiantes argentinos. Cuadernos de Gestión 2008, vol 8, no 1, p. 11-24.

DETIENNE, Dawn R.; CHANDLER, Gaylen N. Opportunity identification and its role in the entrepreneurial classroom: A pedagogical approach and empirical test. Academy of management learning & education, 2004, vol. 3, no 3, p. 242-257. https://doi.org/10.5465/amle.2004.14242103

ELOSEGUI, Pedro, et al. El impacto asimétrico de las restricciones al financiamiento en Argentina. Comparación por sector, tamaño y origen del capital (1995-2003). Ensayos Económicos, no. 48 (2007), p. 73-110, 2007.

ETZKOWITZ, Henry. Research groups as 'quasi-firms': the invention of the entrepreneurial university. Research policy, 2003, vol. 32, no 1, p. 109-121. https://doi.org/10.1016/S0048-7333 (02)00009-4

GNYAWALI, Devi R.; FOGEL, Daniel S. Environments for entrepreneurship development: key dimensions and research implications. Entrepreneurship theory and practice, 1994, vol. 18, no 4, p. 43-62.

HONIG, Benson; KARLSSON, Tomas. Institutional forces and the written business plan. Journal of Management, 2004, vol. 30, no 1, p. 29-48. https://doi.org/10.1016/j.jm.2002.11.002

JACKSON, John E.; KLICH, Jacek; POZNANSKA, Krystyna. Firm creation and economic transitions. Journal of Business Venturing, 1999, vol. 14, no 5-6, p. 427-450. https://doi.org/10.1016/S0883-9026 (98)00029-9

KANTIS, Hugo; ANGELELLI, Pablo; MOORI KOENIG, Virginia. Desarrollo emprendedor: América Latina y la experiencia internacional. Ediciones Fundes. Banco Interamericano de desarrollo (BID). 2004.

KURATKO, Donald F. The emergence of entrepreneurship education: Development, trends, and challenges. Entrepreneurship theory and practice, 2005, vol. 29, no 5, p. 577-597. https://doi.org/10.1111/j.1540-6520.2005.00099.x

LALKALKA, D. Current trends in business incubation. En The Africa Regional Conference on Business Incubation. Bagamayo, Tanzania. 2003.

LAWTON, Alan. Public service ethics in a changing world. Futures, 2005, vol. 37, no 2-3, p. 231-243. https://doi.org/10.1016/j.futures.2004.03.029

NUSSBAUM, Martha C. Women and human development: The capabilities approach. Cambridge University Press, 2001.

QUEVEDO MONJARÁS, Luz María; IZAR LANDETA, Juan Manuel; ROMO ROJAS, Laura. Factores endógenos y exógenos de mujeres y hombres emprendedores de España, Estados Unidos y México. Investigación y Ciencia, 2010, vol. 18, no 46.

REYNOLDS, Paul D. Who starts new firms?–Preliminary explorations of firms-in-gestation. Small Business Economics, 1997, vol. 9, no 5, p. 449-462. https://doi.org/10.1023/A:1007935726528

ROBERTS, Edward B. Entrepreneurs in high technology: Lessons from MIT and beyond. Oxford University Press, 1991.

ROTHAERMEL, Frank T.; AGUNG, Shanti D.; JIANG, Lin. University entrepreneurship: a taxonomy of the literature. Industrial and corporate change, 2007, vol. 16, no 4, p. 691-791. https://doi.org/10.1093/icc/dtm023

SALLOUM, Damián; VIGIER, H. Sobre la determinación de la estructura de capital en la pequeña y mediana empresa. XXXIV Reunión Anual de la AAEP, 1999, p. 1-25.

SHANE, Scott Andrew. Academic entrepreneurship: University spinoffs and wealth creation. Edward Elgar Publishing, 2004. https://doi.org/10.4337/9781843769828

SLAUGHTER, Sheila; LESLIE, Larry L. Academic capitalism: Politics, policies, and the entrepreneurial university. The Johns Hopkins University Press, Baltimore, MD, 1997.

URBANO, David; CASERO, Juan Carlos Díaz. Creación de empresas e instituciones: un modelo teórico. En Creación de empresas: aproximación al estado del arte. 2009. p. 95-109.

VECIANA VERGÉS, José María. Creación de empresas como programa de investigación científica. Revista Europea de Dirección y Economía de la empresa, 1999, vol. 8, no 3, p. 11-36.

WILLIAMS, Colin. Cash-in-hand work: The underground sector and the hidden economy of favours. Springer, 2004.

WONG, Poh Kam; HO, Yuen Ping; AUTIO, Erkko. Entrepreneurship, innovation and economic growth: Evidence from GEM data. Small business economics, 2005, vol. 24, no 3, p. 335-350. https://doi.org/10.1007/s11187-005-2000-1

ZOTT, Christoph; AMIT, Raphael. Innovación del modelo de negocio: creación de valor en tiempos de cambio. Universia Business Review, 2009, vol. 3, no 23.

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

Recebido/Submission: 16/11/2018
Aceitação/Acceptance: 11/12/2018

Revisión sistemática de literatura: alineamiento secuencial múltiple aplicado a las proteínas transmembrana

Joel Cedeño Muñoz[1], Cristian Zambrano Vega[2], Byron Oviedo Vayas[3]

jacedeno@uteq.edu.ec, czambrano@uteq.edu.ec, boviedo@uteq.edu.ec

[1] Docente Investigador Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Quevedo, 305, Quevedo, Ecuador.

[2] Docente Investigador Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Quevedo, Quevedo, Ecuador.

[3] Director de Investigación Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Quevedo, Quevedo, Ecuador.

Pages: 138–155

Resumen: La alineación de secuencias múltiples de proteínas transmembrana (TM) tienen un alto interés en el mundo de la biología celular, ya que constituyen el 30% de las proteínas a escala genómica. Durante años los investigadores han propuesto diferentes técnicas heurísticas y estocásticas para el problema de alineamiento de secuencias múltiple (MSA) de proteínas, con lo que han demostrado diferentes métodos que hay que considerar al alinear secuencias de TMP. Las técnicas hasta ahora indicadas en esta revisión demuestran no ser óptimas a la hora del alineamiento de estas transmembrana proteínas especiales. Existen pocos métodos de MSA aplicados específicamente a las TMP, en esta revisión sistemática se resumen las características, implementaciones y resultados de rendimiento de 5 métodos de MSA aplicados a las TMP: STAM, ALIGNMENT, PRALINETM, TM-Coffee y TM-Aligner. Los mismos que demuestran avances sustanciales en la precisión y los esfuerzos computacionales que alinean las secuencias de TMP.

Palabras-clave: Alineación de secuencias múltiples, Proteínas transmembrana, Biología celular, Biología computacional. Métodos aplicados a las proteínas transmembrana.

Systematic review of literature: multiple sequential alignment applied to transmembrane proteins

Abstract: The alignment of multiple sequences of transmembrane (TM) proteins have a high interest in the world of cell biology, since they constitute 30% of the proteins at genomic scale. For years researchers have proposed different heuristic and stochastic techniques for the problem of multiple sequence alignment (MSA) of proteins, which have shown different methods that must be considered when aligning TMP sequences. The techniques so far indicated in this review prove not to be optimal when it comes to the alignment of these transmembrane special proteins. There are few MSA methods applied specifically to TMPs, this systematic review summarizes the characteristics, implementations and performance results of

5 MSA methods applied to TMPs: STAM, ALIGNMENT, PRALINETM, TM-Coffee and TM-Aligner. The same ones that show substantial advances in the precision and computational efforts that align the TMP sequences.

Key words: Multiple sequence alignment, Transmembrane proteins, Cell biology, Computational biology. Methods applied to transmembrane proteins.

1. Introducción.

Las proteínas transmembrana (TMP) no solubles o proteínas integrales, cumplen funciones esenciales en muchos procesos celulares y fisiológicos, como la transducción de señales, el reconocimiento célula-célula y el transporte molecular. Las proteínas transmembrana son una clase especial de proteínas. Las TMP son de gran interés, ya que desempeñan un papel fundamental en la biología celular y se considera que constituyen alrededor del 30% de las proteínas a escala genómica de los mamíferos [45]. Las regiones que se insertan en la membrana celular tienen un patrón de hidrofobicidad profundamente diferente en comparación con las proteínas solubles [36], además son bien conocidas por su complejidad para decidir experimentalmente sus estructuras. Sólo 3227 (α: 2848, β: 366) estructuras TMP están disponibles hasta la fecha en el Protein Data Bank de TMP con la versión 2017.06.16 [45].

Existen varias características de las proteínas de membrana que las diferencian de las proteínas solubles en agua. Las diferencias surgen debido a que el entorno de las regiones transmembrana de las proteínas de membrana es diferente al de la solución acuosa: es predominantemente lipófilo, carece de potencial de enlace de hidrógeno y proporciona un pequeño análisis de las interacciones electrostáticas [15,16]. Hasta ahora en la literatura actual existen pocos métodos de MSA para TMP

En este trabajo se realiza una revisión sistemática de la literatura, específicamente al alineamiento secuencial múltiple aplicado a las proteínas transmembrana, donde se resumen las características y métodos utilizados para MSA de TMP: STAM se basa en: (1) de largos segmentos hidrófobos forma transmembrana α- hélices y (2) en segmentos cortos [37], ALIGNMENT que se basa en tres estrategias diferentes (AlignMeP, AlignMePS y AlignMePST) utilizando el conjunto de datos de proteínas de membrana BAliBASE (set 7) [12], PRALINETM [36] y TM-Coffee [5] están basados en la extensión de homología probada en conjuntos de datos de TMP del BALiBASE v2.0 [3], benchmark y TM-Aligner [4] se basan en la programación dinámica.

1.1. Alineación de secuencias múltiples

Una alineación de secuencia múltiple (MSA) es una alineación de tres o más secuencias biológicas (ADN, ARN, proteína) con el objetivo de identificar regiones de similitud que pueden ser consecuencia de relaciones funcionales, estructurales o de evolución entre las secuencias [46].

1.2. Alineación de secuencia múltiple de TMPs

Debido a los pocos métodos encontrados en la literatura utilizados para las MSA de TMPs, inicialmente encontramos el de Cserzo [6], en el que propone un algoritmo

para localizar segmentos TM helicoidales y obtuvieron el punto de partida para el modelo de homología de un receptor de pareja de proteínas G (rodopsina humana y bacteriorrodopsina) ya que demostraron que las hélices correspondientes en otra proteína relacionada con la membrana se pueden localizar solo con la ubicación de las hélices TM de una proteína. Otro método y software pionero aplicado específicamente a ASM para TM fue STAM presentado por Shafrir y Guy, H.R [37], para mejorar la precisión de alineación mediante la combinación de dos matrices de sustitución, ya que las frecuencias de ocurrencia de los distintos AAs difieren para TM y agua - Regiones solubles. Identificaron regiones que probablemente formen hélices α TM y aplican una mayor penalización por inserción/eliminación en las regiones TM que la de una penalización en la región del bucle (regiones no TM). En otro trabajo presentado por Forrest et al. [36] en el cual utilizaron un esquema bipartito (compuesto por BLOSUM62 y PHAT [31]) que no mejora significativamente el MSA de las TMP. Presente HOMEP, un conjunto de datos de referencia de estructuras homogéneas de proteínas de membrana y evalúe las estrategias actuales para el modelo de homología de TMP. En los últimos tiempos, se han propuesto tres software MSA para TMP que también son objeto de estudio en este trabajo: PRALINETM, TM-Cofee y TM-Aligner. En la siguiente sección se describe cada uno de estos métodos, al igual que STAM y ALIGNMENT:

2. Materiales y métodos

Considerando la metodología de revisiones sistemáticas de Bárbara Kitchenham se trabajó con su esquema para la revisión, selección y extracción de información como se muestra a continuación:

a. Pregunta de investigación.
b. Palabras clave.
c. Método de revisión.
    Fuentes y estrategias de búsqueda.
    Cadenas de búsqueda.
    Criterios de selección de estudios.
    Extracción de información.
d. Estudios incluidos y excluidos.

Como gestor bibliográfico se utiliza Mendeley, para organizar y almacenar los estudios literarios y sus referencias.

El alcance de este trabajo esta direccionado a artículos relacionados al problema de alineamiento de secuencias múltiple (MSA) de proteínas no solubles de transmembrana proteínas (TMP). La pregunta de investigación planteada es:

¿Qué tipos de estudios primarios existen sobre alineamiento de secuencias múltiple (MSA) de transmembrana proteínas (TMP)?

Se realizó una revisión previa de la literatura, la cual consistió en analizar todos los documentos relacionados al tema, que facilitaron identificar las palabras claves obtenidas de los títulos, resúmenes e introducción.

En la tabla # 1 se ilustra en detalle la lista de palabras claves obtenidas a través del Keywords. Equations.

Código	Títulos	Palabras Clave
R01	STAM: simple Transmembrane Alignment Method	membrane protein, Sequence Alignment, transmembrane segments, transmembrane proteins, Multiple sequence alignment
R02	AlignMe: A membrane protein sequence alignment web server	membrane protein, Sequence Computational, Proteins Molecular, Sequence Data Sequence Alignment
R03	PRALINETM: A strategy for improved multiple alignment of transmembrane proteins	Transmembrane, Multiple alignment, Membrane Proteins, Sequence Alignment.
R04	TM-Coffee PSI/TM-Coffee: a web server for fast and accurate multiple sequence alignments of regular and transmembrane proteins using homology extension on reduced databases	membrane protein, protein database, protein secondary structure, protein secondary structure, sequence homology
R05	TM-Aligner: Multiple sequence alignment tool for transmembrane proteins with reduced time and improved accuracy	Membrane proteins, transmembrane proteins, multiple sequence alignments

Tabla 1 – Revisión de términos previos.

Una vez encontradas las palabras claves descritas en la tabla 1, se puede realizar la construcción de la cadena de búsqueda.

1) Fuentes y estrategias de búsqueda

- SCOPUS Library: https://www.scopus.com
- SCIENCEDIRECT Library: http://www.sciencedirect.com
- IEEEXPLORE Library: http://ieeexplore.ieee.org/
- ACM Digital Library: https://dl.acm.org/

Formulada la pregunta de investigación, se definieron las palabras claves para las búsquedas: Multiple sequence alignment transmembrane proteins, Methods applied to Multiple sequence alignment transmembrane proteins. Para generar la cadena de búsqueda se utilizaron los operadores lógicos “AND” y “OR”, quedando: (Multiple sequence alignment and Transmembrane proteins or Methods applied to Multiple sequence alignment transmembrane proteins).

Criterios de inclusión.

Para realizar la búsqueda respectiva se consideraron los siguientes criterios:

Considerar todas las publicaciones del tema en estudio desde su origen en la literatura.

Los resultados de la búsqueda sean en el área de Bioinformática y Ciencias de la Computación.

Las producciones científicas sean estudios primarios (artículos de conferencia, artículos de revista).

Las búsquedas por su relevancia científica son en el idioma inglés.

Los estudios deben tener información relevante a la pregunta de investigación.

Criterios de exclusión.

Los trabajos que no han sido relevantes en este estudio se han excluido mediante los siguientes criterios:

Toda publicación que no cumpla con los criterios de inclusión.

Las publicaciones informales que no tienen una metodología científica.

Las cadenas de búsquedas utilizadas fueron las siguientes:

Biblioteca digital de SCOPUS Library:

C01: TITLE-ABS-KEY (Multiple sequence alignment AND transmembrane proteins) OR (Methods applied to Multiple sequence alignment transmembrane proteins)

Biblioteca digital de SCIENCEDIRECT Library:

C02: ALL (Multiple sequence alignment AND transmembrane proteins) OR (Methods applied to Multiple sequence alignment transmembrane proteins)

Biblioteca digital de IEEEXPLORE Library:

C03: (Multiple sequence alignment AND transmembrane proteins) OR (Methods applied to Multiple sequence alignment transmembrane proteins)

Obtenidos los resultados de las búsquedas es conveniente describir el criterio a seguir para la selección de estudios previos, considerando los siguientes:

Presenten en el resumen, información actual de alineamiento secuencial múltiple de transmembrana proteínas.

Contener información relevante para la revisión en la introducción, discusión o conclusión.

Los criterios de selección de estudios establecen la pauta de extracción de información relevante para este trabajo. Por cada artículo seleccionado, se sintetizó al menos uno de los siguientes elementos:

Propuestas o métodos para el alineamiento secuencial múltiple de transmembrana proteínas.

3. Resultados

El criterio utilizado para la selección de artículos fue que aportaran sobre alineamiento secuencial múltiple de transmembrana proteínas.

Las búsquedas realizadas generaron 18 artículos, de los cuales se registraron 3 coincidencias, es decir el número de artículos revisados fueron 11, de los cuales se seleccionaron 5 artículos de acuerdo al criterio ya mencionado.

	Artículos			
Base de datos indexadas	**Encontrados**	**Coincidencias**	**Revisados**	**Seleccionados**
Scopus	12	2	10	3
ScienceDirect	4	1	1	1
IEEE	1	0	0	1
ACM	1	0	0	0
Total	18	3	11	5

Tabla 2 – Artículos incluidos y excluidos

Las siguientes tablas muestran la información relevante extraída de cada uno de los artículos seleccionados.

Métodos de alineamiento: STAM
Posicionamiento correcto de las hélices. STAM [37], identificó correctamente todos los segmentos transmembrana y los alineó sin huecos en sus núcleos helicoidales, lograron alinear las secuencias correctamente porque dos secuencias fueron suficientes para crear una máscara de estructura secundaria significativa para incluirla en el procedimiento de alineación de perfil/secuencia. Inserciones/supresiones en hélices conocidas. Comparan los arreglos obtenidos utilizando STAM para ClustalW de estas proteínas y los últimos estomatólogos que cada uno tiene una identidad de <50% entre sí, según lo determinado por una búsqueda de BLAST [11] de la base de datos no redundante. Debido a su bajo nivel de conservación de la secuencia, las hélices M1 más periféricas (de los canales 2-TM) y la hélice S5 de la KvAP, se caracterizan por un alineamiento rápido. ClustalW introduce espacios en las hélices conocidas en las estructuras cristalizadas y en las regiones helicoidales putativas de algunas de las otras secuencias. Sensibilidad a los motivos en secuencias relacionadas de forma distante. La tercera mejora es la alineación de un pequeño número de canales de iones 6TM relacionados de manera distante. ClustalW realiza relativamente bien cuando el número de secuencias es grande y las proteínas están algo estrechamente relacionadas. Dado que ClustalW obtiene su alineación final mediante la construcción de una guía angiogénica y el agrupamiento de las secuencias en consecuencia, la calidad de la alineación final depende de la cantidad de secuencias de entrada y sus distancias evolutivas relativas entre sí, (Shafrir Y., et al. 2004).
Resultados
STAM no solo es considerado el primer programa de alineación multisecuencia que está directamente dirigido a las proteínas transmembrana, sino que este programa lleva a mejores modelos, ya que no trata a la proteína como una entidad única con las mismas propiedades, pero explica las diferentes propiedades físicas de los diversos segmentos. El número de estructuras conocidas de TMP es muy pequeño, y el subconjunto de estructuras de TMP conocidas que son homólogos está casi vacío. Con STAM identificaron correctamente todos los segmentos transmembrana y los alinearon sin huecos en sus núcleos helicoidales. Identificaron la topología de todas las secuencias correctamente usando la escala de hidrofobicidad KD, y no lo hizo usando la escala de Guy. Sin embargo, incluso con la identificación errónea de la topología, STAM logró alinear las secuencias correctamente porque dos secuencias fueron suficientes para construir una máscara de estructura secundaria significativa para incluirla en el procedimiento de alineación de perfil/secuencia. El uso de STAM mantendrá la estructura secundaria de la secuencia mientras que el uso de ClustalW dará lugar a una bobina desorganizada que se extiende sobre la bicapa lipídica. Los cartuchos se emiten en las regiones transmembrana de la membrana y los huecos se concentran en las regiones de bucle altamente variables o en los bordes de las hélices.

Benchmark
Utilizan la base de datos no redundantes BLAST [11], para comparar los arreglos obtenidos de las proteínas de identidad <50% entre sí. Utiliza los códigos de las estructuras en la base de datos de PDB son los siguientes: bacteriorrodopsina: 1QHJ, halorrodopsina: 1E12, rodopsina sensorial II: 1H68 y rodopsina bovina: 1F88.
Conclusiones relevantes
Identificaron segmentos que pueden formar hélices α transmembrana. Luego aplicaron diferentes conjuntos de criterios para segmentos transmembrana y no transmembrana. Utilizan diferentes matrices de sustitución ya que las frecuencias de aparición de los diversos aminoácidos difieren para los segmentos transmembrana y los dominios solubles en agua. STAM no debe utilizarse como un programa de alineación general. Las proteínas solubles en agua que tienen regiones hidrófobas centrales se identificarán erróneamente y causarán errores importantes de alineación. Para proteínas solubles en agua, los métodos de alineación estándar son adecuados y deben utilizarse. Cuando las TMP están alineadas (con STAM o cualquier otro programa de alineación), es práctico separar la región transmembrana de los grandes dominios solubles.

Tabla 3 – resultados del artículo seleccionado # 1

Métodos de alineamiento: ALIGNME
AlignMe es un algoritmo de programación dinámico Needleman-Wunsch con penalizaciones por huecos afines; es similar a la de BCL :: Align [9], aunque AlignMe permite un manejo más flexible de los perfiles. La similitud entre dos residuos (i, j) en una posición de alineación dada se calcula como una combinación lineal de valores de M matrices de sustitución de entrada (S) y diferencias entre los valores de propiedad de residuo (V) de N perfiles de entrada: $$sim_{ij} = \sum_{m}^{M} \left(w_{m*} s_{ij}\right) - \sum_{n}^{N} \left(w_{n*} \lvert v_i - v_j \rvert\right)$$ De modo que cualquier número de matrices de sustitución se puede combinar con cualquier número de perfiles. El uso de pesos (w) para cada entrada está destinado a minimizar el sesgo hacia una entrada específica. AlignMe, penaliza la apertura de espacios y de espacios de separación se pueden asignar a diferentes valores según si el espacio está en un extremo (pterminal o y pterminal e, respectivamente) o no (po y pe, respectivamente). Esta flexibilidad puede ser útil cuando se alinean secuencias cuyas longitudes difieren debido a dominios de terminal adicionales [25–26]. Específicamente, dado un valor de umbral para uno de los parámetros de entrada, la alineación se divide en dos regiones, es decir, por encima o por debajo del umbral. En el caso de una escala de hidrofobicidad. En consecuencia, este esquema asigna seis tipos de penalizaciones de huecos en total, a saber, p oo, p. Ee, pterminal e ~ o: 6, pebow e, pterminal o y pterminal
Resultados
Durante la evaluación, se generaron alineaciones para todos los pares de secuencias en las 8 súper familias. Como evaluaron las alineaciones de secuencias por pares, calcularon la fracción de residuos correctamente alineados, así como el cambio promedio para cada alineación, en lugar de las puntuaciones de SP (Suma de pares) o TC (Columna total), que describen la precisión de las MSA. Los métodos que alinean correctamente la mayoría de las posiciones en las regiones transmembrana predichas son MSAProbs, Probcons, HMAP y T-coffee, dependiendo de la familia de secuencias. Las alineaciones de MSAProbs y AlignMePS son las más altas en promedio. También calcularon el error de cambio en las alineaciones BAliBASE, que es el más pequeño en promedio para las alineaciones AlignMePST y AlignMePS, seguido de MSAProbs y HHalign, mientras que HMAP tiene el error de cambio más pequeño para las familias acr y Nat.

El emparejamiento de las predicciones de la estructura secundaria reduce significativamente el error de desplazamiento en relación con AlignMeP para proteínas en el mismo subgrupo o en diferentes subgrupos, mientras que el emparejamiento transmembrana en AlignMePST tiene la mayor influencia positiva en las secuencias relacionadas más distantes, particularmente sobre las alineaciones en la familia de iones.

Benchmark

Utilizaron los programas de alineación disponibles para el conjunto HOMEP2 y el conjunto de referencia BAliBASE 7.
Balibase 7. Los puntos de referencia de alineación disponibles para proteínas estándar, solo BAliBASE (Bahr et al. 2001) ha dedicado un conjunto de referencia especial a proteínas TM, ref7. Este conjunto contiene 8 familias de TM alineadas con precisión y consta de un total de 435 secuencias con una longitud promedio de 567 residuos. El número de hélices α TM por secuencia varía de 2 a 14.

Conclusiones relevantes

Desarrollaron un método de alineación de secuencias llamado AlignMe, que entrenaron en un conjunto de datos de homólogos estructurales de proteínas de membrana (HOMEP2).
Se evaluaron tres estrategias diferentes (AlignMeP, AlignMePS y AlignMePST) utilizando el conjunto de datos de proteínas de membrana BAliBASE (conjunto 7) y se compararon con otros métodos disponibles.
En general, el análisis BAliBASE sugiere que las versiones de AlignMe que coinciden con los perfiles de predicción de la estructura secundaria pueden ser generalmente útiles para alinear proteínas de membrana (AlignMePS y AlignMePST.
Las alineaciones de AlignMePS son más precisas que las de HMAP y HHalign, las cuales también utilizan directamente la información de la estructura secundaria, lo que indica que el entrenamiento de AlignMePS específicamente en un conjunto de datos de proteínas de membrana también fue ventajoso.
El hecho de que la concordancia transmembrana no mejore la precisión de alineación para los pares de secuencias BAliBASE estrechamente relacionados puede reflejar los errores de .10% en las predicciones de transmembranza.
La coincidencia de las predicciones de OCTOPUS en las alineaciones basadas en la estructura de referencia es casi tan deficiente (puntuación de diferencia de perfil de 0.079) como la coincidencia en las alineaciones de AlignMePS. Dichos errores de predicción pueden cancelarse potencialmente en el contexto de una alineación de secuencia si las predicciones para ambas secuencias son incorrectas de la misma manera, pero esto no siempre es así, y la probabilidad de cancelación de errores disminuye a medida que las secuencias divergen en similitud.
La precisión de las alineaciones en el conjunto HOMEP2 también se evaluó construyendo modelos de homología basados en cada una de las alineaciones, y comparándolas con la estructura nativa. Para cada par de secuencias de proteínas, cada proteína se modeló utilizando la estructura de la otra proteína como plantilla. En cada caso, se crearon cinco modelos con Modeller v9.9 y el que tiene la mejor puntuación DOPE (la más baja) se evaluó con las puntuaciones GDT_TS (puntaje total de la prueba de distancia global) y AL4 (alineado en cuatro posiciones) [49]. Para una proteína de membrana helicoidal, los cambios de cuatro posiciones aún pueden superarse fácilmente mediante ajustes manuales a la alineación, y por lo tanto, AL4 describe todos los residuos en un modelo que puede ser refinado manualmente.

Tabla 4 – Resultados del artículo seleccionado # 2

Métodos de alineamiento: PRALINETM

El método PRALINETM utiliza las siguientes técnicas:

1. Esquema de puntuación.

El esquema usa la siguiente ecuación para calificar un par de columnas de perfil X y Y:

$$S(x,y) = \sum_{i}^{20} \sum_{j}^{20} \alpha_i \beta_j M(i,j)$$

Donde i y j son las frecuencias con las que aparecen los residuos i y j en las columnas x e y, respectivamente, y M (i, j) es el peso de intercambio para los residuos i y j proporcionado por la matriz de sustitución seleccionada M. Por defecto, las columnas de perfil se alinean utilizando la matriz BLOSUM62. Se combinarán dos columnas de perfil utilizando la matriz PHAT solo en caso de que se predice que cada residuo en la columna es miembro de un segmento TM. Esto se hace para garantizar que las posiciones predecidas inconsistentemente no influyan negativamente en la calidad de la alineación. Este enfoque potencialmente permite que los segmentos TM se alineen con los segmentos que no son TM. Las matrices de sustitución BLOSUM62 y PHAT se normalizan utilizando sus elementos diagonales [4].

2. Predictores de topología transmembrana.

Las topologías transmembrana utilizan tres predictores: HMMTOP v2.1 [43], TMHMM v2.0 [25] y Phobius [20] diferentes para predecir cada secuencia de entrada en su topología TM. Los predictores se instalan y se ejecutan dentro del programa PRALINETM, después el esquema de puntuación de perfiles aplica la sustitución específica de TM PHAT.

3. Métodos de alineación probados.

PRALINETM combinan dos matrices. Se piensa comúnmente que las brechas dentro de las regiones TM deberían ser más penalizadas que las brechas en las regiones solubles. Por lo tanto, evaluaron diferentes combinaciones de penalizaciones por huecos, para ver si la sensibilidad del enfoque reside en los ajustes de penalización por huecos o en la matriz TM específica. Luego, compararon los resultados obtenidos con otras rutinas de alineación múltiple, que están diseñadas para propósitos de alineación estándar. Estos incluyen: ClustalW v1.83 [41], MUSCLE v3.52 [12], MAFFT v6 [23] y ProbCons v1.12 [8] los mismos se ejecutaron usando la configuración de parámetros por defecto.

4. Iteración basada en árboles de la alineación.

Cada borde de un árbol guía se utiliza para separar la alineación en 2 sub alineaciones, que se realinean progresivamente. La alineación reciente se mantiene solo si se logra una puntuación SOP mejorada (Suma de pares). Este puntaje se calcula por la totalidad de los valores de sustitución de la matriz BLOSUM62 y PHAT (según la topología TM del par AA). Un ciclo iterativo sugiere que cada borde del árbol se visita una vez. El número máximo de iteraciones se establece en 20.

Resultados

Los resultados demuestran un efecto positivo en la calidad de alineación de la matriz PHAT aplicada en regiones TM predichas de forma confiable. Aquí, los resultados se muestran con una penalización arbitraria de apertura de brecha de 15.0 y una penalización de brecha de extensión de 1.0 tanto para la región soluble como para la TM; los resultados son consistentes en todas las combinaciones de penalizaciones por brecha abierta. Se puede observar un aumento notable en los tres predictores de TM, aunque Phobius ofrece el mejor rendimiento en general. Phobius ha demostrado ser uno de los predictores de topología TM más precisos, especialmente en secuencias que también contienen un péptido señal [20], [47].
Los ajustes de parámetros óptimos se encuentran entre 11.0 y 12.0. En este rango, se alcanzan los puntajes más altos de SP y TC y también se alcanza la mejora máxima en relación con la técnica estándar de perfil previo. Es difícil definir una penalización de apertura de espacio óptima para las regiones solubles, aunque el óptimo para las regiones TM se encuentra entre 15.0 y 18.0. También variaron las penalizaciones de extensión de brecha solubles y de TM de 1.0 a 1.5, pero no se observaron diferencias significativas. Siguiendo el método iterativo basado en árboles, los resultados variaron el corte de perfil previo entre 11.0 y 12.0, las penalizaciones de apertura de 12.0 a 18.0 para regiones solubles (en pasos de 1.0) y de 15.0 a 18.0 para regiones de TM (en pasos de 0.5). En toda la gama de ajustes, el procedimiento iterativo mejoró los resultados de PRALINETM en 1,2 puntos porcentuales utilizando SP y TC. Específicamente, la configuración de parámetros óptima encontrada fue en un corte de perfil previo de 11.0 combinado con una combinación de penalización de apertura de 15.0 para las regiones solubles y 16.5 para las regiones de TM. Probaron la matriz BLOSUM55, ya que tiene una entropía comparable a la de la matriz PHAT (H¼0.5637 y H¼0.5605, respectivamente). Optimizaron los parámetros de alineación para la combinación BLOSUM55 / PHAT y notaron una disminución en el rendimiento de 5 puntos porcentuales en promedio. Una explicación probable de este efecto puede ser que los escenarios evolutivos que subyacen a la TM y las regiones solubles son diferentes.

PRALINETM logra la puntuación SP más alta para dos conjuntos de datos y la puntuación TC más alta para cuatro conjuntos de datos. Con respecto a los promedios de los ocho conjuntos de datos, ProbCons supera ligeramente a MAFFT (? 0.6 puntos porcentuales) y PRALINETM (? 0.5 puntos porcentuales) en la puntuación SP. En la puntuación de TC más crítica, PRALINETM claramente obtuvo la mejor puntuación (þ1.5 y 5.1 puntos porcentuales en comparación con ProbCons y MAFFT, respectivamente). ClustalW y MUSCLE obtienen puntuaciones considerablemente más bajas en casi todos los conjuntos de datos.

Benchmark

Para evaluar el rendimiento de alineación, el método PRALINETM y otros programas de alineación, utilizaron el conjunto de alineación de referencia BAliBASE (v2.0) de proteínas TM [3]. El conjunto incluye ocho familias de TM alineadas con precisión. El número total de secuencias es 435 con una longitud promedio de 567 residuos. El número de hélices TM por secuencia varía de 2 a 14. El programa de "prueba" BAliBASE se utilizó para evaluar la precisión de la alineación contra el punto de referencia. La precisión se mide con dos puntuaciones alternativas: la "puntuación SP" mide la fracción de pares de residuos correctamente alineados, mientras que la fracción "puntuación TC" de las columnas alineadas correctamente.

Conclusiones relevantes

Existe una mejora dado al hecho de que el esquema bipartito, que utiliza BLOSUM62 y PHAT, se aplica de manera flexible a las secuencias no divididas durante cada paso del procedimiento de alineación.
La definición del segmento TM es de crucial importancia, ya que los segmentos TM no pueden alinearse con segmentos no TM, de modo que es probable que las regiones TM delineadas incorrectamente conduzcan a segmentos TM desalineados y solubles. Problemas aún mayores surgen cuando el número de segmentos de TM varía dentro de las familias. PRALINETM alinea las secuencias no divididas en su lugar y aplica las puntuaciones de sustitución de la matriz PHAT solo cuando las predicciones son 100% consistentes.
La penalización óptima de apertura de brecha de TM fue solo ligeramente superior a la penalización estándar.
La calidad de la alineación se puede mejorar significativamente utilizando una Matriz de sustitución específica de TM y ajustes de penalización de hueco adecuados.
PRALINETM alinea las secuencias no divididas en su lugar y aplica las puntuaciones de sustitución de la matriz PHAT solo cuando las predicciones son 100% consistentes.
La penalización de apertura de brecha óptima aplicada a los segmentos de TM fue solo un 10% más alta que la penalización de apertura de brecha estándar aplicada a las regiones solubles.
Los tres métodos probados mejoraron la precisión de alineación, mientras que Phobius emergió como la herramienta más valiosa para la alineación de TM. Phobius es considerado uno de los predictores de topología TM más precisos y su principal ventaja reside en la capacidad de discriminar entre los segmentos TM y los péptidos de señal [20], [47]. El hecho de que la mayoría de las alineaciones de referencia de BAliBASE contienen una señal predicha.
Ninguno de los métodos incluidos aquí fue capaz de alinear más del 40% de las columnas de alineación de referencia en promedio, por lo que una mayor optimización sigue siendo una tarea difícil. Sin embargo, esta investigación ha arrojado algo de luz sobre el alineamiento de las familias de proteínas TM y muestra que el conocimiento de TM es un concepto importante para optimizar la calidad del alineamiento de secuencias múltiples [36].

Tabla 5 – Resultados del artículo seleccionado # 3

Métodos de alineamiento: TM-COFEE

Chang et al. Presenta en [5] el software TM-Cofee, una versión TM de PSI-Coffe que puede alinear TMP, al tiempo que utiliza una base de datos de referencia reducida para la extensión de homología, lo que demuestra cómo puede ajustarse y unirse con un enfoque basado en la coherencia para mejorar el MSA de las TMP α-helicoidales. TM-Cofee se incluye en el software de T-Cofee. La versión web se la encuentra en: http: // tcofee.crg.cat/tmcofee.

Extensión de homología. El proceso de extensión de homología implica reemplazar secuencias individuales con un conjunto de homólogos alineados de forma múltiple. Dado un conjunto de datos, este procedimiento implica realizar BLAST para cada secuencia individual contra una base de datos de proteínas y convertir la salida resultante en un MSA único para todos (es decir, consulta contra resultados). Estos MSA (uno por secuencia en el conjunto de datos original) se convierten en perfiles. El propósito de la extensión de homología es revelar la variabilidad evolutiva asociada con cada sitio de las secuencias consideradas, produciendo así alineaciones por pares más precisas [44].

Resultados

Chang et al. Muestra en [5] los resultados que TM-Coffee supera a los otros métodos, especialmente al considerar columnas completas (comparación de TC). Al hacerlo, encontramos una mejora de casi el 10% sobre PRALINETM. Debido al pequeño tamaño del conjunto de datos (ocho familias), las diferencias observadas no son estadísticamente significativas, aunque las diferencias entre PSI-Cofee y los otros métodos son consistentemente más marcadas que las diferencias entre los otros métodos. Esta mayor precisión tiene un costo computacional significativo. Por lo tanto, se puede argumentar que la sobrecarga para convertir secuencias individuales en perfiles es tan importante que no vale la pena utilizar este enfoque para el análisis a gran escala. El 80% de las proteínas en UniRef no son TMP. Por lo tanto, preguntamos si se podría utilizar una base de datos simple, construida mediante el filtrado de UniRef en palabras clave, en lugar de la base de datos completa. Esta base de datos, llamada UniRefXX-TM es significativamente más compacta que su fuente.

Benchmark

Chang et al. Probaron su propuesta sobre la referencia 7 de BAliBASE v2.0 benchmark [3] que contiene proteínas transmembrana alfa-helicoidales, y demostraron una mejora relevante sobre estrategias precisas como MSAProbs, MAFFT [23], PROMALS [44], ProbCons [8], PRALINETM [36] y Kalign [26].
Chang et al. Utilizaron el conjunto de datos BAliBASE-ref7 para comparar PSI-Coffee con los seis métodos más precisos disponibles hasta la fecha, MSAProbs 0.9.4 [27], Kalign 2.04 [26], PROMALS [44], MAFFT 6.815 [23], ProbCons 1.12 [8], y PRALINETM [36].

Conclusiones relevantes

Una versión de servidor web fue desarrollada por Floden et al. Presentado en [49], esta versión también permite realizar una extensión de homología rápidamente, utilizando búsquedas de PSI-BLAST contra una base de datos de complejidad reducida redundante y no redundante. Además, el uso del algoritmo HMMTOP genera una predicción topológica de TMP.

Tabla 6 – Resultados del artículo seleccionado # 4

Métodos de alineamiento: TM-ALIGNER

La herramienta de servidor web más reciente de alineación de secuencia de proteínas transmembrana es TM-Aligner [4] que utiliza por defecto la matriz de sustitución de PHAT [31], define un valor de penalización de inserción de hueco de ocho y un valor de penalización de extensión de hueco de uno. El proceso de alineación se basa en la programación dinámica. Alinea todas las regiones de forma independiente.

Resultados

BALIBASE3.0. Los conjuntos de prueba BAliBASE22 son una colección de alineaciones derivadas de bases de datos estructurales y/o alineación manual de la literatura. En BAliBASE, la alineación de las proteínas transmembrana se construyó a partir de la alineación de las familias de proteínas conocidas y se agregaron nuevas secuencias, en función de la puntuación obtenida en la búsqueda de perfiles7.

Benchmark

TM-Aligner se evalúa sobre la base de datos Pfam, GPCRDB y BaliBASE v3.0 conjunto 7 de TMP a-helicoidales. Se ha desarrollado en Perl, C y PHP en un servidor web en un sistema operativo Linux. Es gratuito y está disponible en: http://lms.snu.edu.in/TM- Aligner /.

Base de datos Pfam [12]. Pfam20 es una base de datos de familias de proteínas conservadas, que contiene una colección de alineación de secuencias múltiples y modelos de Markov ocultos de perfil. En Pfam, la alineación de la semilla se construyó a partir de secuencias de proteínas representativas de la familia, para identificar con precisión la frecuencia de aminoácidos específica de la posición, la penalización del hueco y el parámetro de longitud en el perfil de Markov oculto.
Conclusiones relevantes
– Predice los dominios de TM en las secuencias utilizando TMHMM (Modelo de Markov oculto de Transmembrane) [25]. – Clasifica en diferentes grupos las secuencias de entrada, en función de los segmentos de TM de cada secuencia. – Se crea un árbol guía inicial utilizando el método UPGMA, este árbol guía describe la relación con la secuencia. – El algoritmo Wu-Manber [48], se utiliza para unir los dominios TM con segmentos no citoplasmáticos y citoplasmáticos.

Tabla 7 – Resultados del artículo seleccionado # 5

4. Discusión

AS01: Las tres mejoras principales diferentes que STAM [37] introduce en la alineación de las TMP: 1) Posicionamiento correcto de las hélices. 2) Inserciones/supresiones en hélices conocidas. 3) Sensibilidad a los motivos en secuencias relacionadas de forma distante. Usando dos ventanas deslizantes (el método trapezoidal) y un método de detección de picos sensibles que le permite identificar segmentos incluso con una firma hidrofóbica baja, al utilizar este método mejorado, la tasa de éxito para identificar correctamente el tipo verdadero de segmento parece ser relativamente insensible a la escala específica utilizada, siempre que sea realista. El método basado en la hidrofobia se mejora aún más mediante el análisis de la propensión a la helicidad que intenta minimizar el número de falsos positivos [49], (predicción excesiva de segmentos transmembrana) o falsos negativos (predicción insuficiente).

El enfoque de STAM donde los segmentos de TM se cortan primero y luego se alinean por separado no es adecuado cuando se trata de TMP. El número de estructuras conocidas de TMP es muy pequeño, y el subconjunto de estructuras de TMP conocidas que son homólogos está casi vacío. Sin embargo, primero ellos examinaron su método versus ClustalW [19] alineando secuencias de familias para las que se ha determinado al menos una estructura.

AS02: En este trabajo compararon varias matrices de sustitución diferentes: BLOSUM62, BLOSUM30 [28], PAM240 [7], VTML [29,30], versión de membrana JTT [21], PHAT [31] y bbTM [42].

Los PSSM utilizados como entrada en AlignMe fueron los generados durante las predicciones de PSIPRED mediante una búsqueda de PSI-BLAST [49] en la base de datos Uniref90 del 28 de abril de 2009.

Se probaron tres predictores diferentes para los segmentos transmembrana a-helicoidales: TMHMM [25], OCTOPUS [44] y MEMSAT-SVM [33]. Los dos últimos métodos utilizan PSSMs además de la secuencia en bruto. Estos PSSM se obtuvieron de una búsqueda PSI-BLAST en la base de datos recomendada correspondiente, a saber,

la base de datos Uniprot_- Sprot (el 1 de agosto de 2010) para MEMSAT-SVM y una versión de Unirefo90 filtrada para proteínas transmembrana (desde el 4 de agosto de 2010) para OCTOPUS [44].

También se calcularon con HMAP [6], T-Coffee v8.9.1 [32], MUSCLE v3.7 [12], ProbCons v1.12 [8], MSA- Probs v0.9.4 [27] y HHalign v1.5.0 [38]. Para las MSA, los homólogos de secuencia para cada una de las secuencias se identificaron mediante una búsqueda PSI-BLAST en la base de datos no redundante (nr) del 4 de agosto de 2010, con cinco iteraciones, un valor de corte de valor E de 1024 y un máximo de 2500 secuencias. Las secuencias en los resultados de PSI-BLAST que fueron más del doble de la longitud de la consulta fueron eliminadas. Las secuencias restantes se agruparon usando UCLUST [11] y la secuencia original se tomó como representante del primer grupo. Para T-Coffee, ProbCons y MSAProbs, que son extremadamente intensivos en memoria y CPU, fue necesario reducir significativamente el número de secuencias de entrada para hacer que la prueba de todo el conjunto de datos HOMEP2 sea computacionalmente manejable, y así, para todos probaron los métodos de MSA (incluyendo MUSCLE).

AS03: El método de alineación PRALINE "básico" simplemente sigue el clásico protocolo de alineación progresiva en el que las secuencias se alinean siguiendo el orden del árbol guía. En el método de "perfil previo" para cada secuencia, se construye una llamada alineación maestro-esclavo, que contiene información sobre las secuencias vecinas, que luego se utilizan en la alineación progresiva posterior. Se ha demostrado que estos pre-perfiles de secuencia son más informativos que las secuencias simples y ayudan a evitar errores durante los pasos progresivos [43].

En esta herramienta PRALINETM, primero predicen para cada secuencia de entrada su topología TM utilizando un predictor de última generación. En segundo lugar, el esquema de puntuación de perfil simplemente aplica las puntuaciones de sustitución específicas de TM de la matriz PHAT a las posiciones de TM predichas de forma confiable. Finalmente, incorporan un esquema iterativo alternativo para mejorar la calidad de alineación. Las contribuciones de matrices de sustitución y ajustes de penalización de hueco en la calidad de alineación se registraron diferentes penalizaciones por apertura de huecos para las Contribuciones TM de la matriz de PHAT y la configuración de la penalización de hueco en la calidad de alineación.

AS04: El método TM-Coffee sigue siendo relativamente más lento que los métodos basados en la extensión sin homología pero dramáticamente más rápido que PROMALS, un alineador bien conocido que utiliza la extensión de homología.

La extensión de homología se puede utilizar para aumentar significativamente la precisión de las alineaciones de secuencias múltiples de proteínas transmembrana.

Los resultados sugieren que el PSI-Coffee es aproximadamente un 10% más preciso que el MSAProbs, el mejor método a seguir. Sin embargo, esta mejora tiene un costo y quedó demostrado que el PSI-Coffee predeterminado requiere aproximadamente 30 veces más tiempo de CPU que los métodos más simples.

Al usar una base de datos recortada al 50% de redundancia y que contiene solo secuencias anotadas como TMP, se podría alcanzar el mismo nivel de precisión que el PSI-Coffee, mientras que solo requerimos una décima parte del tiempo de CPU. Este nuevo protocolo se llama TM-Coffee.

AS05: En TM-Aligner se ha implementado el conjunto de referencias 7 de BAliBASE versión 3.0 para la evaluación comparativa que contiene 435 proteínas transmembrana alfa-helicoidales, clasificadas en ocho superfamilias, a saber, 7tm, acr, photo, dtd, ion, msl, Nat y ptga, cada una alineada de forma múltiple. La precisión del método se evaluó mediante la suma de la puntuación de pares (SP), que refleja el porcentaje de residuos correctamente alineados con respecto a la alineación de referencia. El puntaje de la columna total (TC) no se consideró para propósitos de puntuación porque este puntaje no reflejaba la corrección biológica de las alineaciones. Se agregaron otras secuencias en la puntuación básica de alineación del perfil. Para TM-Aligner, se utilizaron alineamientos de múltiples familias de TM que contenían 9735 secuencias distantes para la evaluación comparativa.

Nuestro trabajo se enfoca en los 5 artículos seleccionados con el tema de investigación Alineamiento secuencial múltiple de transmembrana proteína. En los trabajos estudiados se describen diferentes técnicas y métodos de alineamiento de TMPs utilizados por los autores, las propuestas de solución son muchas y diversas, sin embargo el estudio AS01: STAM utiliza la base de datos BLAST y no es el primer programa de ASM aplicado a TMP, sino que este programa lleva a mejores modelos, ya que no trata a la proteína como una entidad única con las mismas propiedades, pero explica las diferentes propiedades físicas de los diversos segmentos que identificaron correctamente todos los segmentos transmembrana y los alinearon sin huecos en sus núcleos helicoidales. El segundo artículo seleccionado AS02: ALIGNME al igual que el trabajo AS05: TM-Aligner, se basan en el método de la programación dinámica para identificar la solución de alineamiento globalmente óptima. Para las proteínas, este método supone normalmente dos conjuntos de parámetros: una penalización por gap (o hueco) y una matriz de sustitución que asigna puntuaciones o probabilidades al alineamiento de cada posible par de aminoácidos basadas en la similitud de las propiedades químicas de los mismos. El trabajo seleccionado AS03: PRALINETM, de la misma manera que el estudio AS04: TM-COFFE utilizan el método progresivo. La técnica final de PRALINETM se evalúa con diferentes valores de penalización de apertura para las regiones transmembrana. Los resultados muestran claramente que solo la combinación de matrices BLOSUM62 / PHAT produce resultados óptimos. En cambio el estudio AS04: TM-COFFE, utiliza una base de datos de referencia reducida para la extensión de homología, lo que demuestra cómo puede ajustarse y unirse con un enfoque basado en la coherencia para mejorar el MSA de las TMP α-helicoidales. que es bastante eficiente como para implementarlos a gran escala para muchas secuencias, y se ejecutan a menudo en servidores web públicamente accesibles, por lo que los usuarios no necesitan instalar localmente las aplicaciones de interés, es sin duda el que mejores resultados ha obtenido hasta ahora según los análisis comparativos con otros trabajos. Por último el estudio seleccionado AS05: TM-Aligner, utiliza por defecto la matriz de sustitución de PHAT, se evalúa sobre la base de datos Pfam, GPCRDB y BaliBASE7. La precisión del método se evaluó mediante la suma de la puntuación de pares (SP), que refleja el porcentaje de residuos correctamente alineados con respecto a la alineación de referencia. El puntaje de la columna total (TC) no se consideró para propósitos de puntuación porque este puntaje no reflejaba la corrección biológica de las alineaciones. Finalmente se llega a la conclusión de que existen varios trabajos que realizan ASM, pero específicamente para las TMPs hasta la actualidad existe un pequeño número de métodos publicados. Considerando lo manifestado y la complejidad del problema, se sugiere aplicar métodos estocásticos con técnicas paralelas para mejorar el proceso de alineación específica de las TMPs y así obtener mejores alternativas de solución.

Referencias

Abagyan,R.A. and Batalov,S. (1997) Do aligned sequences share the same fold? J. Mol. Biol., 273, 355–368.

Altschul,S.F., Gish,W., Miller,W., Myers,E.W. and Lipman,D.J. (1990) Basic local alignment search tool. J. Mol. Biol., 215, 403–410.

Bahr, A., Thompson, J.D., Thierry, J.C., Poch, O.: Balibase (benchmark alignment database): enhancements for repeats, transmembrane sequences and circular permutations. Nucleic Acids Research 29(1), 323–326 (2001). https://doi.org/10.1093/nar/29.1.323

Bhat, B., Ganai, N.A., Andrabi, S.M., Shah, R.A., Singh, A.: TM-Aligner: Multiple sequence alignment tool for transmembrane proteins with re- duced time and improved accuracy. Scientific Reports 7(1), 1–8 (2017). https://doi.org/10.1038/s41598-017-13083-y

Chang, J.M., Di Tommaso, P., Taly, J.F., Notredame, C.: Accurate multiple se- quence alignment of transmembrane proteins with psi-coffee. BMC Bioinformatics 13(4), S1 (Mar 2012). https://doi.org/10.1186/1471-2105-13-S4-S1

Cserzo¨, M., Bernassau, J.M., Simon, I., Maigret, B.: New alignment strategy for transmembrane proteins. Journal of Molecular Biology 243(3), 388 – 396 (1994). https://doi.org/https://doi.org/10.1006/jmbi.1994.1666.

Dayhoff MO, Schwartz RM, Orcutt BC (1978) A Model of Evolutionary Change in Proteins.

Do CB, Mahabhashyam MS, Brudno M, Batzoglou S (2005) ProbCons: Probabilistic consistency-based multiple sequence alignment. Genome Res 15: 330–340.

Dong E, Smith J, Heinze S, Alexander N, Meiler J (2008) Align - Sequence alignment and fold recognition with a custom scoring function online. Gene 422: 41–46.

Edgar RC (2004) MUSCLE: a multiple sequence alignment method with reduced time and space complexity. BMC Bioinformatics 5: 1–19.

Edgar RC (2010) Search and clustering orders of magnitude faster than BLAST. Bioinformatics 26: 2460–2461.

Finn, R.D., Coggill, P., Eberhardt, R.Y., Eddy, S.R., Mistry, J., Mitchell, A.L., Potter, S.C., Punta, M., Qureshi, M., Sangrador-Vegas, A., Salazar, G.A., Tate, J., Bateman, A.: The pfam protein families database: towards a more sustainable future. Nucleic Acids Research 44(D1), D279–D285 (2016). https://doi.org/10.1093/nar/gkv1344

Floden, EW, Tommaso, PD, Chatzou, M., Magis, C., Notredame, C., Chang, JM: Psi / tm-coffee: a web server for fast and precise multiple sequence alignments of regular and transmembrane proteins Using the extension of homology in small databases. Nucleic Acids Research 44 (W1), W339 - W343 (2016). https://doi.org/10.1093/nar/gkw300

Forrest, L.R., Tang, C.L., Honig, B .: On the accuracy of homology models and methods of sequence alignment applied to membrane proteins. Biophysical Journal 91 (2), 508-517 (2006). https://doi.org/10.1529/biophysj.106.082313

Frishman, D .: Structural bioinformatics of membrane proteins (2010). https://doi.org/10.1007/978-3-7091-0045-5

Henikoff S, Henikoff JG (1992) Amino-Acid Substitution Matrices from Protein Blocks. Proc Natl Acad Sci U S A 89: 10915–10919.

Heringa,J. (2002) Local weighting schemes for protein multiple sequence alignment. Comput. Chem., 26, 459–477.

Huang X (1994) On global sequence alignment. Comput Appl Biosci 10: 227– 235.

Jimenez-Morales D, Adamian L, Liang J (2008) Detecting remote homologues using scoring matrices calculated from the estimation of amino acid substitution rates of beta-barrel membrane proteins. Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc 2008: 1347–1350.

Jones D.T., (2007) Improving the accuracy of transmembrane protein topology prediction using evolutionary information. Bioinformatics, 23, 538–544

Jones DT, Taylor WR, Thornton JM (1994) A mutation data matrix for transmembrane proteins. FEBS Lett 339: 269–275.

Kall, L., Krogh, A., Sonnhammer, E.L .: A combined transmembrane topology and a signal peptide prediction method. Journal of molecular biology 338 (5), 1027-1036 (2004). https://doi.org/10.1016/j.jmb.2004.03.016

Katoh,K. et al. (2005) MAFFT version 5: improvement in accuracy of multiple sequence alignment. Nucleic Acids Res., 33, 511–518.

Kozma, D., Simon, I., Tusndy, G.E .: Pdbtm: Transmembrane protein protein data bank after 8 years. Nucleic Acids Research 41 (D1), D524 - D529 (2013). https://doi.org/10.1093/nar/gks1169

Krogh A, Larsson B, von Heijne G, Sonnhammer EL (2001) Predicting transmembrane protein topology with a hidden Markov model: application to complete genomes. J Mol Biol 305: 567–580.

Lassmann T, Sonnhammer EL: Kalign–an accurate and fast multiple sequence alignment algorithm. BMC Bioinformatics 2005, 6:298.

Liu Y, Schmidt B, Maskell DL (2010) MSAProbs: multiple sequence alignment based on pair hidden Markov models and partition function posterior probabilities. Bioinformatics 26: 1958–1964

Liu, Y., D. M. Engelman, and M. Gerstein. 2002. Genomic analysis of membrane protein families: abundance and conserved motifs. Genome Biol. 3:research0054.0051–0054.0012.

Mu¨ller T, Spang R, Vingron M (2002) Estimating amino acid substitution models: A comparison of Dayhoff's estimator, the resolvent approach and a maximum likelihood method. Molecular Biology and Evolution 19: 8–13.

Mu¨ller T, Vingron M (2000) Modeling amino acid replacement. J Comput Biol 7: 761–776

Ng PC, Henikoff JG, Henikoff S (2000) PHAT: a transmembrane-specific substitution matrix. Predicted hydrophobic and transmembrane. Bioinformatics 16: 760–766.

Notredame C, Higgins DG, Heringa J (2000) T-Coffee: A novel method for fast and accurate multiple sequence alignment. J Mol Biol 302: 205–217.

Nugent T, Jones DT (2009) Transmembrane protein topology prediction using support vector machines. BMC Bioinformatics 10: 1–11

Pei J, Grishin NV: PROMALS: towards accurate multiple sequence alignments of distantly related proteins. Bioinformatics 2007, 23:802-808.

Persson,B. and Argos,P. (1994) Prediction of transmembrane seg- ments in proteins utilizing multiple sequence alignments. J. Mol. Biol., 237, 182–192.

Pirovano, W., Feenstra, K.A., Heringa, J .: Praline: a strategy to improve the multiple alignment of transmembrane proteins. Bioinformatics 24 (4), 492-497 (2008). https://doi.org/10.1093/bioinformatics/btm636

Shafrir Y, Guy HR. STAM: Simple transmembrane alignment method. Bioinformatics 2004;20(5):758-769.

So¨ding J (2005) Protein homology detection by HMM-HMM comparison. Bioinformatics 21: 951–960.

Stamm M, Staritzbichler R, Khafizov K, Forrest LR. Alignment of Helical Membrane Protein Sequences Using AlignMe. PLoS ONE 2013;8(3).

Tang CL, Xie L, Koh IYY, Posy S, Alexov E, et al. (2003) On the role of structural information in remote homology detection and sequence alignment: New methods using hybrid sequence profiles. J Mol Biol 334: 1043–1062.

Thompson,J.D. et al. (1994) CLUSTAL W: improving the sensitivity of progressive multiple sequence alignment through sequence weighting, position-specific gap penalties and weight matrix choice. Nucleic Acids Res., 22, 4673–4680

Thompson,J.D., Plewniak,F. and Poch,O. (1999) A comprehensive comparison of multiple sequence alignment programs. Nucleic Acids Res., 27, 2682–2690.

Tusna'dy, G.E., Simon, I.: The transmembrane topology prediction server of hmmtop. Bioinformatics 17 (9), 849-850 (2001). https://doi.org/10.1093/bioinformatics/17.9.849

Viklund H, Elofsson A (2008) OCTOPUS: improving topology prediction by two-track ANN-based preference scores and an extended topological grammar. Bioinformatics 24: 1662–1668.

Wallin, E., Heijne, G.V .: Whole-genome whole-membrane protein analysis of eubacterial, archaean and eukaryotic organisms. Protein Science 7 (4), 1029-1038 (1998)

Wallin, E., T. Tsukihara, S. Yoshikawa, G. von Heijne, and A. Elofsson. 1997. Architecture of helix bundle membrane proteins: an analysis of cytochrome c oxidase from bovine mitochondria. Protein Sci. 6:808–815.

Wang L, Jiang T. On the Complexity of Multiple Sequence Alignment. J Comput Biol 1994;1(4):337-348.

Wu, S., Manber, U .: Quick text search: allows errors. Communications of the ACM 35 (10), 83-91 (1992)

Zemla A (2003) LGA: A method for finding 3D similarities in protein structures. Nucleic Acids Res 31: 3370–3374.

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

Recebido/Submission: 27/10/2018
Aceitação/Acceptance: 17/12/2018

Optimización robusta en el tiempo: una revisión de las contribuciones más relevantes

Pavel Novoa-Hernández[1], Amilkar Puris[2]

pnovoa@uteq.edu.ec, apuris@uteq.edu.ec

[1] Facultad Ciencias de la Ingeniería, Universidad Técnica Estatal de Quevedo, EC120503, Los Ríos, Ecuador.

[2] Facultad Ciencias de la Ingeniería, Universidad Técnica Estatal de Quevedo, EC120503, Los Ríos, Ecuador.

Pages: 156–164

Resumen: La optimización robusta en el tiempo (ROOT) es un tema relativamente reciente en el ámbito de la optimización evolutiva dinámica. En los últimos 9 años se han producido algunos progresos importantes en este ámbito que conviene resumir para poder identificar posibles líneas de investigación. El presente trabajo revisa la literatura más relevante relacionada con ROOT y brinda varias oportunidades de investigaciones futuras.

Palabras-clave: Optimización robusta en el tiempo, Optimización evolutiva dinámica, Meta-heurísticas.

Robust Optimization Over Time: a review of most relevant contributions

Abstract: Robust optimization over time (ROOT) is a relatively recent topic in the field of dynamic evolutionary optimization. In the last 9 years there have been some important advances in this area that should be summarized in order to identify possible lines of research. In that sense, this paper reviews the most relevant literature related to ROOT and provides several opportunities for future research.

Keywords*:* Robust Optimization Over Time, Dynamic Evolutionary Optimization, Meta-heuristics.

1. Introducción

Varios problemas de optimización/decisión del mundo real son dinámicos. Algunos ejemplos son el aterrizaje de una nave espacial, el sistema de semáforos de una ciudad, el reparto óptimo de bienes y servicios a clientes que aparecen o desaparecen en el tiempo, entre otros. El objetivo en estos problemas es encontrar soluciones (casi) óptimas en cada instante de tiempo. En algunos casos, la incertidumbre, en forma de imprecisión o ruido presente en el problema, dificulta esta tarea utilizando métodos de optimización tradicionales (ej. basados en gradientes). Una alternativa efectiva es emplear métodos basados en la inteligencia computacional (Siddique & Adeli, 2013) (ej. meta-heurísticas

bioinspiradas), los cuales son capaces de encontrar soluciones de alta calidad con un costo computacional aceptable (Boussaïd, Lepagnot, & Siarry, 2013).

Durante las últimas tres décadas, el uso de meta-heurísticas para resolver problemas de optimización dinámica (DOP, por sus siglas en inglés) (Boria & Paschos, 2011) se convirtió en un tema de investigación muy activo, el cual habitualmente se conoce como Optimización Dinámica Evolutiva (EDO, por sus siglas en inglés) (Nguyen, Yang, & Branke, 2012). Si bien algunas variantes de DOP se han estudiado ampliamente en el pasado, otras en cambio, siguen estando un tanto inexploradas. Este es el caso de lo que se conoce como optimización robusta en el tiempo (ROOT, por sus siglas en inglés) (Yu, Jin, Tang, & Yao, 2010). A diferencia de los DOPs tradicionales, donde el objetivo es encontrar la mejor solución en el tiempo actual (ambiente), en los problemas de ROOT el objetivo es encontrar una solución que pueda ser útil en varios ambientes al mismo tiempo. Por ejemplo, en el presente y en ambientes futuros. Entiéndase por ambiente un periodo de tiempo en que el problema no varía, y por tanto, es posible optimizar con algún algoritmo típico de problemas estacionarios.

Específicamente, en ROOT la robustez de una solución viene dada por la calidad (valor de función objetivo) de ésta en un conjunto de ambientes consecutivos. Desde un punto de vista práctico, esto implica que el cálculo de la robustez de una solución en particular sea una tarea bien compleja. Principalmente porque la información de ciertos ambientes podría no estar disponible en el presente (por ejemplo, la información correspondiente a los ambientes futuros). Como consecuencia, el algoritmo debe incluir mecanismos específicos para estimar la robustez de una solución.

Cuando la robustez depende de ambientes en el futuro, la estimación se basa en el aprovechamiento de la información del pasado para predecir a estos ambientes. En este contexto, los principales enfoques para abordar un problema ROOT incluyen tres componentes (Fu, Sendhoff, Tang, & Yao, 2015; Jin, Tang, Yu, Sendhoff, & Yao, 2013):

un algoritmo para optimizar la robustez estimada (ej. un algoritmo evolutivo (EA)),

un mecanismo para almacenar o aproximar (estimar) el pasado y

un modelo de pronóstico del futuro.

Como se puede inferir, la investigación sobre ROOT puede progresar en estos tres aspectos, así como en el marco de trabajo (framework) que se asuma para resolver estos problemas. Hasta donde se conoce, no existe una investigación previa que permita determinar cual es el estado actual de estos progresos, algo que permitiría al investigador poder contribuir sin *reinventar la rueda* en esta área de estudio.

En este sentido, el presente trabajo tiene por objetivo revisar la literatura existente sobre ROOT, identificando las características más relevantes que no solo permitan conocer el estado actual de esta área de estudio, sino también identificar posibles oportunidades de investigación futura.

El resto del trabajo queda organizado de la forma siguiente: en la Sección 2 se definen a los problemas ROOT y se explica en detalle en qué consiste la tarea de resolver a éstos. Más adelante, en la Sección 3 se revisan los principales progresos que existen en ROOT.

Los trabajos son resumidos poniéndose énfasis en sus resultados más relevantes. En la Sección 4 se exponen las principales conclusiones de la investigación, incluyendo algunas oportunidades de investigación futura.

2. Materiales y métodos

La revisión se basó en los resultados arrojados por la consulta en la basa de datos *Scopus*, la cuál constituye una de las fuentes de referencias más importante en el mundo científico (Mongeon & Paul-Hus, 2016). La consulta realizada fue definida de la siguiente forma: *TITLE (robust AND "over time" AND optimi*)*. Los resultados de esta búsqueda fueron ampliados en *Google Scholar*, y siguiendo algunas referencias citadas en los trabajos de Scopus. Como resultado se encontraron los trabajos que se listan en la Tabla 1. Nótese que la mayoría corresponden a congresos o revistas de la editorial IEEE, y que las investigaciones comenzaron desde 2010 hasta la actualidad.

Trabajo	Año	Revista/Congreso	Tipo de publicación
(Yu et al., 2010)	2010	IEEE Congress on Evolutionary Computation, CEC 2010	Trabajo de congreso
(Fu, Sendhoff, Tang, & Yao, 2012)	2012	IEEE Congress on Evolutionary Computation, CEC 2012	Trabajo de congreso
(Jin et al., 2013)	2013	Memetic Computing	Artículo de revista
(Guo, Chen, Fu, & Liu, 2014)	2014	IEEE Congress on Evolutionary Computation, CEC 2014	Trabajo de congreso
(Chen, Guo, Liu, & Wang, 2015)	2015	Mathematical Problems in Engineering	Artículo de revista
(Fu et al., 2015)	2015	IEEE Transactions on Evolutionary Computation	Artículo de revista
(Y Huang, Jin, & Ding, 2015)	2015	IEEE Congress on Evolutionary Computation, CEC 2015	Trabajo de congreso
(Yuanjun Huang, Ding, Hao, & Jin, 2017)	2017	Information Sciences	Artículo de revista
(Yazdani, Nguyen, Branke, & Wang, 2017)	2017	Lecture Notes in Computer Science	Artículo de revista
(Pavel Novoa-Hernández, Pelta, & Corona, 2018)	2018	2018 IEEE Congress on Evolutionary Computation, CEC 2018	Trabajo de congreso
(Yazdani, Nguyen, & Branke, 2019)	2019	IEEE Transactions on Evolutionary Computation	Artículo de revista

Tabla 1 – Trabajos revisados sobre Optimización Robusta en el Tiempo (ROOT).

El primer trabajo sobre ROOT fue el de (Yu et al., 2010). En dicho estudio, los autores definieron el concepto de ROOT como la búsqueda de "una secuencia de soluciones robustas en intervalos de tiempo'". Además, en este trabajo se sugirieron un problema de prueba y varios indicadores para estudiar el rendimiento del algoritmo en problemas ROOT. Sin embargo, no se realizó experimentación.

En (Fu et al., 2012), los autores extendieron el trabajo anterior de (Yu et al., 2010) y se centraron en cómo caracterizar los cambios ambientales subyacentes de un problema dinámico cuando se aborda como un problema ROOT. Se propusieron varias medidas de rendimiento que fueron estudiadas en simulaciones numéricas. Los autores reportaron como principal conclusión que estas medidas brindan información valiosa sobre el rendimiento del algoritmo.

La primera aplicación de un método de resolución para ROOT apareció en (Jin et al., 2013), donde los autores propusieron un marco trabajo (framework) con los siguientes componentes: a) un optimizador (por ejemplo, un algoritmo evolutivo), b) una base de datos para almacenar el anterior soluciones generadas y evaluadas, c) un *aproximador* local para evaluar soluciones en escenarios del pasado, y d) un predictor para estimar los valores de la función objetivo en escenario futuro. Es importante mencionar que el aproximador local solo se usa si la solución a evaluar no aparece en la base de datos.

Con la intención de validar el marco propuesto, los autores diseñaron un prototipo que incluyó a un algoritmo de optimización de enjambre de partículas (PSO) (Zhang, Wang, & Ji, 2015) como optimizador, una Red de función de base radial (RBFN) como aproximador local, y un modelo autorregresivo (AR) como predictor. Se realizaron varios experimentos computacionales en tres problemas de prueba basados en versiones dinámicas existentes. Para evaluar el rendimiento del algoritmo, los autores emplearon el error promedio y la sensibilidad promediada. Cuando se comparó con los algoritmos para resolver DOP, el algoritmo propuesto mostró un mejor rendimiento. Sin embargo, los autores también reconocieron que "hay mucho por mejorar en la construcción de modelos de aproximación para estimar los valores de calidad (función objetivo) del pasado".

En (Fu, Sendhoff, Tang, & Yao, 2013), los autores criticaron las definiciones previas de robustez dadas en (Jin et al., 2013). Como alternativa, propusieron dos nuevos conceptos *tiempo de supervivencia* y *calidad promedio*. Ambas explicadas en la sección anterior. Adicionalmente, los autores diseñaron dos métricas para guiar al optimizador durante la búsqueda. Estas métricas incluyeron estimadores basados en el error cuadrático medio.

Teniendo en cuenta las limitaciones de las investigaciones anteriores, en (Y Huang et al., 2015) se propusieron tres nuevas medidas de rendimiento para analizar a los algoritmos en problemas ROOT. Estas fueron el *error* (de robustez), la *tasa de éxito*, y el *rendimiento general*. Sin embargo, las tres medidas asumen que se conoce la solución óptima del problema en todo momento y por tanto, su alcance es limitado. Esto es, sería difícil aprovecharlas en algunos escenarios reales, donde, por ejemplo, el futuro pudiera no conocerse con certeza.

En (Fu et al., 2015), se presentaron dos puntos de referencia ROOT basados en los conceptos de tiempo de supervivencia y calidad promedio. Como contribución adicional, los autores teóricamente mostraron cómo calcular la solución óptima para ambos puntos de referencia. Los experimentos desarrollados sirvieron para ilustrar la aplicabilidad de los problemas artificiales propuestos, aunque curiosamente no se validó experimentalmente los resultados teóricos obtenidos.

En un trabajo más reciente, (Yazdani et al., 2017) propuso un algoritmo novedoso para resolver ROOT. Usando un enfoque multi-enjambre (Yang et al., 2018) el algoritmo

emplea métricas específicas de los enjambres de partículas para guiar la búsqueda. Curiosamente, el algoritmo no requiere de un aproximador para modelar el pasado, ni tampoco un predictor para el futuro. Probado en varios problemas artificiales basados en el concepto de tiempo de supervivencia, el algoritmo logró mejores resultados que otros métodos de la literatura. Este trabajo fue ampliado sustancialmente en (Yazdani et al., 2019) donde se propuso una alternativa al enfoque usual de predecir el futuro. Específicamente, los autores implementaron estrategias para *aprender* las características de los *picos* presentes en el espacio de búsqueda. Los experimentos mostraron una superioridad de los algoritmos propuestos frente a otros de la literatura.

En (Pavel Novoa-Hernández et al., 2018), los autores estudiaron experimentalmente el rol de distintos aproximadores del pasado en el rendimiento de un algoritmo frente a un problema ROOT basado en el concepto de calidad promedio. Como principal resultado, los autores reportan que, al menos para el problema estudiado, el aproximador basado en Regresión con Soporte Vectorial (Support Vector Regression) resultó el más efectivo.

Finalmente, es importante destacar las contribuciones de (Chen et al., 2015; Guo et al., 2014; Yuanjun Huang et al., 2017) en las que se aprovechan los progresos de la optimización multi-objetivo para resolver ROOT.

3. Resultados

Un problema de optimización robusta en el tiempo (ROOT) se define formalmente como:

$$\max_{x \in \Omega} \mathcal{R}(x, t, T) \tag{1}$$

donde $\Omega \subseteq \mathbb{R}^D$ es el espacio de búsqueda D-dimensional, $x \in \Omega$ es por tanto el vector correspondiente a las variables de decisión del problema, $t \in \mathbb{N}_0$ representa a los ambientes (escenarios) del problema, y T es la denominada *ventana de tiempo*. La función $\mathcal{R}: \mathbb{R}^D \times \mathbb{N} \rightarrow \mathbb{R}$ es la función de robustez, esto es, la que define cuán robusta es la solución x.

Específicamente, la tarea en ROOT es encontrar una solución x^* para cada ambiente t que maximice la robustez según $\mathcal{R}$. Existen varias formas de definir a la función $\mathcal{R}$, esto es, teniendo en cuenta las características del problema que se pretende resolver. Por ejemplo, una forma es concebirla como una función de agregación de varios valores de funciones objetivos independientes que caracterizan la calidad de las soluciones en los ambientes comprendidos en el intervalo $[t, t + T - 1)$.

Este enfoque ha sido adoptado autores como (Fu et al., 2015), en los que se han estudiado dos variantes para definir a $\mathcal{R}$. La primera, denominad *calidad promedio* es, como su nombre indica un promedio de calidad de la solución en los ambientes consecutivos $[t, t + T - 1)$. La segunda variante, denominada tiempo de supervivencia (*survival time*) calcula el número de ambientes en el que la solución permanece con un índice de calidad superior a un cierto umbral. Ambas definiciones se ilustran en las Ecuaciones II y III, respectivamente.

$$\mathcal{R}^a(x) = \frac{1}{T}\sum_{i=0}^{T-1} f_{t+i}(x) \tag{2}$$

$$\mathcal{R}^s(x) = \begin{cases} 0, & f_t(x) < \varepsilon \\ 1 + \max\{l \mid \forall i \in \{t, t+1, \dots, t+l\}: f_i(x) \geq \varepsilon\}, & f_t(x) \geq \varepsilon \end{cases} \tag{3}$$

Desde el punto de vista de la optimización de *caja negra* (el algoritmo desconoce la definición exacta de la función objetivo) evaluar una solución particular en $\mathcal{R}$ es un proceso propenso a errores. Esto se debe principalmente a que las funciones objetivo del futuro (f_{t+i}) son desconocidas para el algoritmo. De manera que, en términos prácticos, el algoritmo debe guiarse por una estimación de $\mathcal{R}$. Es fácil intuir por tanto que, entre mejor sea esta estimación, mejor será el rendimiento del algoritmo en la búsqueda de las soluciones robustas en el tiempo.

Como se verá más adelante, el enfoque más extendido para estimar el valor de $\mathcal{R}$ en una solución candidata x en un ambiente t es el siguiente (Fu et al., 2015; Jin et al., 2013):

Evaluar la solución x en un pasado de longitud K;

Evaluar a x en el presente;

Con los valores de los pasos 1 y 2, pronosticar las evaluaciones de x en los $T-1$ subsiguientes ambientes del futuro;

Aplicar una de las definiciones de robustez (ej. Ecuaciones II o III), para estimar la robustez de x.

El paso 1 depende de las características del problema, esto es, si es posible o no conocer o estimar el pasado. Por ejemplo, existen problemas en los que el espacio de búsqueda es *enumerable* y la cantidad de soluciones se pueden almacenar en cierta medida eficientemente. De manera que contar con un historial resultaría de gran ayuda para efectuar esta tarea. Sin embargo, cuando el espacio de búsqueda no cumple con estas condiciones (aún siendo enumerable), almacenar las soluciones y sus respectivos valores de la función objetivo en el pasado, resulta impráctico o simplemente imposible (espacios de búsqueda continuos). En estos casos, lo correcto sería estimar (aproximar) estos ambientes del pasado. Aquí, podrían aplicarse muchos de los modelos de aproximación de funciones conocidos (ej. interpolación, regresión, entre otros).

Algo similar ocurre en el paso 3. Aquí lo más intuitivo es enfocar el problema como una serie temporal. En efecto, si se cuenta con información del pasado y del presente, es posible estimar el futuro. El lector podrá advertir que cada aspecto del enfoque para estimar el valor actual de la robustez de una solución dada, admite una gran cantidad de variantes aún por explorar. A esto se le suma el hecho de que existe también una gran cantidad de alternativas a emplear como algoritmos de optimización.

Finalmente, una cuestión importante es cómo medir el rendimiento de los algoritmos al optimizar un problema ROOT. Las denominadas medidas de rendimiento tienen la respuesta. Como se verá en la revisión subsecuente, aunque existen algunos progresos en este sentido, aún queda mucho por aportar.

4. Conclusiones

La optimización robusta en el tiempo es un tema de actualidad en el ámbito de la optimización evolutiva dinámica. Es un campo que involucra varias disciplinas que están siendo abordadas en la actualidad de forma independiente. Por un lado, la optimización en escenarios complejos mediante metaheurísticas, y por otro las técnicas estadísticas, de aprendizaje automatizado, etc, se combinan para obtener algoritmos sofisticados que permitan encontrar soluciones robustas en el tiempo. Aunque existen progresos importantes, en nuestra opinión, aún queda mucho por abordar en este campo. Las principales oportunidades, según nuestro criterio, se resumen de la forma siguiente:

Diseñar *frameworks* más eficientes. En la actualidad el más estudiado ha sido el de (Jin et al., 2013), con ligeras variantes. Sin embargo, este framework es costoso computacionalmente, pues para cada evaluación de una solución candidata es necesario ajustar un modelo de pronóstico. La propuesta de (Yazdani et al., 2019) resulta interesante pero por sus características, parece indicar que solo sirve para problemas multimodales donde se tiene una idea aproximada del número de picos del problema, esto es, para poder asignarle subpoblaciones de soluciones que puedan vigilarlos.

Emplear mejores modelos para el pasado y el futuro. No cabe duda que estos elementos constituyen una de las fuentes más importantes de incertidumbre en el proceso de optimización robusta en el tiempo. Intuitivamente, lo ideal sería que el modelo se retroalimentara en el tiempo con el objetivo de mejorar su precisión. Existen modelos en el ámbito del Análisis de Flujo de Datos (*Data Stream Analysis*) que podrían ser útiles aquí.

Aplicar optimizadores inteligentes. El proceso de optimización en cada ambiente se asume como un problema resuelto en la mayoría de las investigaciones de la optimización robusta en el tiempo. Sin embargo, esto no tiene por qué ser así. En tal sentido, en problemas más complejos es necesario diseñar algoritmos que se adapten a las características cambiantes del problema. La denominada auto-adaptación (P Novoa-Hernández et al., 2016) y más recientemente, el aprendizaje profundo, podrían ser claves a la hora de dotar de este comportamiento a los optimizadores.

Referencias

Boria, N., & Paschos, V. T. (2011). A survey on combinatorial optimization in dynamic environments. *RAIRO - Operations Research*, *45*(3), 241–294. https://doi.org/10.1051/ro/2011114

Boussaïd, I., Lepagnot, J., & Siarry, P. (2013). A survey on optimization metaheuristics - Google Scholar. *Information Sciences*, *237*, 82–117. Retrieved from https://scholar.google.nl/scholar?hl=en&as_sdt=0%2C5&q=+A+survey+on+optimization+metaheuristics&btnG=

Chen, M., Guo, Y., Liu, H., & Wang, C. (2015). The Evolutionary Algorithm to Find Robust Pareto-Optimal Solutions over Time. *Mathematical Problems in Engineering*, *2015*, 1–18. https://doi.org/10.1155/2015/814210

Fu, H., Sendhoff, B., Tang, K., & Yao, X. (2012). Characterizing environmental changes in Robust Optimization Over Time. In *2012 IEEE Congress on Evolutionary Computation, CEC 2012* (pp. 1–8). https://doi.org/10.1109/CEC.2012.6256410

Fu, H., Sendhoff, B., Tang, K., & Yao, X. (2013). Finding robust solutions to dynamic optimization problems. In A. I. Esparcia-Alcázar (Ed.), *Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)* (Vol. 7835 LNCS, pp. 616–625). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-642-37192-9-62

Fu, H., Sendhoff, B., Tang, K., & Yao, X. (2015). Robust optimization over time: Problem difficulties and benchmark problems. *IEEE Transactions on Evolutionary Computation*, *19*(5), 731–745. https://doi.org/10.1109/TEVC.2014.2377125

Guo, Y. N., Chen, M., Fu, H., & Liu, Y. (2014). Find robust solutions over time by two-layer multi-objective optimization method. In *Proceedings of the 2014 IEEE Congress on Evolutionary Computation, CEC 2014* (pp. 1528–1535). https://doi.org/10.1109/CEC.2014.6900241

Huang, Y., Ding, Y., Hao, K., & Jin, Y. (2017). A multi-objective approach to robust optimization over time considering switching cost. *Information Sciences*, *394–395*, 183–197. https://doi.org/10.1016/j.ins.2017.02.029

Huang, Y., Jin, Y., & Ding, Y. (2015). New performance indicators for robust optimization over time. In *2015 IEEE Congress on Evolutionary Computation (CEC)* (pp. 1380–1387). https://doi.org/10.1109/CEC.2015.7257049

Jin, Y., Tang, K., Yu, X., Sendhoff, B., & Yao, X. (2013). A framework for finding robust optimal solutions over time. *Memetic Computing*, *5*(1), 3–18. https://doi.org/10.1007/s12293-012-0090-2

Mongeon, P., & Paul-Hus, A. (2016). The journal coverage of Web of Science and Scopus: a comparative analysis. *Scientometrics*, *106*(1), 213–228. https://doi.org/10.1007/s11192-015-1765-5

Nguyen, T. T., Yang, S., & Branke, J. (2012). Evolutionary dynamic optimization: A survey of the state of the art. *Swarm and Evolutionary Computation*, *6*(0), 1–24. https://doi.org/10.1016/j.swevo.2012.05.001

Novoa-Hernández, P., Corona, C. C., Pelta, D. A., Hernández, P. N., Corona, C. C., & Pelta, D. A. (2016). Self-adaptation in dynamic environments - a survey and open issues. *International Journal of Bio-Inspired Computation*, *8*(5), 1. https://doi.org/10.1504/ijbic.2016.074635

Novoa-Hernández, P., Pelta, D. A., & Corona, C. C. (2018). Approximation Models in Robust Optimization over Time - An Experimental Study. In *2018 IEEE Congress on Evolutionary Computation, CEC 2018 - Proceedings* (pp. 1339–1344). https://doi.org/10.1109/CEC.2018.8477670

Siddique, N., & Adeli, H. (2013). *Computational Intelligence: Synergies of Fuzzy Logic, Neural Networks and Evolutionary Computing*. *Computational Intelligence: Synergies of Fuzzy Logic, Neural Networks and Evolutionary Computing*. John Wiley & Sons Ltd. https://doi.org/10.1002/9781118534823

Yang, Z., Ma, H., Yu, M., Fei, M., Zhou, H., & Shen, S. (2018). Multi-population techniques in nature inspired optimization algorithms: A comprehensive survey. *Swarm and Evolutionary Computation*, *44*, 365–387. https://doi.org/10.1016/j.swevo.2018.04.011

Yazdani, D., Nguyen, T. T., & Branke, J. (2019). Robust Optimization over Time by Learning Problem Space Characteristics. *IEEE Transactions on Evolutionary Computation*, *23*(1), 143–155. https://doi.org/10.1109/TEVC.2018.2843566

Yazdani, D., Nguyen, T. T., Branke, J., & Wang, J. (2017). A new multi-swarm particle swarm optimization for robust optimization over time. *Lecture Notes in Computer Science (Including Subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, *10200 LNCS*, 99–109. https://doi.org/10.1007/978-3-319-55792-2_7

Yu, X., Jin, Y., Tang, K., & Yao, X. (2010). Robust optimization over time - A new perspective on dynamic optimization problems. In *2010 IEEE World Congress on Computational Intelligence, WCCI 2010 - 2010 IEEE Congress on Evolutionary Computation, CEC 2010* (pp. 1–6). https://doi.org/10.1109/CEC.2010.5586024

Zhang, Y., Wang, S., & Ji, G. (2015). A Comprehensive Survey on Particle Swarm Optimization Algorithm and Its Applications. In *Mathematical Problems in Engineering* (Vol. 2015, pp. 1–38). https://doi.org/10.1155/2015/931256

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

Recebido/Submission: 08/11/2018
Aceitação/Acceptance: 18/12/2018

Modelado e Identificación en un Sistema de Generación Eólica Basado en Dfig

Jorge P. Murillo[1], Francisco B. Herrera[2], Lesyani T. León[3]

jmurillo@uteq.edu.ec, herrera@uclv.edu.cu, lesyani@uclv.edu.cu

[1] Facultad Ciencias de la Ingeniería, Universidad Técnica Estatal de Quevedo, 120502, Quevedo, Ecuador

[2] Facultad de Ingeniería Eléctrica, Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas, Cuba, 50100, Santa Clara, Cuba.

Pages: 165–180

Resumen: El arículo presenta los resultados de la investigación realizada en el modelado y la identificación en un sistema de generación eólica que usa un DFIG como elemento principal de generación. Se considera como la principal no linealidad en el generador la saturación magnética, así como los efectos de esta en el comportamiento dinámico del sistema. A partir de un modelo básico de este tipo de proceso se obtiene el correspondiente modelo dinámico que incluye la inductancia mutua como la variable indicadora de la presencia de saturación en el sistema. Se simulan diferentes condiciones de operación causadas por variaciones en la tensión de línea para obtener los datos para aplicar los procedimientos de identificación. La potencia activa y reactiva, así como la velocidad del rotor son las que se consideran como variables de entrada y salida, respectivamente.

Palabras-clave: Modelo de saturación magnética, DFIG, Sistemas de conversión de energía de viento

Modeling and Identification in a Wind Generation System Based on Dfig

Abstract: the paper presents the results of the research carried out regarding the modeling and identification in a wind energy conversion system using a Doubly Fed Induction Generator. Magnetic saturation, as main nonlinearity in the generator, is considered to take in account their effects on the dynamic behavior of the system. The dynamics of this kind of generator is modeled with the basic equations describing the operation, considering the mutual inductance as the variable to indicate a presence of saturation. Different operation conditions caused by voltage disturbances were used to applied the identification procedures. As output variables were used active and reactive generated power and rotor velocity.

Keywords*:* magnetic saturation model, DFIG, Wind Energy Conversion System

1. Introducción

En los años recientes se trabaja intensamente en la aplicación de los Generadores de Inducción Doblemente Alimentados, conocidos normalmente como DFIG por sus siglas en inglés, *Doubly Fed Induction Generator*, en los sistemas de generación eólica. Especialmente se ha venido trabajando por la comunidad científica en lo relativo al modelado, a la identificación y al control de estos dispositivos. La base de estos trabajos radica en la adecuada caracterización de las diferentes condiciones de operación en los cuales estos sistemas tecnológicos pueden operar. Uno de los principales elementos que definen estas condiciones de operación es la saturación magnética, la que se considera como una de las principales no linealidades que ocurren en las máquinas eléctricas y en los generadores de inducción en particular, objeto de estudio del actual trabajo. Es práctica común considerar dos grandes zonas de operación en dependencia de la presencia o no de la saturación magnética, una lineal, cuando no hay saturación y la otra, no lineal, cuando se presenta. La ocurrencia o no de esta saturación magnética es usual determinarla por el comportamiento de la inductancia mutua, Lm, parámetro que es constante en la zona lineal, mientras que comienza a disminuir con el efecto de la saturación.

Varios métodos existen para el tratamiento de las no linealidades (Caughey, K., 1963), (Iwan. W.D., 1973), (Krylov, N. and Bogoliubov, N, 1943), (Roberts, J.B. and Spanos, P.D., 1961). Por otra parte, está bien demostrada la necesidad de considerar la saturación y sus efectos en los trabajos de modelado de las máquinas de inducción en general (Fraile, J., 2005). El procedimiento de cálculo de Lm está bien fundamentado en la literatura técnica revisada (Marques, G., 2012), (Zhu, R. et al., 2015), (Zhou, L. et al., 2015), (Bogoliubov, N.N. and Mitropolsky, Y.A., 1961) y (Tang, N. et al., 2001). Particularmente también se reportan varios modelos que especialmente consideran el efecto no lineal provocado por la saturación magnética (Zhen, X. et al, 2015), (Lupsa-Taturu, L., 2010), (Bossio, G.R., 2014), (Blas, A. 2006). Sin embargo, por lo general, con vistas a facilitar los procedimientos de modelado en estos estudios2010 se considera que los generadores trabajan en la parte lineal de la característica de saturación y sin tener en cuenta la presencia de esta no linealidad en el sistema, resultando por tanto en modelos lineales. Esto constituye una limitante. En este sentido actualmente existe una tendencia a considerar la saturación, como variable, implicando con ello considerar Lm como variable en el modelado. En este trabajo se presenta una novedosa forma de introducir el cambio en Lm en forma simplificada en el modelado, a partir de un modelo particularmente determinado en el sistema que se investiga.

Para determinar los mejores modelos para representar el comportamiento dinámico de estos sistemas considerando la saturación magnética se aplican los procedimientos bien establecidos para la identificación de sistemas. Una vez efectuada esto, se pueden diseñar los sistemas de identificación y control más adecuados, lo cual ha venido recibiendo una creciente atención (León, L. et al., 2014), (Neves, F. et al, 2014), (Mehta, B. et al., 2015), (Dawit, W. et al., 2018), (Abdeddaim, S. and Betka, A., 2013), (Pen, et.al., 1996), (Beltran, B. et al., 2012), (Boudjema, Z. et al, 2013), (Djeriri, Y. et al., 2014), (Mehdipour, C. et al., 2016), (Rahab, A. et al., 2018) y (Monjo, L, et al., 2013).

Para aplicar los procedimientos de identificación se determinan las condiciones de operación del sistema a identificar. Para este trabajo se estudian las condiciones especiales de operación provocadas por algunos de los principales disturbios que ocurren en el sistema, básicamente lo denominado como huecos y subidas de tensión, lo cual también presenta antecedentes en varios trabajos donde se analiza el comportamiento en diferentes condiciones relacionadas principalmente con los voltajes de operación (disturbios, fallos, etc.) (Bounadja, E. et al , 2014), (Jimenez, A.A. et al. , 2018), (Seman, S. et al. , 2016), (López, E. et al , 2009) y (Hu, J. et al. , 2011).

Por lo anterior el objetivo general de este trabajo es determinar, mediante modelado y simulación, el efecto de la saturación magnética en los sistemas de generación eólica cuando estos están sometidos a régimen especial de operación, tales como subidas o hueco de tensión. Otro objetivo es determinar los modelos dinámicos más adecuados para estos sistemas de generación eólica en condiciones especiales de operación, con modelos que consideran la saturación magnética en el generador.

La investigación es realizada usando la simulación de los diferentes modelos, tanto del DFIG, como del sistema general de generación, debido a la imposibilidad de realizar algunos experimentos directamente sobre el sistema real seleccionado para el trabajo, debido a las propias características de envergadura y complejidad del mismo.

La estructura de este artículo se compone de una primera sección donde expone el modelado de la saturación magnética en el generador de inducción. En la segunda sección se desarrolla el modelo general del sistema de generación sus características y los resultados de los experimentos para diferentes condiciones especiales de operación, considerando subidas y huecos de tensión. A continuación, una sección donde se expone y explica los resultados de los procedimientos de identificación aplicados, incluyendo el análisis comparativo de estos resultados. Finalmente se presenta las conclusiones.

1.1. Modelado del sistema con saturación

Para este trabajo se parte del modelo DFIG descrito en (Martín, M.E , 2016), donde se explica que el rotor del generador de inducción es alimentado por el convertidor trifásico del lado de la máquina, aplicado en un sistema trifásico de tensiones de frecuencia variable. El modelado se basa en el manejo matemático de las relaciones fundamentales que en este proceso se manifiestan. La relación velocidad y ángulo de posición será:

$$\theta = \int W_s = \int 2 \cdot \pi \cdot f_s \tag{2.1}$$

donde f_s *es la frecuencia de la tensión de la red, 60 Hz. Por otra parte, existe una relación entre la tensión y la corriente de trabajo con el flujo magnético, tanto en el estator como en el rotor. Referido al estator, la tensión vendrá dada por*

$$v_s^{\alpha\beta} = R_s i_s + \frac{d\psi_s}{dt} \tag{2.2}$$

dónde: R_s es la resistencia del estator, i_s es la corriente del estator y ψ_s el flujo del estator, y expresado en referencias a los ejes dq girando a la velocidad sincrónica, resulta:

$$V_s^{dq} = R_s i_s + \frac{d\psi_s}{dt} + jw_s\psi_s \tag{2.3}$$

donde w_s es la velocidad de giro del sistema de referencia sincrónico. Análogamente para el rotor se obtiene:

$$v_r^{dq} = R_r i_r + \frac{d\psi_r}{dt} + j(w_s - w_r)\psi_r \tag{2.4}$$

donde: R_r es la resistencia del rotor, i_r es la corriente del rotor, ψ_r el flujo del rotor, w_r representa la velocidad del rotor de la máquina y $(w_s - w_r)$ la diferencia entre la velocidad del sistema de referencia sincrónico y la del rotor.

El flujo del estator será la suma del flujo producido por la corriente circulante por él mismo, más una parte del producido por las corrientes del rotor. Lo mismo se cumple con el flujo del rotor. Esto queda reflejado en las siguientes ecuaciones:

$$\psi_s = L_s i_s + L_m i_r \tag{2.5}$$

$$\psi_r = L_r i_r + L_m i_s \tag{2.6}$$

donde L representa la inductancia. Los subíndices representan: s parámetros del estator; r parámetros del rotor; m parámetros mutuos.

A partir de esto solo queda definir las ecuaciones que ligan el momento mecánico desarrollado por la máquina con las variables y la relación entre el momento de la carga T_l y el momento electromagnético T_{em} :

$$T_{em} = \frac{3}{2} \cdot p \cdot L_m \cdot I_m \left(i_s \cdot i_r^* \right) \tag{2.7}$$

$$T_{em} - T_l = J \cdot \frac{d}{dt}\Omega \tag{2.8}$$

donde: p es el número de pares de polos, L_m es la inductancia de magnetización, J es el momento de inercia del generador y $\Omega = w_r/p$. I_m indica la parte imaginaria de un número complejo y * representa el complejo conjugado.

Si se considera que v_a, v_b y v_c son las tensiones de fase del sistema trifásico y que i_a, i_b e i_c son las corrientes de fase de entrada, la potencia desarrollada por el circuito es:

$$P = v_a i_a + v_b i_b + v_c i_c \tag{2.9}$$

Considerando la componente de secuencia cero como nula, las potencias activa y reactiva instantáneas pueden ser escritas usando la tensión y la corriente en los ejes de referencia dq como:

$$P = \frac{3}{2}(v_d i_d + v_q i_q) \tag{2.10}$$

$$Q = \frac{3}{2}(v_q i_d - v_d i_q) \tag{2.11}$$

y considerando las ecuaciones anteriores del modelado de la máquina, se obtiene la expresión general para la potencia como:

$$P = \frac{3}{2}\{R_s |i_s|^2 + R_r |i_r|^2\} + \frac{3}{2}\frac{d}{dt}\{\frac{L_{ls}}{2}|i_s|^2 + \frac{L_{lr}}{2}|i_r|^2 + L_m |i_s + i_r|^2\} + \frac{3}{2} W_r \frac{L_m}{L_e} \mathrm{Im}\{\psi_s i_r^*\} \tag{2.12}$$

donde L_{ls} y L_{lr} son las inductancias del estator y el rotor respectivamente y Lm es la inductancia mutua. Nótese el efecto de las inductancias, sea la inductancia propia del estator (L_s) o del rotor (L_r), como de la de magnetización (Lm) tiene en la potencia instantánea desarrollada.

La inductancia de magnetización Lm tiene particular interés y su variación viene determinada por la zona de operación. Su valor depende en forma no lineal del valor de la corriente de magnetización , lo cual se puede describir mediante:

$$\psi_m(i_m) = L_m(i_m) * i_m \tag{2.13}$$

donde ψ_m es el flujo de magnetización y la corriente de magnetización se calcula por:

$$i_m = \sqrt{i_{md}^{\ 2} + i_{mq}^{\ 2}} \tag{2.14}$$

Siendo

$$i_{md} = i_{sd} + i_{rd}$$

$$i_{mq} = i_{sq} + i_{rq}$$

Representado los subíndices d y q las corrientes en los correspondientes ejes de coordenadas.

Considerando el sistema de generación en su conjunto es necesario incluir el controlador de velocidad del rotor, y con ello trabajar con las expresiones de tensión, corriente y potencia en el sistema. Las expresiones para la tensión:

$$v_a(t) = R_1 i_a(t) + L_1 \frac{di_a(t)}{dt} + e_a(t) \tag{2.15}$$

$$v_b(t) = R_1 i_b(t) + L_1 \frac{di_b(t)}{dt} + e_b(t) \tag{2.16}$$

$$v_c(t) = R_1 i_c(t) + L_1 \frac{di\ (t)}{dt} + e_c(t) \tag{2.17}$$

donde: $v_a(t), v_b(t)$ y $v_c(t)$ son las tensiones de salida de cada fase en el controlador, L_1 y R_1 son valores de inductancia y resistencia de este. $i_a(t), i_b(t)$ e $i_c(t)$ son las corrientes de cada fase del controlador y e_a, e_b y e_c son las tensiones de cada fase de la red eléctrica.

Las expresiones (2.15), (2.16) y (2.17) se pueden expresar en forma vectorial en los ejes de referencias dq:

$$v(t) = R_1 i_g(t) + L_1 \frac{di_g(t)}{dt} + jw_1 L_1 i_1(t) + e_g(t) \tag{2.18}$$

$$v_q(t) = R_1 i_q(t) + L_1 \frac{di_q(t)}{dt} + w_1 L_1 i_d(t) + e_q(t) \tag{2.19}$$

$$v_d(t) = R_1 i_d(t) + L_1 \frac{di_d(t)}{dt} - w_1 L_1 i_q(t) + e_d(t) \tag{2.20}$$

Ya con estas expresiones para los valores de tensiones y corrientes en los ejes dq aplicamos las expresiones para la potencia activa y reactiva (2.10) y (2.11) resultando, respectivamente:

$$P = \frac{3}{2} Re\left\{\vec{v}\,\vec{i}^{*}\right\} = \frac{3}{2}\left(v_d i_d + v_q i_q\right) \tag{2.21}$$

$$Q = \frac{3}{2} Im\left\{\vec{v}\,\vec{i}^{*}\right\} = \frac{3}{2}\left(v_q i_d + v_d i_q\right) \tag{2.22}$$

Si el vector tensión del sistema de potencia se usa orientado de acuerdo a la posición del sistema *dq*, entonces el vector tensión puede ser alineado con el eje *d*. Entonces las potencias: activa y reactiva se convierten en:

$$P = \frac{3}{2}\left(v_d i_d\right) \tag{2.23}$$

$$Q = \frac{3}{2}\left(v_q i_d\right) \tag{2.24}$$

Completando el modelado en lo referente a la potencia es necesario incluir la potencia mecánica proporcionada por el viento, que se convierte en eléctrica en la turbina eólica:

$$P = \frac{1}{2}\rho A C_p V^3 \tag{2.25}$$

donde: ρ es la densidad del aire, V es la velocidad del viento, A es el área de la turbina del rotor, y C_p es el coeficiente de potencia, este último es una función compleja de la distribución del flujo de aire en la turbina.

Por su parte las ecuaciones del rotor separadas en sus dos componentes *d* y *q* es [pena 22]:

$$V_{rd} = R_r i_{rd} - (w_s - w_r)\psi_{rq} + \frac{d}{dt}\psi_{rd} \tag{2.26}$$

$$V_{rq} = R_r i_{rq} + (w_s - w_r)\psi_{rd} + \frac{d}{dt}\psi_{rq} \tag{2.27}$$

Suponiendo que la máquina trabaje sin saturarse, el flujo del estator será la suma del flujo producido por la corriente circulante por él mismo, más una parte del producido por las corrientes del rotor. Lo mismo se cumple con el flujo del rotor. Esto queda reflejado como:

$$\psi_r = \left(L_r - \frac{L_m}{L_s}\right) i_r + \psi_s \frac{L_m}{L_s} \tag{2.28}$$

Para representar la relación entre ψ_r y ψ_s. Definiendo:

$$\sigma = 1 - \frac{L_m^2}{L_s L_r} \tag{2.29}$$

Al introducir la ecuación (2.29) y (2.29) en (2.26) y (2.27):

$$V_{rd} = R_r i_{rd} - w_{slip}\sigma L_r i_{rq} + \sigma L_r \frac{d}{dt} i_{rd} + \frac{L_m}{L_s}\frac{d}{dt}\psi_{sd} \tag{2.30}$$

$$V_{rq} = R_r i_{rq} + w_{slip}\sigma L_r i_{rd} + \sigma L_r \frac{d}{dt} i_{rq} + w_{slip}\frac{L_m}{L_s}\psi_{sd} \tag{2.31}$$

Donde w_{slip} es la diferencia entre la velocidad de sincronismo y la velocidad del rotor.

Para incluir el efecto de la saturación se han desarrollado varias formas de modelar la expresión no lineal expresada en (2.13). Una de ellas es la desarrollada por (Zhen, X. et al., 2015), que se expone a continuación:

de Lm, que es la usada en el modelo que se simula. En la tabla 1 se exponen los datos del sistema real que consideró para hacer este trabajo radicado en Gibara, Cuba. La expresión para el cálculo de Lm para este caso concreto queda como:

$$L_m = \begin{cases} 0\ 0062 & para\, \lambda_m \leq 1{,}52 \\ \dfrac{1.21.\lambda_m}{\left[60 - 3400.28.ln\left(1 - \dfrac{\lambda_m}{3.42}\right)\right]} & para\, \lambda_m > 1{,}52 \end{cases}$$

$$L_m\left(i_m\right) = \left(\alpha - L_p * i_m\right) \Big/ \left(\beta + i_m\right) \tag{2.32}$$

Donde α y β, depende de parámetros del generador, y es una constante calculada a partir de inductancia de pérdida tanto del estator como del rotor. Sin embargo esta expresión ha sido desarrollada para máquinas de poca y mediana potencia. Siendo el objetivo de este trabajo los generadores de mayor potencia fue necesario desarrollar un modelo más adecuado a estos niveles, experimentándose con una relación no lineal entre el flujo magnético λ_m y la corriente de magnetización de la siguiente forma:

$$I_m = -k.ln\left(1 - \frac{\lambda_m}{\beta}\right) \tag{2.33}$$

Sustituyendo en (2.13) obtenemos la expresión para la determinación (2.34)

Variable	Valor
Tensión V	690 voltios
Resistencia Estator Rs	0.0035 Ω
Resistencia del Rotor Rr	0.0031Ω
Frecuencia nominal fnom	60 Hz
Número de polos p	4
Inductancia mutua constante Lm0	0,00621 H
Inductancia del rotor Llr	1.289e-4 H
Inductancia de estator Lls	8.84801e-5 H

Tabla 1 – Datos reales del sistema DFIG G52-850

El objetivo consiste entonces en la introducción de la expresión (2.34) en el sistema de ecuaciones que representa el modelo. Todas las expresiones desarrolladas en esta sección son las empleadas como modelo resultante general del sistema degeneración eólica basado en DFIG, el cual se programa en el sistema SimuLink/MatLab para desarrollar los experimentos mediante simulación, tanto para obtener el comportamiento

dinámico, como para aplicar los procedimientos de identificación. Ambos aspectos son desarrollados en la siguiente sección.

2. Materiales y métodos

Considerando que se representa la saturación en el sistema por medio de la expresión no lineal para el cálculo de Lm, como expresa (2.34) el procedimiento lógico para la identificación es el empleo de métodos no lineales. Para ello existen varios métodos bien establecidos de modelos no lineales para la identificación, entre ellos uno de los más usados son los modelos basados en polinomios no lineales auto-regresivos, conocidos abreviadamente como modelos ARX no lineales (NARX). También se emplean los modelos híbridos lineal/no lineal, conocidos por modelos Hammerstein-Wiener, (HW). En esta investigación se aplicarán ambos modelos, como estructura de modelo previamente determinada, cuyos parámetros se estiman por el procedimiento de identificación. Se comparan los resultados y se determinan los modelos paramétricos que mejor representen el comportamiento del sistema en las condiciones especiales de operación determinadas por las alteraciones en la tensión de operación del sistema.

Las condiciones para identificación que se consideran son:

El sistema está trabajando en lazo cerrado en relación al control de la velocidad del rotor.

Entrada de referencia: Velocidad del viento, valor constante en 11 m/s

Disturbios: Huecos de tensión. Pulsos aperiódicos, con periodo base de 100 ms. Profundidad 67 %, lo cual permite cumplir con el objetivo que el sistema se mueva por diferentes zonas de operación, desde zona lineal a zona no lineal por la presencia de la saturación.

Salida: Potencia activa y velocidad del rotor

Se realizan los experimentos con el modelo desarrollado presentado en la sección anterior para obtener por simulación los datos necesarios de las variables de entrada y salida, para aplicar el procedimiento de identificación. Esto se realizó en la plataforma SimuLink/MatLab. Como herramienta para la identificación se utilizará la denominada IDENT en esta misma plataforma.

En la figura 1 se muestra la solución de programación en esta plataforma para la parte no lineal del modelo.

Figura 1 – Modelado para la no linealidad saturación

En todos los experimentos se toma el tiempo final de simulación de 4 seg, para dar tiempo a que el período transitorio inicial desaparezca y con ello se estabilicen las señales a medir. El periodo de muestreo se selecciona de 1 ms, lo cual permitirá uniformar posteriormente los procedimientos de identificación a aplicar para la determinación de los modelos.

Primero se aplicaron los métodos de identificación basados en los modelos lineales ARX, Error en salida (OE, por sus siglas en inglés) y Box-Jenking, para obtener una base comparativa para la identificación no lineal.

Los modelos obtenidos para representar potencia, P(z), y velocidad, W(z), en la presencia de huecos de tensión H(z) en forma de función de transferencia en transformada z, se muestran a continuación. En todas los modelos E(z) representa el ruido que puede estar presente.

$$P(z) = \frac{1000 - 7633z^{-1}}{1 - 1.95z^{-1} - 0.95z^{-2}} . H(z) + \frac{1 - 1.72z^{-1}}{1 - 1.67z^{-1} + 0.67z^{-2}} . E(z) \tag{3.1}$$

$$W(z) = \frac{-0.2701 - 0.3076z^{-1}}{1 - 1.95z^{-1} - 0.95z^{-2}} . H(z) + \frac{1 - 0.82z^{-1}}{1 - 1.72z^{-1} + 0.72z^{-2}} . E(z) \tag{3.2}$$

Tabla 2 – Índices de calidad obtenido en identificación lineal

Experimento realizado	**Modelo de Identificación (Orden e Índice en %)**		
	Output Error (OE)	**Box Jenkins (BJ)**	**AutoRegressive EXogenous (ARX)**
Potencia a hueco tensión.	Orden: 3 Índ: 51,01 %	Orden: 2 Índ: 63,45 %	Orden: 2 Índ: 63,82 %
Velocidad a hueco tensión	Orden: 4 Índ: 65,04 %	Orden: 5 Índ: 67.36 %	Orden: 5 Índ: 67,46 %

Se observa en la tabla 2 que los mejores resultados según el índice de calidad o ajuste del modelo, se obtiene para modelos BJ y ARX. No obstante, son valores relativamente bajos, incluso hasta empleando estructuras de modelo de órdenes superiores. Esto justifica el empleo de métodos no lineales buscando mejorar estos índices de calidad en la identificación.

Como estructura de modelo no lineal NARX para relacionar la salida y(t) y la entrada u(t) se usará:

$$\bar{y}(t|\theta) = g(\varphi(t), \theta) \tag{3.3}$$

Donde *g* es una determinada función no lineal de los valores en el tiempo de las variables de entrada y salida, con el vector de parámetro θ, como se describe a continuación:

$$\varphi(t) = \varphi(u^{t-1}, y^{t-1}) \tag{3.4}$$

Estas dos expresiones *φ(t)* representa la dependencia del valor actual de la salida *y(t)* de los valores pasados tanto de la variable de entrada *u(t),* como de la propia salida. *φ(t)* por tanto es llamado vector de regresión, mientras que sus componentes se forman por las variables de regresión. Como el caso que se considera en este trabajo es de modelos de relación entrada salida, los dos primeros valores del pasado que se usan para la expresión (3.4) corresponden a los valores reales medidos (obtenidos por simulación directa del

modelo matemático original), mientras los restantes valores son basados precisamente en los valores calculados por el modelo paramétrico según (3.3), causando esto que en esta expresión el vector regresor $\varphi(t)$ también dependa del vector de parámetros θ. Por lo anterior (3.3) en este caso sería de tipo ARX no lineal y obtenemos:

$$\bar{y}(t|\theta) = g(\varphi(t,\theta),\theta) \tag{3.5}$$

Se investigarán dos formas de función no lineal para implementar la función no lineal g:

Sigmoides, expresado como:

$$g(x) = 1/(1+e^{-x}) \tag{3.6}$$

Wavelets, expresado como la expansión en funciones de (3.5), resultando: (3.7)

El otro experimento es con el modelo HW, el cual consiste en especificar un tipo de no linealidad en la relación entrada salida: tipo Wiener, cuando está solo en la entrada, tipo Hammerstein cuando está en la salida, o modelo combinado, cuando la no linealidad está en ambas variables. Lo anterior se representará como:

$$s(t) = f(u(t)) \tag{3.8}$$

$$x(t) = \left(B_{j,i}\,(q)/A_{j,i}\,(q)\right)s(t)) \tag{3.9}$$

$$y(t) = h(x(t)) \tag{3.10}$$

Donde $f(.)$ y $h(t)$ están significando transformaciones no lineales en el canal de entrada y canal de salida, respectivamente, representando ambas las no linealidades del sistema, las cuales también se considerarán las del tipo dado por las expresiones (3.6) y (3.7). La parte lineal es representada por la expresión de fracción de polinomios en el operador q (3.9).

3. Resultados

Los resultados generales se muestran en la tabla 3. Se experimentó para varias combinaciones. Para los modelos NARX se combinaron cantidad de datos de regresión con el tipo de no linealidad, mientras para modelos HW se combinó el orden del modelo lineal (ecuación (3.9) con el tipo de no linealidad. En ambos casos se usaron diferentes cantidades de unidades en la no linealidad.

En ambos tipos de modelo se aplica el experimento de buscar una cantidad de unidades en el modelo HW de forma automática, para comparar con los experimentos realizados con cantidades predeterminadas de unidades, 5 y 10, en forma igual para la no linealidad de la entrada, como en la de la salida.

Para el modelo HW en todos los experimentos se trabajó con modelos lineales solo con polinomio A(q) en el denominador, de orden 2 u orden 4 (o sea sin ceros en el sistema). Además, sin atraso de transportación entrada salida. Por ejemplo, para cuarto orden:

$$x(t) = a_0 + a_1 x(t-1) + a_2 x(t-2) + a_3 x(t-3) + a_4 x(t-4) \qquad (3.11)$$

De todos estos resultados se concluye:

En primer lugar, se destaca que la identificación no lineal proporciona mejores resultados que la identificación lineal para estos sistemas que pueden incluir saturación en su operación. Comparar los resultados de la tabla 2 con las tablas 3 y 4

En general se obtienen mejores resultados con los modelos NARX

Tanto en NARX como en HW el aumentar el número de unidades en el modelo no lineal no aumenta la calidad del modelo obtenido en cuanto al índice de ajuste con los datos reales, lo cual se induce que se debe a que no es una no linealidad severa la que se presenta en el sistema. Por lo tanto, no se justifica un aumento de la complejidad del modelo. Esto queda verificado con los experimentos 5 del modelo NARX y 7 del modelo HW.

El aumentar el orden del modelo lineal, en el caso HW, no tiene efecto significativo en la calidad. Sin embargo, en el caso del modelo NARX el efecto es de una marcada disminución del índice. Comparar los experimentos 1 a 4 y 6 a 9.

Como conclusión más importante se resalta la significativa diferencia en calidad del modelo cuando este se destina solo a predecir hasta un determinado horizonte de

Modelo NARX						
Exp.	No linealidad			Índice de Calidad (%)		
	Términos de regresión	Tipo	Unidades	Predicción total	Predicción a 20 ms	Predicción a 50 ms
1	2	Sigmoide	5	86,41	87,31	93,32
2	2	Sigmoide	10	82.62	80,82	93,28
3	2	Wavelets	5	89,04	87,31	93,45
4	2	Wavelets	10	72,08	82,65	93,72
5	2	Wavelets	38	0.01	46,27	92,86
6	4	Sigmoide	5	71,64	78,15	93,75
7	4	Sigmoide	10	62,53	73,12	93,68
8	4	Wavelets	5	36,48	63,70	93,11
9	4	Wavelets	10	67,27	71,95	95,08
10	4	Wavelets	26	45,58	74,00	92,68

Tabla 3 – Índices de calidad obtenido en identificación no lineal, modelo NARX

predicción. Se experimentó en dos horizontes de predicción, hasta 20 y 50 milisegundos. Esto se justifica totalmente para el modelo matemático empleado dado que se está representando condiciones de operación que duran máximo 200 ms, por lo que en el caso de 20 ms significa un 10% del periodo total, lo cual normalmente se considera muy aceptable en los métodos de predicción. Los resultados para este horizonte de predicción siempre estarán por encima del 90%. Ya para 50 ms se obtienen resultados de similar orden en la calidad. Esta predicción en un horizonte solo se aplica solo a modelos NARX, dado que en los modelos HM no trabajan con regresores, sino que son modelos estáticos en la parte no lineal.

Exp.	Modelo HM			
		No linealidad		Índice de calidad %
	Orden modelo lineal	Tipo	Unidades E-S	Predicción total
1	2	Sigmoide	5 - 5	85,18
2	2	Sigmoide	10 - 10	85,15
3	2	Wavelets	5 - 5	86,81
4	2	Wavelets	10 - 10	83,58
5	2	Wavelets	1 - 7	85,73
6	4	Sigmoide	5 - 5	85,57
7	4	Sigmoide	10 - 10	86,52
8	4	Wavelets	5 - 5	87,40
9	4	Wavelets	10 - 10	83,31
10	4	Wavelets	1 - 8	86,25

Tabla 4 – Índices de calidad obtenido en identificación no lineal, modelo HW

4. Conclusiones

Se comprueba la validez de los modelos matemáticos dinámicos desarrollados, que incluye el efecto de la saturación en el generador, lo cual permite realizar otros estudios del comportamiento en estos sistemas de generación eólica basados en DFIG considerando este efecto no lineal, lo cual ha sido demostrado en el propio trabajo al realizar el estudio del comportamiento de los procedimientos de identificación lineal y no lineal en este tipo de sistema. Igualmente se demuestra que aplicando estos procedimientos cuando el proceso se encuentra en condiciones especiales de operación es posible determinar modelos con adecuados grados de aproximación al comportamiento dinámico. Estos modelos pueden entonces ser usados para otros estudios sobre la operación de estos sistemas cuando la saturación está presente. Se concluye finalmente, por los resultados experimentales obtenidos la validez de poder incluir la saturación en los modelos que representen este tipo de sistema, dado la evidente influencia de la misma en el comportamiento dinámico de las principales variables de operación del sistema.

Referencias

Abdeddaim, S. and Betka, A. (2013). "Optimal tracking and robust power control of a DFIG wind turbine. *Electrical Power and Energy Systems"*. vol. 49, no. 3, pp. 234-242.

Bogoliubov, N.N. and Mitropolsky, Y.A. *Asymptotic methods in the theory of nonlinear oscillations*. New York: Gordon and Breach; 1961.

Blas, A. (2006). Modelización de la histéresis magnetic y su aplicación en el cálculo numérico de máquinas eléctricas. PhD Thesis. Universidad Politécnica de Cataluña. Barcelona. Available: https://upcommons.upc.edu/handle/2117/93617.

Beltran, B. et al. (2012). "Second order sliding mode control of a DFIG driven wind turbine". *IEEE Transaction on Energy Conversion*. vol. 27, no. 2, pp. 261-269.

Bispo, D. et al. (2001). "A new strategy for induction machine modeling taken into account the magnetic saturation". *IEEE transaction on Industrial Application*. vol. 37, pp. 1710- 1719.

Boudjema, Z. et al. (2013). "Nonlinear control of a DFIG supplied by a matrix converter for wind energy conversion systems". *Journal of Electrical Engineering*. vol. 13, no. 4, pp. 269-276.

Bounadja, E. et al. (2014). "Variable structure control of a DFIG for Wind energy conversion systems". *Energy Procedia*. vol. 50, no. 4, pp. 999-1007.

Bossio, G.R. (2014). Modelado de las irregularidades del motor de inducción: aplicaciones en la estimación de posición y el diagnóstico de fallas. PhD Thesis. Universidad Nacional de la Plata, Argentina; 2014. Available: http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/1356/.

Caughey, K. (1963). "Equivalent linearization techniques". *Journal of Acoustical Society of America*. vol. 5, pp. 1706–1711.

Dawit, W. et al. (2018). "Mitigation of power Quality Issues of wind and geothermal Power generation system by using FACTS devices". *International Journal of Innovative Research in Electrical, Electronics, Instrumentation and Control Engineering*. vol. 6, no. 3, pp. 42-50.

Djeriri, Y. et al. (2014). "A comparative study between Field oriented control strategy and direct Power control strategy for DFIG". *Journal of Electrical Engineering*. vol. 14. no 2, pp. 159-167.

Fraile, J. (2005). *Máquinas Eléctricas*. España: McGrau Hill.

Hu, J. et al. (2011). "Dynamic modeling and improved control of FIG under distorted grid voltage conditions". *IEEE Transations on Energy Conversion*. vol. 26, no. 3, pp. 163–175.

Iwan. W.D. (1973). "A generalization of the concept of equivalent linearization". *International Journal of Non-linear Mechanics*. vol. 8, pp. 279–87.

Jimenez, A.A. et al. (2018). "Analysis of rotor current impact on DFIG-WECS under fault condition". *IEEE Latin American Transaction*, vol. 16, no. 2, pp. 329-334.

Krylov, N. and Bogoliubov, N. (1943). *Introduction to nonlinear mechanics*. New York: Princenton University Press.

León, L. et al. "Análisis y modelado del generador de inducción doblemente alimentado". *Revista Ingeniería Energética*. vol. 35, no. 2, pp. 101-111.

León, L.T. (2014), Control basado en la transformada de Fourier para un restaurador dinámico de tensión que alimenta un generador eólico. Tesis. Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas. Available: http://dspace.uclv.edu.cu/handle/123456789/9281.

Lopez, E. et al. (2009). "Ride through of wind turbines with doubly fed induction generator under symmetrical voltage dips". *IEEE Transactions and Industrial. Electronics*. vol. 56, no. 10, pp. 246–4254.

Lupsa-Taturu, L. (2010). "A Flux-Based Expression of Induction Machine Magnetizing Inductance". *IEEE Transactions on Energy Conversion*. vol. 25, no. 1, pp. 268-270.

Martín, M.E. (, 2016). Aportación al modelado del motor trifásico de inducción con consideración de la saturación y el efecto de la doble jaula. PhD Thesis. Universidad Politécnica de Cataluña, Barcelona. Available: https://upcommons.upc.edu/handle/2117/93622.

Marques, G. (2012). "Understanding the Doubly Fed Induction Generator During Voltage Dips". *IEEE Transactions on Energy Conversion*, vol. 27, no. 6, pp. 421 – 431.

Mehdipour, C. et al. (2016). "Dynamic modeling and control of DFIG-based wind turbines under balanced network conditions". *Electrical Power and Energy Systems*. vol. 83, pp. 560–569.

Mehta, B. et al. (2015). "Small signal stability enhancement of DFIG based wind power system using optimized controller's parameter". *Electrical Power and Energy Systems*. vol. 70, pp. 70–82.

Mondal, A.K. and Bera, P. (2018). Design of P-I Controller of Wind Turbine with Doubly Fed Induction Generator Using Flower Pollination Algorithm. In: Bera R, Sarkar S, Chakraborty S, editors. Advances in Communication, Devices and Networking. Lecture Notes in Electrical Engineering. Singapore: Springer; vol. 462, pp. 755-766.

Monjo, L, et al. (2013). "Saturation effects on torque and current-slip curves of squirrel-cage induction Motors". *IEEE Transaction on Energy Conversion*. vol. 28, no. 1, pp. 243-254.

Neves, F. et al. (2014). "The SVFT-Based Control". *IEEE Transactions on Industrial electronics*. 2014; 61(8): 4152-4160.

Pen, et.al. (1996). Doubly fed induction generator using back-to-back PWM converters and its application to variable-speed wind-energy generation, IEEE Proc. Electr. Power Appl., vol. 143.

Rahab, A. et al. “An overall control of BDFIG using direct power control for WECS under unbalanced grid voltage conditions”. *International Journal of Engineering Research and Advanced Technology*. vol. 4, no. 3, pp. 53-63, 2018.

Roberts, J.B. and Spanos, P.D. (1991). *Random vibration and statistical linearization*. Chichester: Wiley.

Seman, S. et al. (2016). “Ride-through analysis of doubly fed induction wind-power generator under unsymmetrical network disturbance”. *IEEE Transactions on Power Systems* vol. 21, no. 11, pp. 1782-1789.

Tang, N. et al. (2001). *A saturation model for induction machine by space vector*. China: Fuzhou University.

Zhen, X. et al. (2015). “Improved Ride-Through Control of DFIG During Grid Voltage Swell”. *IEEE Transactions on Industrial Electronics*. vol. 62, pp. 3584-3594.

Zhou, L. et al. (2015). “Improved Demagnetization Control of a Doubly-Fed Induction Generator Under Balanced Grid Fault”. *IEEE Transactions on Power Electronics*. vol. 30, pp. 6695-6705.

Zhu, R. et al. (2015). “Dual-Loop Control Strategy for DFIG-based Wind Turbines under Grid Voltage Disturbances”. *IEEE Transactions on Power Electronics*. vol. 31, pp. 2239 – 2253.

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

Recebido/Submission: 24/10/2018
Aceitação/Acceptance: 22/12/2018

La Tecnología y el Compromiso Individual del Autocuidado Sobre Riesgos para Desarrollar Diabetes en Adultos Mayores

María Irene Bermello Garcia[1], Diego Orlando Lanchi Zuñiga[2], Víctor Guillermo Lanchi Zuñiga[3], Jovanny Angelina Santos Luna[4], Álvaro Diego Espinoza Burgos[5]

mbermello_est@utmachala.edu.ec, dlanchi@utmachala.edu.ec, vlanchi@utmachala.edu.ec, jsantos@utmachala.edu.ec, alvaro.espinozab@ug.edu.ec

[1] Universidad Técnica de Machala, 070102, Machala, Ecuador

[2] Universidad Técnica de Machala, 070102, Machala, Ecuador

[3] Universidad Técnica de Machala, 070102, Machala, Ecuador

[4] Universidad Técnica de Machala, 070102, Machala, Ecuador

[5] Universidad de Guayaquil, 090112, Guayaquil, Ecuador

Pages: 181–190

Resumen: El presente artículo expone una revisión del uso de las nuevas tecnologías que miden la diabetes, que es una enfermedad donde el nivel de azúcar en la sangre se encuentra aumentada, con una prevalencia creciente, con menoscabo de la calidad de vida de la persona. Determinar el uso y percepciones hacia las tecnologías de información y comunicación (TIC), en adultos mayores, del barrio 18 de octubre Machala. Ecuador año 2018-2019.Se evaluó a 260 personas de una población de estudio a 880 personas adultas mayores, del rango de 65 años a 79 años de edad, que vivan en el barrio 18 de octubre. Se procedió al procesamiento de datos a partir de varias técnicas estadísticas para, así obtener resultados que permitieron alcanzar las pertinentes conclusiones y recomendaciones, se pudo concluir que, la utilización de las nuevas tecnologías, realizada sobre la diabetes, se presenta como una tecnología factible y bien aceptada.

Palabras-clave: tecnologías de la información; diabetes millitus; hemoglobina glucosilada; educación en diabetes.

The Technologies and the Individual Commitment of self-help on Risks to Develop Diabetes in Older Adults

Abstract: This article presents a review of the use of new technologies that measure diabetes, which is a disease where the level of blood sugar is increased, with an increasing prevalence, with impairment of the quality of life of the person. Determine the use and perceptions towards information and communication technologies (ICT), in older adults, in the neighborhood October 18 Machala. Ecuador 2018-2019 year. 260 people from a study population were evaluated to 880

older adults, from 65 years to 79 years of age, living in the neighborhood October 18. We proceeded to the processing of data from various statistical techniques to obtain results that allow us to reach the pertinent conclusions and recommendations. They indicate that the use of new technologies, carried out on diabetes, is presented as a feasible and well accepted technology.

Keywords: Information technology; Diabetes mellitus; glycosylated hemoglobin; education in diabetes

1. Introducción

En la última década han existido importantes avances en el desarrollo y uso de nuevas tecnologías para la administración de insulina, destacando las bombas de infusión continua al subcutáneo y el páncreas artificial, este último aún en fase de investigación, para Apablaza, Soto, Román y codner(2016). Por otra parte, para el ajuste de la terapia se cuenta actualmente con monitores continuos de glucosa. El uso de la tecnología se ha popularizado principalmente para diabetes mellitus tipo 1 (DM1)(Arredondo-González, De La Cuesta-Benjumea, & Ávila-Olivares, 2017).

Para Barbosa, Motta y Resck(2015), señalan que la diabetes es una enfermedad que el nivel de azúcar en la sangre se encuentra aumentada, con una prevalencia creciente, con menoscabo de la calidad de vida de la persona, considerada por la Organización mundial de la salud como un problema de salud pública, que ha puesto de manifiesto al Ministerio de Salud Pública del Ecuador, elaborar guía de práctica clínica de diabetes Mellitus tipo II.

La Organización mundial de la Salud reporta que a nivel mundial establece una prevalencia de 7%; valores que son mayores en países en vías de desarrollo, como Latinoamérica, así en Chile es de 12%, Perú del 8% y Ecuador al 2016 es de 7.8%(Iribarren et al., 2013).

Para Rojo Pérez et al., (2018), se puede decir que “no solo están cada vez más capacitadas para el manejo de las nuevas tecnologías, sino que además tienden a su uso para cada vez más aspectos de sus vidas 6 ; con lo cual podría decirse que existe un gran potencial para que la salud móvil, como ayuda para el control de enfermedades crónicas, se desarrolle cada vez más en estos pacientes”.

En el Ecuador para el año 2014, se presentaron de forma ambulatoria 1470 casos, mientras que para el año 2015 fueron 63922 casos y, para el año 2016 se presentaron 87762, denotando un incremento de casos a nivel ambulatorio. Para la presencia de casos de egresos hospitalarios, en el año 2014 se presentaron 18002 casos de diabetes, en el año 2015 fueron 2540 egresos por diabetes, mientras que para el año 2016 se presentaron 3991 egresos hospitalarios por diabetes(Alvarez-Lopez, Maina, & Saigí-Rubió, 2016).

Para el Ministerio de Salud Pública (2018), indican que la mortalidad por otro lado como gravedad de la enfermedad, para el año 2014 no aparece la diabetes como causa de defunción, sin embargo, para el año 2015 ya aparece como causa con 2507 fallecimientos y para el 2016 se presentaron 4593 defunciones por diabetes.

De hecho que la presencia de la diabetes como problema de salud pública en sus inicios no está bien visualizada, sin embargo en los últimos años se la puede evidenciar en el

primer nivel de atención, mientras que en el segundo nivel de atención el decrecimiento de casos a través de los años es notorio, no así con la mortalidad que se ve incrementada a través de los años, observándose por lo tanto que la letalidad se encuentra presente, sin que sean detectados los casos a nivel hospitalario, sin que el nivel primario prevenga estos casos(Sociedad Española de Endocrinología y Nutrición. et al., 2016).

Según Pérez-Zepeda(2015), la multifactoriaridad de la enfermedad tiene relación con causas modificables entre las que cuentan, obesidad, actividad física, sedentarismo, falta de educación y, las no modificables, entre las que cuentan la edad, antecedentes familiares. De hecho, que, en la problemática de la causalidad de la diabetes, se debe considerar que las personas tienen poco conocimiento sobre el riesgo de la diabetes, precisamente porque no ha recibido capacitaciones, además que existe una débil actitud para la disminución de los riesgos biológicos debido a que las personas tienen poca percepción del riesgo, que se complementa con la no ejecución de prácticas adecuadas para la prevención, debido al poco interés en temas de riesgo para la presencia de diabetes(Otero, 2015).

El centro de salud del barrio “18 de octubre”, al igual de muchos centros de salud del país, se enfoca en diagnosticar la Diabetes Mellitus y tratar el cuadro y educar a estos pacientes sobre la enfermedad para prevenir las complicaciones. El objetivo de este estudio en actuar antes que los pacientes sean diagnosticados de Diabetes mellitus, es identificar los usuarios del centro de salud que tiene riesgo de desarrollar diabetes y en ellos valorar los conocimientos, actitudes y practicas sobre la enfermedad, y promover con ello, cambios en su estilo de vida para disminuir el riesgo de desarrollar la enfermedad.

Las evidencias científicas acerca de que los comportamientos que la conducta personal influye enormemente en el binomio salud-enfermedad, el estilo de vida es decisión personal, influenciada por el entorno y grupos sociales y pueden ser modificadas con una adecuada educación. Por qué el estilo de vida puede ser saludable o nocivo e influir en la mayor o menor posibilidad de presentar enfermedad(Díaz Narváez, 2014).

La diabetes es una enfermedad con prevalencia alta en Ecuador, con un aumento importante de la frecuencia por la presencia de factores de riesgo modificables como: En el 2010, a nivel mundial los adultos presentaron obesidad en un 30%, mientras que en el año 2014 aumento al 39%, estando en el 11% en los varones, y en las mujeres el 15% (OMS, 2018). Sedentarismo en Latinoamérica es así en Chile se estableció en el 46,6% de la población(Morse, Solberg, Neander, Bottorff, & Johnson, 1990).

En ecuador el 26% de la población adulta tiene sobre peso u obesidad y el Ministerio de salud pública (MSP) ha establecido una alta prioridad política y estratégica para poder disminuir la prevalencia de estas enfermedades (diabetes mellitus tipo2, Obesidad y sedentarismo) íntimamente relacionas entre sí. Se ha demostrado que la educación puede modificar el estilo de vida saludable, se pretende conocer los conocimientos, actitudes y prácticas en los adultos mayores, de tal manera que con estrategia educativa se haga conciencia sobre su condición de salud y mejoren las costumbres de vida e influir en la evolución de la presentación de la diabetes en pacientes con riesgo(Backes et al., 2014). El aporte será la propuesta de un programa educativo, de tal forma se lo ejecute en las unidades operativas de primer nivel de la provincia de El Oro.

Los beneficiarios del trabajo de investigación serán todos los adultos que formen parte del estudio inicialmente y luego se planteara como una opción a aplicar a los en los

centros, subcentro y hospitales de la ciudad. La aplicación de un programa educativo va a mejorar el estilo de vida saludable, va influir en el mejoramiento del estilo de vida o la disminución de los factores de riesgo de desarrollar diabetes(Islas-salinas & Hernández-orozco, 2015).

2. Materiales y métodos

Este trabajo responde al tipo de investigación cuantitativa, descriptiva y transversal. Cuantitativo ya que, como indican Calderón, Ortiz y Alcívar (2018). Se realizará el análisis cuantitativo a través de análisis estadístico mediante una base de datos en Excel de tal forma que una vez ejecutada las encuestas se vaciará los datos para luego según la naturaleza de las variables serán sistematizados y presentados en cuadros estadísticos de doble entrada de 2x2 para aplicar chi2 y confirmar la hipótesis planteada. El análisis cualitativo se lo realizara mediante la descripción e interpretación de los datos estadísticos.

En relación a los conocimientos, actitudes y prácticas sobre los riesgos para desarrollar la diabetes, se han identificado estudios, que permiten fundamentar esta problemática, entre los que cuentan.

"Los primeros indicios sobre la Diabetes, emanan de la cultura oriental, algunas de las historias recogidas coinciden en síntomas: de adelgazamiento, hambre, sed continua, incontinencia, todos estos síntomas se trataban con dietas que incluían cervezas, y supuestas ofrendas a los Dioses. Sin embargo, Thomas Willis (1621-1725) comprobó el sabor dulce de la orina de los diabéticos, diferenciándola de la diabetes insípida y es así como se describe cumplidamente la Enfermedad y algunos de sus complicaciones, perfilándose la tipología de los síntomas"(Apablaza et al., 2016).

En los conocimiento y actitudes: componentes para la educación en diabetes, los resultados mostraron que 78,05% tuvieron puntajes superiores a 8 en relación al conocimiento en diabetes, indicando conocimiento y comprensión acerca de la enfermedad. En cuanto a la actitud, los puntajes variaron entre 25 y 71 puntos, sugiriendo dificultad en el enfrentamiento de la enfermedad. Se concluye que, a pesar que los participantes obtuvieron un buen puntaje en el conocimiento, todavía así no modificaron la actitud para el enfrentamiento más adecuado de la enfermedad. (Rodrigues, y otros, 2009).

Mientras que en el estudio de los efectos de intervención educativa sobre el conocimiento de la enfermedad en pacientes con diabetes mellitus, los resultados muestran un aumento significativo del conocimiento sobre la diabetes en pacientes del GI, en todas las cuestiones ($p<0,05$). En el GC, algunas alteraciones observadas, fueron mucho menores cuando comparadas al GI. Se concluye que fue posible elevar los conocimientos sobre la enfermedad por medio de realización de actividades educativas. Número del Registro clínico, Identificador primario: RBR-58n26h. (Pereira, Costa, Sousa, Jardim, & Zanini, 2012).

Así mismo en el estudio de la adherencia al tratamiento y conocimiento de la enfermedad en pacientes con diabetes mellitus tipo 2, se encontró que el conocimiento sobre la DM Tipo 2 Fue aceptable en un 70% de la muestra y que un 72.5% de los pacientes presenta buena adherencia al tratamiento Farmacológico. Existe una relación estadísticamente

significativa entre el conocimiento de la enfermedad y la adherencia al tratamiento comprobado mediante la prueba de X2 obteniendo una p<0.001. Conclusión. La mayoría de los pacientes con buen apego al tratamiento, presentan un nivel de conocimientos aceptable sobre la enfermedad, lo que sugiere que ambas variables demostraron tener relación y que los programas de educación diabetológica pueden contribuir el apego a los tratamientos. (Pascacio, Ascencio, Cruz, & Guzmán, 2016).

Los adultos mayores son personas que están en el grupo etario de 65 años y más, además que las células envejecen, cambia la estructura corporal, se pierde elasticidad e hidratación en la piel, se dan cambios en la salud, y aumenta la prevalencia de enfermedades sobre todo las no transmisibles.

Se considera como población de estudio a 880 personas adultas mayores, del rango de 65 años a 79 años de edad, que vivan en el barrio 18 de octubre de la ciudad de Machala.

Tipo de dieta. El patrón dietético influye en el riesgo de presentar DM 2. De un estudio de cohorte de 20 años de duración, tras realizar un ajuste multivariante (edad, IMC, etnia), se concluye que una dieta sana (alta en fibra y grasa poliinsaturada y baja en ácidos grasos trans y azúcares) tiene mayor impacto en el riesgo de diabetes en algunas etnias (raza negra, asiáticos e hispanos) que en la raza blanca (RR 0,54 (IC 95%: 0,39-0,73) vs. RR 0,77 (0,72-0,84)). En otro estudio realizado en 42.000 profesionales sanitarios varones, una dieta con un alto consumo de carne roja, carne procesada, productos lácteos grasos, dulces y postres se asoció con un incremento del riesgo de diabetes independientemente del IMC, la actividad física, la edad o la historia familiar [RR 1,6 (IC 95%: 1,3-1,9)](Alcívar Trejo, Calderón Cisneros, & Raffo Babici, 2018).

El riesgo era mayor [RR 11,2 (IC 95%: 8,07-15,6)] si además los pacientes eran obesos (IMC >30 kg/m2). Por otro lado, los varones que realizaban una dieta con alto consumo de vegetales, fruta, pescado y aves tenían una reducción del riesgo que rozaba la significación estadística [RR 0,8 (IC 95%: 0,7-1,0)]. Estos resultados son similares en las mujeres (Carril, Golmar, Iglesias, & Breve, 2011).

El consumo de productos lácteos bajos en grasa está asociado con un menor riesgo de DM 2 (independientemente del IMC) en hombres [RR 0,77 (IC 95%: 0,62-0,95)] y en mujeres [RR 0,79 (IC 95%: 0,67-0,94).

En un estudio de cohorte de mujeres adultas (n 91.249), tras un seguimiento de ocho años, se concluye que un consumo de una o más bebidas azucaradas por día (colas, bebidas carbonatadas azucaradas y ponche de fruta) se asocia con un mayor riesgo de sobrepeso y de DM 2 [RR 1,83 (IC 95%: 1,42-2,36)](Rivas Moya, Gonzalez Valenzuela, & Delgado Rios, 2010).

Un meta análisis y una RS concluyeron que el consumo moderado de alcohol (5-30 g de alcohol por día) reduce el riesgo de DM 2; las personas que consumen aproximadamente de una a tres bebidas al día tienen un 33%-56% de reducción del riesgo de diabetes (Anastacio, Robles-Amaya, & Cisneros, 2019). No se pueden sacar conclusiones entre el consumo elevado de alcohol (>30 g de alcohol por día) y riesgo de DM 2.

La actividad física moderada (intensidad ≥5,5 MET, Metabolic Equivalent T, y de duración mayor a 40 minutos/semana) reduce la incidencia de nuevos casos de DM 2.

Un estudio de cohorte (n 41.372) evaluó la asociación entre el tabaco y el riesgo de DM 2. Tras un seguimiento de 21 años concluyó que fumar menos de 20 cigarrillos por día incrementa un 30% el riesgo de presentar DM 2 y fumar más de 20 cigarrillos diarios lo incrementa un 65%(Alcívar, Blanc, & Calderon, 2018).

3. Resultados

A continuación, se presenta el análisis estadístico detallado y la interpretación de los resultados de la investigación, contextualizándolos y fundamentándolos con los datos y la bibliografía.

En el año 2017, los establecimientos del sector público realizaron 66,8 millones de consultas de morbilidad, esto representa el 86,20%, mientras que el privado (con y sin fines de lucro) participó con el 13,80%.

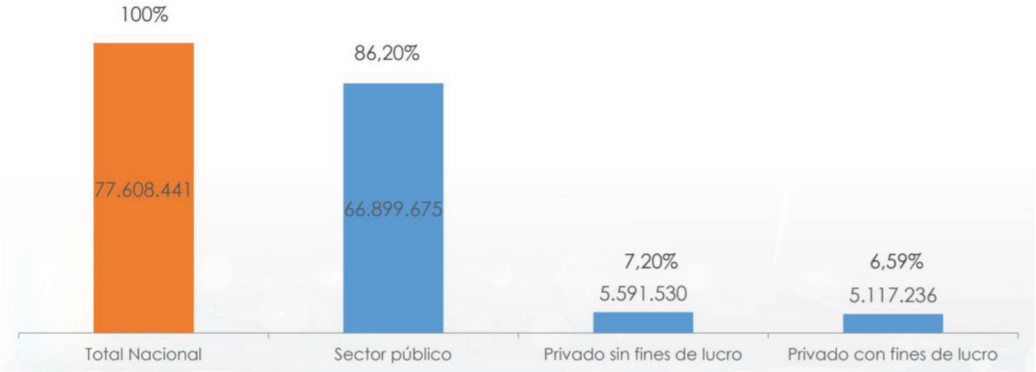


Figura 1 – Registro Estadístico de Recursos y Actividades de Salud 2017

Un estudio de cohorte realizado en mujeres (n 84.991) con un seguimiento medio de 16 años concluyó que el factor de riesgo más importante para la DM 2 era el IMC elevado. El riesgo relativo (RR) para mujeres con un IMC 23-24,9 era 2,67 (IC 95%: 2,13-3,34); IMC 25-29,9, RR 7,59 (IC 95%: 6,27-9,19); IMC 30-34,9, RR 20,1 (IC 95%: 16,6-24,4), IMC >35, RR 38,8 (IC 95%: 31,9-47,2). En el caso de los hombres se realizó un estudio de cohorte y, tras un seguimiento de cinco años, se concluyó que los hombres con un IMC >35 tenían un RR 42,1 (IC 95%: 22-80,6) comparado con tener un IMC <23(Egozcue & Pawlowsky-Glahn, 2011),evidenciado en la siguiente tabla 1.

Consultas	Mujeres	Hombres
Primeras consultas de morbilidad	31.596.851	20.152.475
Consultas subsecuentes de morbilidad	15.567.934	10.318.181
Total consultas de morbilidad	47.137.785	30.470-656

Tabla 1 – Estadísticos por Genero

La obesidad abdominal (índice cintura-cadera >0,95) aumentó el riesgo de diabetes [RR: 42,2 (IC 95% 22-80,6)] en una cohorte de varones. En otro estudio de cohorte realizado en población general alemana, el mayor riesgo de DM fue en hombres con un alto IMC combinado con un alto índice cintura cadera.

La Apendicitis aguda, es la primera causa de morbilidad con 38.533 egresos. La segunda y tercera causa con mayor número de egresos hospitalarios son Colelitiasis y Neumonía, organismo no especificado, con 36.522 y 30.004, respectivamente.

La apencitis aguda se presentó más en las mujeres que representan 61% y los hombres 3l 38%.

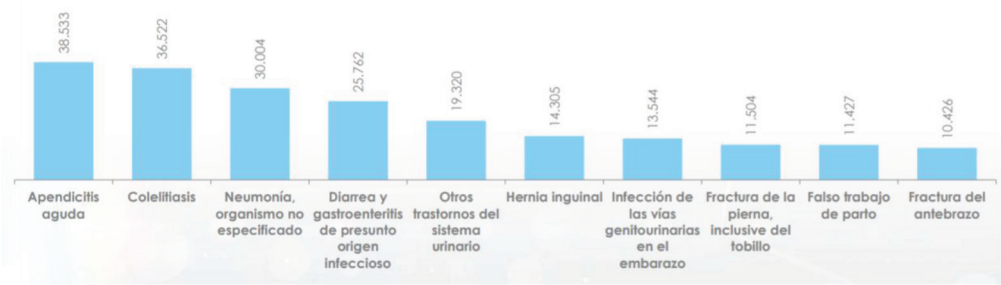


Figura 2 –Registro Estadístico Camas y Egresos Hospitalarios 2017

Existen dos tipos de diabetes, la diabetes tipo 1 en que el organismo no produce bastante insulina, y la diabetes tipo 2 en que el organismo no produce bastante insulina o no puede usarla debidamente. Este tipo de diabetes suele estar relacionada con la obesidad.

Si la diabetes no se trata, puede causar problemas de salud prolongados porque los niveles altos de glucosa en la sangre dañan los vasos sanguíneos.

La diabetes afecta a dos millones de personas en el RU y puede haber hasta otro millón más que tienen la enfermedad, pero no lo saben. Nueve de cada diez diabéticos tienen diabetes tipo 2. Las pruebas de detección regulares son la forma más eficaz de diagnosticar la enfermedad.

Los síntomas principales de la diabetes son: sensación de mucha sed, producción de grandes cantidades de orina (ir al aseo frecuentemente), cansancio y pérdida de peso. Otros síntomas son: picor alrededor de la vagina o el pene, contraer afta regularmente y tener visión borrosa.

Los síntomas de la diabetes tipo 1 pueden desarrollarse rápidamente, normalmente en cuestión de días o semanas. Si los niveles de glucosa en la sangre son demasiado elevados, puede sufrir un ataque de hiperglicemia, que es un exceso de azúcar y deshidratación que puede provocar debilidad y posibles convulsiones (movimientos repentinos e involuntarios del cuerpo). Esto puede suceder si no se ha tomado la insulina.

Normalmente, los síntomas de la diabetes tipo 2 se desarrollan a lo largo de varias semanas o meses. Algunas personas con diabetes tipo 2 tienen pocos síntomas o incluso

ninguno. Sin embargo, también deberán seguir un tratamiento para que no se desarrollen otros problemas de salud más adelante, como una enfermedad del riñón.

En el año 2017, la enfermedad isquémica del corazón es la principal causa de muerte en hombres y mujeres con 7.404 defunciones.

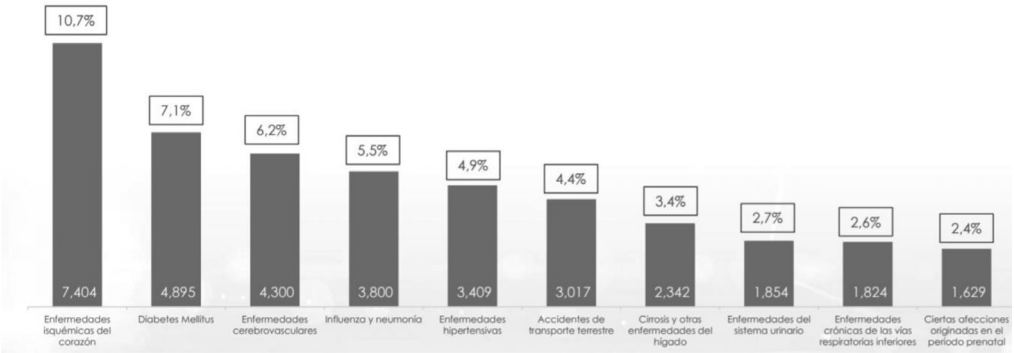


Figura 3 –Registro Estadístico Defunciones Generales 2017

4. Conclusiones

Para poder diagnosticar la diabetes, el médico de familia le pedirá una muestra de orina. Esta muestra se analizará para ver si contiene glucosa, y luego, un análisis de sangre confirmará el diagnóstico y si la causa de la diabetes es algo subyacente como el colesterol alto.

Concluyéndose además que como factores internos que influyen en los niveles de glucosa no son lo suficientemente altos como para que el médico diagnostique diabetes, puede ser necesaria una prueba de sobrecarga oral de glucosa. A veces, esto se denomina prueba de tolerancia a la glucosa. El médico le dará una bebida con glucosa y analizará la sangre cada media hora, durante dos horas, para comprobar cómo reacciona el organismo ante la glucosa. Como deben ser entendidos e interpretados los términos básicos del estudio.

Se puede concluir también que el diagnóstico clínico se basa en el concepto de que la hiperglucemia se asocia a las complicaciones propias de la DM, en especial a la retinopatía, cuando se supera el nivel de 126 mg/dl de GB o de 200 mg/dl tras dos horas de la ingesta de 75 g de glucosa (sobrecarga oral de glucosa [SOG]).

Referencias

Alcivar, C., Blanc, G., & Calderon, J. (2018). Aplicación de la ciencia forense en los delitos informáticos en el Ecuador y su punibilidad. Revista ESPACIOS, 39(42). Retrieved from http://www.revistaespacios.com/a18v39n42/18394215.html

Alcívar Trejo, C., Calderón Cisneros, J., & Raffo Babici, V. (2018). Life Quality Protection Rights for Elderly People. Communities of Posorja and Puna. Persona y Bioética, 22(1), 90–102. https://doi.org/10.5294/pebi.2018.22.1.7

Alvarez-Lopez, F., Maina, M. F., & Saigí-Rubió, F. (2016). Natural User Interfaces. Surgical Innovation, 23(4), 429–430. https://doi.org/10.1177/1553350616639145

Anastacio, J. M., Robles-Amaya, J., & Cisneros, J. T. C. (2019). Vigilancia de las medidas preventivas para el revdengue en la ciudadela Jaime Roldós, resultado de la fase piloto. Espirales Revista Multidisciplinaria de Investigación, 3(25). https://doi.org/10.31876/re.v3i25.437

Apablaza, P., Soto, N., Román, R., & codner, E. (2016). NUEVAS TECNOLOGÿAS EN DIABETES. Revista Médica Clínica Las Condes, 27(2), 213–226. https://doi.org/10.1016/J.RMCLC.2016.04.011

Arredondo-González, C. P., De La Cuesta-Benjumea, C., & Ávila-Olivares, J. A. (2017). Un mundo en transición. Objetos para los cuidados en España entre 1855 y 1955. AQUICHAN. https://doi.org/10.5294/aqui.2015.15.3.10

Backes, D. S., Zamberlan, C., de Freitas, H. B., Colomé, J., de Souza, M. T., & Costenaro, R. S. (2014). Del cuidado previsible al cuidado complejo de enfermería. Enfermeria Global, 13(4), 275–281. https://doi.org/10.6018/eglobal.13.4.178931

Barbosa, L. B. A., Motta, A. L. C., & Resck, Z. M. R. (2015). Enfermería global. Enfermería Global (Vol. 14). Servicio de Publicaciones, Universidad de Murcia. Retrieved from http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1695-61412015000100015

Calderón Cisneros, J., Ortiz Chimbo, K. M., & Alcívar Trejo, C. (2018). Análisis factorial exploratorio como método multivariante para validación de datos académicos en plataformas virtuales. Revista Lasallista de Investigación, 15(2), 10–19. https://doi.org/10.22507/rli.v15n2a1

Carril, J. A., Golmar, G. A., Iglesias, E., & Breve, N. (2011). análisis de componentes principales de caracteres tipo en reproductores de la raza porcina celta principal component analysis for type traits in males of celta pig breed. Arch. Zootec(Vol.60). Retrieved from http://scielo.isciii.es/pdf/azoo/v60n231/art11.pdf

Díaz Narváez, V. P. (2014). El concepto de ciencia como sistema, el positivismo, neopositivismo y las “investigaciones cuantitativas y cualitativas.” Salud Uninorte. https://doi.org/10.14482/sun.30.1.4309

Egozcue, J. J., & Pawlowsky-Glahn, V. (2011). Compositional data analysis in geo-environmental sciences. Boletin Geologico y Minero, 122(4), 439–452.

Iribarren, S., Beck, S., Pearce, P. F., Chirico, C., Etchevarria, M., Cardinale, D., & Rubinstein, F. (2013). TextTB: A Mixed Method Pilot Study Evaluating Acceptance, Feasibility, and Exploring Initial Efficacy of a Text Messaging Intervention to Support TB Treatment Adherence. Tuberculosis Research and Treatment, 2013, 1–12. https://doi.org/10.1155/2013/349394

Islas-salinas, P., & Hernández-orozco, A. P. G. (2015). Rol de enfermería en educación para la salud de los menonitas desde el interaccionismo simbólico. Enfermería Universitaria, 12(1), 28–35. https://doi.org/10.1016/j.reu.2015.05.005

Morse, J. M., Solberg, S. M., Neander, W. L., Bottorff, J. L., & Johnson, J. L. (1990). Concepts of caring and caring as a concept. Advances in Nursing Science, 13(1), 1–14. https://doi.org/10.1097/00012272-199009000-00002

Otero, P. (2015). Crowdfunding. Una nueva opción para la financiación de proyectos en salud. Archivos Argentinos de Pediatria, 113(2), 154–157. https://doi.org/10.5546/aap.2015.154

Pérez-Zepeda, M. U., & Pérez-Zepeda, M. U. (2015). La importancia de la investigación para el bienestar del adulto mayor. Enfermería Universitaria, 12(2), 47–48. https://doi.org/10.1016/j.reu.2015.05.001

Rojo Pérez, N., Valenti Pérez, C., Martínez Trujillo, N., Morales Suárez, I., Martínez Torres, E., Fleitas Estévez, I., ... Sierra González, V. G. (2018). Ciencia e innovación tecnológica en la salud en Cuba: resultados en problemas seleccionados. Revista Panamericana de Salud Pública, 42, 1–11. https://doi.org/10.26633/RPSP.2018.32

Sociedad Española de Endocrinología y Nutrición., R., Alonso Morán, E., Arteagoitia Axpe, J. M., Ezkurra Loyola, P., Orueta, J. F., & Gaztambide, S. (2016). Endocrinologia y nutrición. Endocrinología y nutrición: órgano de la Sociedad Española de Endocrinología y Nutrición, ISSN 1575-0922, Vol. 63, No. 10, 2016, págs. 543-550 (Vol. 63). Elsevier España. Retrieved from https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5770828

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

Recebido/Submission: 19/11/2018
Aceitação/Acceptance: 07/12/2018

Las Nuevas Tecnologías en el Acompañamiento Gestacional

Sara Saraguro Salinas[1], Irlanda Romero Encalada[2], Marlene Chamba Tandazo[3], Elida Reyes Rueda[4], Ana Vaca Gallegos[5]

ssaraguro@utmachala.edu.ec, iromero@utmachala.edu.ec , mchamba@utmachala.edu.ec, ereyes@utmachala.edu.ec, avaca@utmachala.edu.ec

[1] Universidad Técnica de Machala, 070102, Machala, Ecuador

[2] Universidad Técnica de Machala, 070102, Machala, Ecuador

[3] Universidad Técnica de Machala, 070102, Machala, Ecuador

[4] Universidad Técnica de Machala, 070102, Machala, Ecuador

[5] Universidad Técnica de Machala, 070102, Machala, Ecuador

Pages: 191–199

Resumen: El presente artículo se realiza una revisión del uso de las nuevas tecnologías, para la atención prenatal, el monitoreo de actividades, que se le realiza a la mujer gestante, para promover una salud materna y prevenir enfermedades, que afecten el desarrollo y crecimiento del feto. Por medio de la valoración a la mujer embarazada, determinar el uso y percepciones hacia las tecnologías de información y comunicación (TIC), en la mujer gestante, para la atención prenatal. Se evaluó a 258 personas de una población de estudio que se le realizó una encuesta sobre gestación y uso de celular con aplicaciones móviles para monitorear al bebe. Es una investigación cuantitativa, bibliográfica, descriptiva, se pudo llegar al resultado que describen las pertinentes conclusiones y recomendaciones, sobre la utilización de las nuevas tecnologías que existen sobre el control neonatal.

Palabras-clave: tecnologías de la información y la comunicación (TIC); atención prenatal; mujer gestante; alfa de Cronbach.

New Technologies in Gestational Accompaniment

Abstract: This article is a review of the use of new technologies for prenatal care, monitoring of activities, which is done to the pregnant woman, to promote maternal health and prevent diseases that affect the development and growth of the fetus. Through the assessment of the pregnant woman, determine the use and perceptions towards information and communication technologies (ICT), in pregnant women, for prenatal care. We evaluated 258 people from a study population who underwent a survey on gestation and cell phone use with mobile applications to monitor the baby. It is a quantitative, bibliographical, descriptive investigation, to arrive at results that describe the pertinent conclusions and recommendations, on the use of the new technologies that exist on the neonatal control.

Keywords: information and communication technologies (ICT); prenatal care; pregnant woman; Cronbach's alpha.

1. Introducción

En la última década han existido importantes avances en el desarrollo y uso de La atención prenatal es el conjunto de actividades, que se le realiza a la mujer gestante, para promover una salud materna y prevenir enfermedades, que afecten el desarrollo y crecimiento del feto. Por medio de la valoración a la mujer embarazada, se determinará el diagnóstico, y el tratamiento planificado; cuya finalidad es identificar los factores de riesgo y brindar una preparación adecuada en el parto y nacimiento.

El control prenatal es muy importante en la gestante y el feto, sin embargo, el incumplimiento, pone en riesgo su salud y la vida de la diada materno fetal. La atención prenatal es fundamental ya que brinda información importante a la embarazada, sobre las señales de alerta, complicaciones fetales, factores de riesgo, evitando la muerte materna y fetal(Romero et al., 2016).

El acompañamiento que debe tener la gestante, durante y después del parto, posee aspectos fundamentales, como el apoyo que recibe de la pareja y familiares, asegurando un estado de bienestar, emocional, psicosocial, disminuyendo la ansiedad por desconocimiento del proceso y el estrés(López Baños, Fernández Pérez, & García Guevara, 2012). Fortaleciendo el apego materno e hijo. Supliendo todas las necesidades de la paciente, manteniendo informados a los familiares, para lograr que la labor de parto y nacimiento del bebe, se produzca en un ambiente, optimo y que cumpla con los protocolos de atención.

Según las estadísticas de la Organización Mundial de Salud (1990-2015), el alto número de muertes maternas refleja las inequidades en el acceso a los servicios de salud. La mortalidad materna en los países en desarrollo en el 2015 fue de 239 por 100 000 nacidos vivos, mientras que en los países desarrollados fue tan solo de 12 por 100 000 nacidos vivos(Oksenberg R., Urra G., & Nilsen V., 1996).

Al comparar los resultados 2011 de Ecuador con el Área Andina, (Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela), el país se encuentra en segundo lugar por debajo de Venezuela con 69.3 muertes por cada 100.000 nacidos vivos. En el Ecuador se tiene un incremento gradual de la razón de mortalidad materna, conociendo previamente que este indicador constituye un primordial objetivo para el desarrollo nacional e internacional, más aún cuando constituye un tema de máxima importancia en la búsqueda de su disminución al 2017

La aplicación de normas, protocolos y guías para la atención del embarazo, son instrumentos, para lograr la promoción, prevención, tratamiento y rehabilitación de una condición dada, permitirá identificar un posible riesgo y referir al nivel superior de complejidad oportunamente(Casagrandi Casanova, Sanabria Arias, Cabrera Rode, & Pérez Piñero, 2001).

La atención de la mujer gestante es un proceso continuo y por niveles e inicia con el cuidado intrafamiliar y comunitario, continúa con las acciones de atención primaria y secundaria donde normalmente debe culminar con la atención del parto y la asistencia del nacimiento seguro(Nazer Herrera, García Huidobro, & Cifuentes Ovalle, 2009).

Reconocer la importancia del control prenatal, acompañamiento en las gestantes, mediante la revisión bibliográfica, impartiendo información adecuada sobre señales de alarma, disminuyendo la morbimortalidad de la madre y del neonato(Suárez González et al., 2012).

1.1. Controles para vigilar el embarazo para el correcto desarrollo del bebe.

En los primeros tres meses de embarazo la gestante tendrá su primer control prenatal. Es de mucha importancia, ya que en las primeras semanas de gestación es el periodo de implantación y organogénesis, y al proporcionar una atención oportuna podemos identificar oportunamente algún riesgo relacionado con su embarazo aplicando las estrategias necesarias que brinden bienestar a la madre y al embrión(Vázquez Márquez, Guerra Verdecia, Herrera Vicente, de la Cruz Cháve, & Almirall Chávez, 2001).

Para Panduro et al. (2011), afirman que los factores de riesgo son "Obesidad, edad de la madre, consumo de alcohol, cigarrillo y drogas, antecedente personales como diabetes, hipotiroidismo, enfermedad cardiaca, respiratoria o renal, infecciones urinarias, infecciones de transmisión sexual, antecedentes familiares y cirugías previas, antecedentes obstétricos: historia de embarazos previos, cirugías de orden obstétrico, tratamientos por esterilidad y enfermedades y complicaciones en los embarazos anteriores".

Es muy importante realizar una buena anamnesis y examen físico donde valoraremos y obtendremos información relevante sobre el embarazo actual, como: fecha de la última menstruación, fecha probable de parto y exámenes médicos u otros antecedentes relacionados con su estado de salud(Cabezas Cruz, 2002).

Para Pacora, Ayala y Buzzio (2003), señalan que durante el primer control del embarazo se debe realizar los siguientes exámenes "PIE (prueba inmunológica de embarazo) si es que la mujer no ha confirmado totalmente su embarazo, HCS: Prueba del grupo sanguíneo y compatibilidad del grupo sanguíneo de la madre y el bebé, HB Y HTO: Evaluar la presencia de anemia en la embarazada, rubeola, sífilis, toxoplasmosis, Papanicolaou (cáncer uterino), ecografía transvaginal (para mirar a fondo el desarrollo del bebé)".

Para Donoso, Carvajal, Vera y Poblete (2014), indican que en el segundo trimestre de gestación, se realizan ecografías, exámenes y esquema de vacunación importantes, en esta etapa donde la pareja puede tener más claro aspectos importantes sobre el desarrollo del feto como su sexo, sus medidas y hasta las posibles patologías que puede padecer, otros aspectos que se deben tomar en cuenta son los siguientes "Presencia de diabetes gestacional, anemia, hipertensión arterial, infecciones urinarias, y embarazo múltiple".

Para Ovalle et al. (2005), mencionan que el especialista puede preguntar a la madre si tuvo embarazos múltiples antes de realizar el chequeo y contar el número de fetos del embarazo actual, amenaza de parto pre término, defectos de nacimiento, aborto espontáneo, hemorragia vaginal, examen físico: "En este control, se examinarán aspectos como: presión arterial, peso, FCF (frecuencia cardiaca fetal), actividad fetal u altura uterina".

Para Donoso y Villarroel (2003), indican que para el último trimestre de gestación y aquí en especialista evaluara los siguientes parámetros, "Examen físico: Presión arterial, peso,

edema o retención de líquidos, frecuencia cardiaca fetal, actividad fetal y posición fetal". Cultivo de FV para Estreptococo del grupo B: Entre las 35 y 37 semanas de embarazo, el médico tomará una muestra de la vagina y el recto para descartar la presencia de una infección común llamada estreptococo del grupo B, se realizan para determinar la edad, crecimiento, posición y algunas veces el sexo del bebé, identificar cualquier problema en el desarrollo del feto, buscar embarazos múltiples (mellizos, trillizos, etc.). Evaluación de placenta, el líquido amniótico y la pelvis.

1.2. Psicoprofilaxis del Parto.

1.2.1. Casagrandi Casanova et al.,(2001),considera que:

El beneficio de la psicoprofilaxis es ayudar a disminuir el dolor al momento del parto, este se lo logra aplicando técnicas de relajamiento que contribuyen a disminuir el estrés, y a sentirse tranquila y sin miedo en el momento del parto, esto principalmente es recomendado para madres primerizas. Estas sesiones ayudan a mejorar el estado físico y psicológico de la paciente; y se inician a las 22 semanas de gestación. Generalmente se empiezan las sesiones en el segundo trimestre, siempre y cuando no haya complicaciones en el embarazo; es importante que también asista su pareja; las sesiones son planificada y su duración es de aproximadamente es de 80 a 90 minutos; deben asistir a las sesiones junto a su pareja.

Es de suma importancia dar a conocer a la gestante el valor que tiene el control prenatal ya sea para el bienestar de la madre como para la del feto; ya que es aquí donde se van a diagnosticar si la madre está presentando algún riesgo en el transcurso del embarazo o si no existen complicaciones, también es importante orientar a la familia sobre el parto planificado(Alfonso Mendoza Tascón et al., 2012).

El parto planificado a la elaboración de un documento donde se detallará hasta el final del embarazo; este ayudará a la futura madre a sentirse segura al momento de su parto ya que aquí anotará todos los detalles acerca del embarazo y parto(Díez López et al., 2012).

Aquí se comprometerá a poner todo de su parte al momento del parto ya que la madre quiere alcanzar ese momento mágico que implica el nacimiento del bebe, ella tendrá toda la seguridad y confianza al control de su cuerpo al momento del parto, esto ayudará a que todo salga de mejor manera posible(Velázquez Quintana, Masud Yunes Zárraga, & Ávila Reyes, 2004).

Todo lo antes mencionado es importante para los seres humanos ya que es una etapa donde se desencadenan sentimientos, deseos y esperanza por el nacimiento de un bebe la cual traerá felicidad a sus vidas. Además todas las mujeres conjuntamente con el médico y su familia debe planificar como quisieran que fuera el su parto, organizar todo el proceso pre, trans y post parto sintiéndose más segura y menos propensa a presentar alguna complicación, deberá informar al personal del hospital o institución a la cual se atenderá el plan que ha creado para su parto(Ibáñez Masero & González Sanz, 2012).

Cuando por alguna complicación la madre debe estar en terapia intensiva separada del bebe, el padre es el que debe brindarle calor al RN ya que al sentirse en otro ambiente le causa estrés generando un llanto desesperado; esto genera un alto nivel de cortisol en su cerebro, que no es saludable para él bebe(Velásquez Hawkins et al., 2007).

Según la Organización Mundial de la Salud, los signos y síntomas de alarma del embarazo son aquellos que indican que la salud de la gestante y del producto de la concepción está en peligro.

Los signos y síntomas de alarma por los que una gestante, en caso de presentarlos, debe acudir inmediatamente a un hospital o centro de salud más cercano son los siguientes: ruptura prematura de membranas, edema, vértigos, cefalea, dolor epigástrico, cambios en la orina y trastornos visuales y auditivos.

El Proceso de Atención de Enfermería (PAE), es un método eficaz que permite a los profesionales de la salud prestar cuidados de manera organizada, esquematizada, homogénea y sistemática; según las demandas que presente o manifieste el paciente, la familia y comunidad. El PAE está compuesto por 5 etapas fundamentales, las cuales son: (de Quesada Suárez, Ival Pelayo, & González Meriño, 2015).

2. Materiales y métodos

Este trabajo responde al tipo de investigación cuantitativa, descriptiva y transversal. La consistencia interna, tanto de la prueba global, fue estimada usando el Alfa de Cronbach, en psicometría, el Alfa de Cronbach es un coeficiente que sirve para medir la fiabilidad de una escala de medida, y cuya denominación Alfa fue realizada por Cronbach en 1951 (Casal Santoveña, 2010), el Alfa de Cronbach tiene un valor de 0.789 que señala la confiabilidad del instrumento usado(Calderón Cisneros, Ortiz Chimbo, & Alcívar Trejo, 2018), ver la (Tabla 1)

Alfa de Cronbach	Alfa de Cronbach basada en elementos estandarizados	N de elementos
0,669	0,789	33

Tabla 1 – Estadísticas de Fiabilidad

La escala de medición grado de precisión de la medida de la característica también determina los métodos estadísticos que se usan para analizar los datos. La medición puede definirse como la asignación de números a objetos y eventos de acuerdo con ciertas reglas; la manera como se asignan esos números determina el tipo de escala de medición (Stevens, 1946; Cohen y Cohen, 1975; Saris y Stronkhorst, 1984).

3. Resultados

A continuación, se presenta el análisis detallado y la interpretación de los resultados de la investigación, contextualizándolos y fundamentándolos con los datos y la bibliografía. Esto conduce a la existencia de diferentes tipos de escalas, por lo que el problema se transforma en explicitar a) las reglas para asignar números, b)las propiedades matemáticas de las escalas resultantes, y c)las operaciones estadísticas aplicables a las medidas hechas con cada tipo de escala(Calderón Cisneros et al., 2018) ver la (Tabla 2).

Media	Varianza	Desviación estándar	N de elementos
47,81	75,036	8,662	33

Tabla 2 – Estadísticas de escala

Los procesos de gestación y el control natal son muy importantes en el desarrollo del bebe, en la actualidad se usó medidas discriminantes para poder observar a las mujeres que usan aplicaciones celulares bajo ciertos parámetros y así poder un auto control para ver el desarrollo del bebe en su periodo de gestación les contaba hoy pueden disponer de mucha información que les ayudará a vivir un embarazo sano(Alcívar Trejo, Calderón Cisneros, & Raffo Babici, 2018). A través de aplicaciones disponibles tanto para iOS como para Android, podrán vivir esta etapa con intensidad, ver la (Tabla 3).

Variable	Dim1	Dim2	Media
Ocupacion	,573	,658	,615
¿Cómo considera que es su salud actual comparada con la de otras mujeres en su situación?	,251	,226	,238
Tipo de embarazo	,000	,005	,002
Semana de gestación	,656	,348	,502
Paridad	,153	,266	,209
Proximidad entre embarazos	,080	,069	,074
Total activo	1,633	1,503	1,568

Tabla 3 – Medidas discriminantes

El Análisis Discriminante es una técnica estadística multivariante cuya finalidad es analizar si existen diferencias significativas entre grupos de objetos respecto a un conjunto de variables medidas sobre los mismos para, en el caso de que existan, explicar en qué sentido se dan y facilitar procedimientos del uso de aplicaciones celulares para el monitoreo del crecimiento del bebe, ver (Figura 1).

Las aplicaciones se emplean, pero pasan por el mismo problema de desconocimiento o mal manejo, en el grafico se verifica que los tipos de embarazos, paridad y semana de gestación están más correlacionados entre sí, se emplean y posibilitan, acorde al enfoque medico de aprender a construir el conocimiento, para llevar acabo un buen embarazo, el ampliar y perfeccionar su empleo sería muy conveniente en colegios y en universidades, como también lugares rurales de nuestro país.

4. Conclusiones

El acompañamiento gestacional es fundamental, porque permite identificar oportunamente factores de riesgo durante el embarazo ya que la mayoría de embarazadas tienden a sentirse seguras cuando cuentan con la constante supervisión tanto del profesional de la salud como de su pareja y familia.

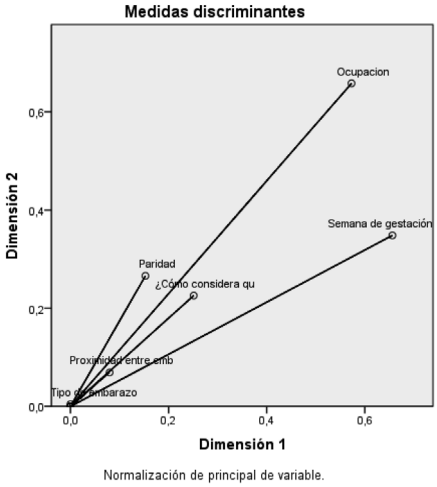


Figura 1 – Análisis Discriminante

Además, la realización de los controles prenatales, evita complicaciones en la madre y el feto. La aplicación del Proceso de atención de enfermería a través del uso de taxonomía NANDA, NIC y NOC logra atender a la gestante dependiendo sus necesidades de forma inmediata y eficaz.

Concluyéndose además que como factores internos que influyen en el uso de las TIC por parte de las madres sobre su periodo de gestación el que se enseñe y se estén siempre actualizando sobre aplicaciones de salud y bienestar en la familia y el crecimiento del niño.

Se agrega, como otra conclusión, que las TIC, facilitan el trabajo diario de los médicos y de las enfermeras ya que siempre presentan graficas de control para cualquier inconveniente durante el periodo de gestación.

Referencias

Alcívar Trejo, C., Calderón Cisneros, J., & Raffo Babici, V. (2018). Life Quality Protection Rights for Elderly People. Communities of Posorja and Puna. Persona y Bioética, 22(1), 90–102. https://doi.org/10.5294/pebi.2018.22.1.7

Alfonso Mendoza Tascón, L., Dra Diana Maria Rueda Giraldo, I., Dra Katherine Paola Gallego Henao, I., Milton Fabián Vásquez Martínez, I., Dra Jenny Lorena Celis Quintero, I., Juan Carlos de León Suárez, I., & Dra María Acuña Polo, I. I. (2012). Morbilidad asociada a la edad gestacional en neonatos prematuros tardíos Gestational age-associated morbidity in late preterm neonates. Revista Cubana de Pediatría (Vol. 84). Retrieved from http://scielo.sld.cu

Cabezas Cruz, E. (2002). Revista Cubana de Obstetricia y Ginecologia. Revista Cubana de Obstetricia y Ginecología (Vol. 28). Centro Nacional de Informacion de Ciencias Medicas. Retrieved from http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0138-600X2002000100001

Calderón Cisneros, J., Ortiz Chimbo, K. M., & Alcívar Trejo, C. (2018). Análisis factorial exploratorio como método multivariante para validación de datos académicos en plataformas virtuales. Revista Lasallista de Investigación, 15(2), 10–19. https://doi.org/10.22507/rli.v15n2a1

Casagrandi Casanova, D., Sanabria Arias, A. M., Cabrera Rode, E., & Pérez Piñero, J. (2001). Revista Cubana de Obstetricia y Ginecologia. Revista Cubana de Obstetricia y Ginecología (Vol. 27). Centro Nacional de Informacion de Ciencias Medicas. Retrieved from http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0138-600X2001000100008

Casal Santoveña, M. S. (2010). la UNED Quality Evaluation Questionnaire of Virtual Courses at UNED. RED - Revista de Educación a Distancia, 25(Diciembre), 1–22. Retrieved from http://www.um.es/ead/red/25/

de Quesada Suárez, L., Ival Pelayo, M., & González Meriño, C. L. (2015). Revista Cubana de Cirugia. Revista Cubana de Cirugía (Vol. 54). Centro Nacional de Informacion de Ciencias Medicas. Retrieved from http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0034-74932015000200004&script=sci_arttext&tlng=en

Díez López, I., de Arriba Muñoz, A., Bosch Muñoz, J., Cabanas Rodríguez, P., Gallego Gómez, E., Martínez-Aedo Ollero, M. J., ... Ibáñez Toda, L. (2012). Pautas para el seguimiento clínico del niño pequeño para la edad gestacional. Anales de Pediatría, 76(2), 104.e1-104.e7. https://doi.org/10.1016/J.ANPEDI.2011.08.003

Donoso, E., Carvajal, J. A., Vera, C., & Poblete, J. A. (2014). La edad de la mujer como factor de riesgo de mortalidad materna, fetal, neonatal e infantil. Revista Médica de Chile, 142(2), 168–174. https://doi.org/10.4067/S0034-98872014000200004

Donoso S, E., & Villarroel del P, L. (2003). Edad materna avanzada y riesgo reproductivo. Revista Médica de Chile, 131(1), 55–59. https://doi.org/10.4067/S0034-98872003000100008

Ibáñez Masero, O., & González Sanz, J. D. (2012). El Blog como herramienta promotora de un aprendizaje enfermero más significativo. Index de Enfermería, 21(1–2), 74–76. https://doi.org/10.4321/S1132-12962012000100016

López Baños, L., Fernández Pérez, Z., & García Guevara, C. (2012). Revista Cubana de Obstetricia y Ginecologia. Revista Cubana de Obstetricia y Ginecología (Vol. 38). Centro Nacional de Informacion de Ciencias Medicas. Retrieved from http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0138-600X2012000300004&script=sci_arttext&tlng=pt

Nazer Herrera, J., García Huidobro, M., & Cifuentes Ovalle, L. (2009). Malformaciones congénitas en hijos de madres con diabetes gestacional. Revista Médica de Chile, 133(5), 547–554. https://doi.org/10.4067/s0034-98872005000500006

Oksenberg R., T., Urra G., F., & Nilsen V., E. (1996). Colecistitis aguda alitiásica. Revista Chilena de Pediatria, 67(3), 127–129.

Ovalle S., A., Kakarieka W., E., Correa P., Á., Vial P., M. T., & Aspillaga M., C. (2005). ESTUDIO ANÁTOMO-CLÍNICO DE LAS CAUSAS DE MUERTE FETAL. Revista Chilena de Obstetricia y Ginecología, 70(5), 303–312. https://doi.org/10.4067/

S0717-75262005000500005

Panduro B, J. G., Pérez M, J. J., Panduro M, E. G., Castro H, J. F., & Vázquez G, M. D. (2011). Factores de riesgo prenatales en la muerte fetal tardía, Hospital Civil de Guadalajara, México. Revista Chilena de Obstetricia y Ginecología, 76(3), 169–174. https://doi.org/10.4067/S0717-75262011000300006

Romero, F., Herles, E., Lino, A., Rojas, F., Flores, M., Flores, V., & Gutiérrez, E. L. (2016). Factores asociados a asfixia perinatal en un hospital de Callao, Perú. Perinatología y Reproducción Humana, 30(2), 51–56. https://doi.org/10.1016/J.RPRH.2016.06.009

Suárez González, J. A., Cabrera Delgado, M. R., Gutiérrez Machado, M., Corrales Gutiérrez, A., Cairo González, V., & Rodríguez Royelo, L. (2012). Revista Cubana de Obstetricia y Ginecologia. Revista Cubana de Obstetricia y Ginecología (Vol. 38). Centro Nacional de Informacion de Ciencias Medicas. Retrieved from http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0138-600X2012000300003

Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Facultad de Medicina., L., Pacora, P., Ayala, M., & Buzzio, Y. (2003). Anales de la Facultad de Medicina. Anales de la Facultad de Medicina (Vol. 64). Facultad de Medicina San Fernando de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Retrieved from http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1025-55832003000100003

Vázquez Márquez, Á., Guerra Verdecia, C., Herrera Vicente, V., de la Cruz Cháve, F., & Almirall Chávez, Á. M. (2001). Revista Cubana de Obstetricia y Ginecologia. Revista Cubana de Obstetricia y Ginecología (Vol. 27). Centro Nacional de Informacion de Ciencias Medicas. Retrieved from http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0138-600X2001000200012&script=sci_arttext&tlng=pt

Velásquez Hawkins, C., Aguirre Machado, W., Valdivia Béjar, C., Ruiz Adarmes, M., Cornejo Mozo, C., Torres Cava, M., ... Carrasco Oré, A. (2007). Revista de gastroenterología del Perú órgano oficial de la Sociedad de Gastroenterología del Perú. Revista de Gastroenterología del Perú (Vol. 27). Sociedad de Gastroenterología del Perú. Retrieved from http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1022-51292007000300006

Velázquez Quintana, N. I., Masud Yunes Zárraga, J. L., & Ávila Reyes, R. (2004). Boletin Medico del Hospital Infantil de Mexico. Boletín médico del Hospital Infantil de México (Vol. 61). AMERBAC. Retrieved from http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1665-11462004000100010&script=sci_arttext

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

Recebido/Submission: 23/10/2018
Aceitação/Acceptance: 06/12/2018

El Uso de las TIC como Recurso para el Desarrollo de Habilidades de Razonamiento Lógico en Estudiantes Universitarios

Zoila Noemí Merino Acosta[1], Ofelia Santos Jimenez[2], José Luis Solís Toscano[3], Ernesto Rangel Luzuriaga[4], Holguer Romero Urrea[5]

zmerino@utb.edu.ec, ofelia.santos@unmsm.edu.pe, datsolis@gmail.com, ernestowrangel@hotmail.com, hromerou@unemi.edu.ec

[1] Universidad Técnica de Babahoyo, 120150, Babahoyo, Ecuador

[2] Universidad Nacional Mayor de San Marco, 15081, Lima, Perú

[3] Universidad Nacional Mayor de San Marco, 15081, Lima, Perú

[4] Docente Investigador, 090112, Guayaquil, Ecuador

[5] Universidad Estatal de Milagro, 091701, Milagro, Ecuador

Pages: 200–209

Resumen: El presente artículo se realiza una revisión del uso de las nuevas tecnologías, realizada con los estudiantes del primer semestre, cuyo propósito ha sido analizar el uso de las herramientas didácticas para el desarrollo del pensamiento computacional. Analiza las principales iniciativas de la enseñanza del pensamiento computacional, así como la brecha del género existente en la enseñanza de la informática. Se evaluó a 581 estudiantes de varias carreras de la Universidad de Guayaquil. Se procedió al procesamiento de datos a partir de la aplicación de varias técnicas estadísticas para, así, obtener resultados que permitiesen alcanzar las pertinentes conclusiones y recomendaciones. Se concluye que, las ventajas motivadoras de la computación, esto es una oportunidad para innovar las prácticas pedagógicas con acciones metodológicas que desarrollen la creatividad, la solución de problemas, la toma de decisiones, la planeación, el diseño, habilidades imprescindibles en la actualidad.

Palabras-clave: educación; tecnología; pensamiento computacional; scratch; habilidades computacionales.

The Use of TIC as a Resource for the Development of Logical Reasoning Skills in University Students

Abstract: This article is a revision of the use of new technologies, carried out with the students of the first semester, whose purpose has been to analyze the use of didactic tools for the development of computational thinking. It analyzes the main initiatives of the teaching of computational thinking, as well as the existing gender gap in computer education. A total of 581 students from various careers of the

University of Guayaquil were evaluated. We proceeded to the processing of data from the application of various statistical techniques to obtain results that would allow reaching the pertinent conclusions and recommendations. It is concluded that, the motivating advantages of computing, this is an opportunity to innovate pedagogical practices with methodological actions that develop creativity, problem solving, decision making, planning, design, essential skills at present.

Keywords: education; technology; computational thinking; scratch; computer skills.

1. Introducción

En la actualidad los cambios generacionales son más cada día más sensibles a los entornos sociales, los nuevos paradigmas científicos y tecnológicos, las tendencias actuales en los países de la región iberoamericana apuntan a definir estrategias, planes, políticas o programas digitales tendientes a poner en práctica políticas públicas en TIC (DeJuan & Legarda, 2016), considerándolas como medios para contribuir a salvar la brecha digital y social, así como también adaptarse a los cambios constantes de la llamada sociedad del conocimiento.

A inicios del año 2000 algunos países de América Latina comenzaron a dar sus primeros intentos de diseñar una política pública integral de sociedad de la información. Estos intentos fueron más tarde reforzados con las dos Cumbres Mundiales para la Sociedad de la Información (CMSI) en los años 2003 y 2005 respectivamente, y la inclusión de las TIC dentro de los Objetivos de Desarrollo del Milenio de las Naciones Unidas (ODM), que incorporaban esta misma visión (Peñaherrera, 2011).

Asimismo, señalan la necesidad de alcanzar en el estudiante la comprensión del uso de la tecnología informática no como un simple requisito para aprender un lenguaje de programación mediante la elaboración de algoritmos y la generación de códigos(Claro et al., 2018), sin previamente haber entendido el problema que se pretende resolver y sin un proceso metodológico adecuado, del cual se aprende a programar básicamente pero no se soluciona el problema(Barak, 2018). Un segundo factor que puede impedir el desarrollo del pensamiento lógico por el cual abogamos corresponde a migrar del lenguaje natural a un lenguaje artificial como es el de programación, utilizando para ello principalmente software de aplicación diseñado por grandes corporaciones que se manifiesta en actividades concretas con estos programas (Pérez & Roig-Vila, 2015).

Ecuador por lo general los estudiantes tienen una idea errónea de que aprender a programar es difícil, como ejemplo a esto tenemos el prematuro abandono de los alumnos en los cursos de fundamentos de programación de las Universidades en general, dando una tasa alta y una preocupación ya que estos no aprenden a programar bien. Muchas personas ven la programación como una actividad técnica destinada sólo a un pequeño grupo de la población (Payas & Isaias, 2017).

Hoy en día vivimos en un mundo globalizado sumergido en la tecnología de la comunicación: la información digital, el internet, cursos on line, comercio electrónico, el correo electrónico, redes sociales, blogs, bibliotecas virtuales, entre otros, son herramientas tecnológicas que están al servicio de la educación, por lo cual las estrategias pedagógicas de la academia necesitan ser cambiadas, así como sus prácticas de enseñanzas que permitan ofrecer a los estudiantes herramientas que contribuyan

a desarrollar sus habilidades y destrezas, permitiéndoles ser parte de la sociedad del conocimiento (Tapia & Zambrano, 2017).

Para Tondeur et al., (2018),"Tecnologías de Información y comunicación (TIC)" donde se propone un trabajo educativo que provea a todos los estudiantes de las herramientas para manejar en el llamado "Mundo digital" y desde él, poder desarrollarse con el uso competente y responsable de estas tecnologías(Hsu & Wang, 2018). Dentro de los objetivos propuestos en esta dimensión se destacan por su relación con este trabajo: i) Utilizar TIC que resuelvan las necesidades de información, comunicación, expresión y creación dentro del entorno educativo y social inmediato; y ii) Utilizar aplicaciones para presentar, representar, analizar y modelar información y situaciones, comunicar ideas y argumentos, comprender y resolver problemas de manera eficiente y efectiva, aprovechando múltiples medios (texto, imagen, audio y video)".

La presente investigación tuvo como eje central el uso del programa de aprendizaje de programación "Scratch" ha sido desarrollado para superar las limitaciones de los estudiantes y personas interesadas en adquirir conocimientos sobre programación(Al-Rahmi, Alias, Othman, Marin, & Tur, 2018), este lenguaje es de manera interactiva de forma visual y no hay necesidad de teclear líneas de códigos por ende se previenen errores; en este lenguaje se pueden desarrollar todo tipo de proyectos con actividades características de personalización implementando recursos de multimedia como videos, imágenes, sonidos, etc (Payas & Isaias, 2017).

Pero esto no significa que se deba basar su aprendizaje en escribir código de forma compulsiva, lo importante es saber cómo representar la realidad, el mundo de los objetos y expectativas, pues al fin y al cabo son los que piensan los que tienen éxito en hacer programas potentes. El principio básico del "pensamiento computacional" es conocer el mundo de ideas y de representaciones y cómo operan. Además, si se aprende a programar asociado a un lenguaje es posible que no se produzca la transferencia y en un futuro no se pueda repetir el proceso (Rodríguez, 2017).

Se revisaron las teorías que lo sustentan y cómo se estructura la implementación del uso de Scratch como recurso para el desarrollo de habilidades de razonamiento lógico y se sustenta en las estrategias constructivistas, para desarrollar competencias en los estudiantes de secundaria(Hsu & Wang, 2018).

Desarrollar el razonamiento lógico y algorítmico no solo permite analizar problemas y entregar soluciones en el ámbito computacional, sino en otras situaciones de la vida diaria tan variadas como las artes, presentar alternativas didácticas para estimular el desarrollo del pensamiento lógico y algorítmico en niños y estudiantes representa una meta declarada de los sistemas educativos, como se justifica más abajo en la presentación del pensamiento algorítmico. Si bien con el uso de lenguajes de programación tradicionales, esta meta no parece del todo alcanzable, debido a las dificultades señaladas anteriormente, existen lenguajes de programación animados como Scratch y Alice (Vidal, Cabezas, Parra, & López, 2015a).

2. Materiales y métodos

El diseño de la investigación fue mixto, con enfoques cualitativo y cuantitativo, de nivel descriptivo, no experimental, de campo con apoyo documental. La población seleccionada

fue de 581 estudiantes de ambos géneros del primer semestre del curso 2018-2019 de la Universidad de Guayaquil. Se plantea la idea de que, si en el proceso de enseñanza aprendizaje se incorporan las TIC y se trabaja con la técnica didáctica aprendizaje orientado a proyectos usando las herramientas informáticas en las materias que ven los estudiantes(Vidal, Cabezas, Parra, & López, 2015b).

Según Espino & González(2015), para evaluar los niveles de desempeño de las competencias se deben elaborar indicadores de logros, en la actualidad una nueva práctica de lectoescritura, el pensamiento computacional (PC) se refiere al proceso cognitivo subyacente de resolución de problemas que le da soporte, para Omar Pérez Narváez & Roig-Vila España(2015), en esta nueva realidad invadida por lo digital, no es sorprendente que haya un renovado interés en muchos países por introducir el PC como un conjunto de habilidades de solución de problemas que debe ser adquirido por la nueva generación de estudiantes(Alcívar Trejo et al., 2019).

Por otra parte, se debe determinar un contexto apropiado para aplicar estos nuevos conceptos, enfocado principalmente a la resolución de problemas. Liang, Li, & Long Guilu(2010), que cita a Grover (2009)afirmó que ésta, junto con el pensamiento crítico y la gestión de la información son reforzados a través de la profundización de estos temas que integran las ciencias de la computación, y que lo interesante de ellos es que están soportados sobre bases matemáticas, particularmente de niveles que se ven en los colegios.

Dicho instrumento está formado por 34 ítems agrupados en 8 dimensiones o factores, los cuales se expresan en una escala Likert de 6 puntos (0=NR, 1=Muy Bajo, 2=Bajo, 3=Medio, 4=Alto, 5=Muy Alto).

El procedimiento del análisis de la investigación está compuesto por 5 grupos de estudiantes de cinco carreras de la Universidad de Guayaquil del año académico 2018-SEMESTRE I (N = 581). El cuestionario fue administrado en grupos. Se explicaron los objetivos del estudio y los requisitos de participación a cada grupo; a aquellos que salieron en la muestra aleatoria para participar se les habilito una versión electrónica del cuestionario con el software de Google drive (formulario electrónico). Se procedió a dar la indicación que enlaza las categorías en cuanto a sus propiedades y dimensiones(Espino & González, 2015).

En este sentido se busca que los datos obtenidos puedan ser reagrupados, analizados y relacionados en busca de explicar la relación entre categorías (Cultura Digital, Gestión de la información, Comunicación Digital, Identidad Digital, Trabajo en red, Aprendizaje continuo, Visión Estratégica, Seguridad y hábitos digitales)(Cózar-Gutiérrez, De Moya-Martínez, Hernández-Bravo, & Hernández-Bravo, 2016). Una vez finalizado el proceso de recogida de información, fueron exportados los datos brutos a un fichero csv, para su posterior importación y tratamiento estadístico en SPSS V22.

3. Resultados

A continuación, se presenta el análisis detallado y la interpretación de los resultados de la investigación, contextualizándolos y fundamentándolos con los datos y la bibliografía, se usa los métodos de Análisis Exploratorio o Estadística Descriptiva para ayudar a comprender la estructura de los datos, de manera de detectar tanto un patrón de comportamiento general como apartamientos del mismo, sobre las dimensiones del estudio(Calderón Cisneros, Ortiz Chimbo, & Alcívar Trejo, 2018)

La muestra aleatoria piloto contenía 581 participantes, mujeres (16.5%), hombres (83.5%) ver la (Tabla 1).

Variable	Frecuencia	Porcentaje
Hombre	485	83,5
Mujer	96	16,5
Total	581	100,0

Tabla 1 – Estadísticas Genero

Los entrevistados se efectuaron en las siguientes carreras de la Universidad de Guayaquil(UG) con (64,9%) la carrera de sistemas, ver la (Tabla 2).

Variable	Frecuencia	Porcentaje
EDUCACION	41	7,1
SISTEMAS	377	64,9
ADMINISTRACION	16	2,8
EDUCACION FISICA	15	2,6
Total	581	100,0

Tabla 2 – Carreras Universitarias

Los estudiantes que reciben clases de Informática o Computación en el colegio y primeros semestres de la universidad, utilizarán y desarrollarán las competencias digitales, en tratamiento de la información y trabajo en equipo, es lo que se refiere al pensamiento computacional, que es la capacidad de formular y solucionar problemas apoyándose en los conceptos fundamentales de la computación, y usando la lógica sintaxis de los lenguajes informáticos de programación: secuencias básicas, bucles, iteraciones, condicionales, funciones y variables(Del Moral Pérez, Villalustre Martínez, & Neira Piñeiro, 2017), se estableció ocho dimensiones que recoge las características computacionales de nuestro entorno(Calderón Cisneros et al., 2018), ver la (Tabla 3).

Variable	Media	Desviación estándar	N de elementos
GENERO	1,17	,372	581
Cultura Digital	3,00	1,532	581
Gestión de la información	2,92	1,466	581
Comunicación Digital	2,85	1,422	581
Identidad Digital	2,94	1,536	581
Trabajo en red	2,41	1,453	581
Aprendizaje continuo	2,80	1,424	581
Visión Estratégica	2,67	1,399	581
Seguridad y hábitos digitales	2,77	1,370	581
Carreras Universitarias	2,92	1,732	581

Tabla 3 – Estadísticas Descriptivas

Si bien todas las técnicas del análisis multivariable sirven a objetivos descriptivos, tan sólo algunas de ellas van a permitir, además, pronosticar y explicar determinados comportamientos llegando a determinarse las relaciones causa-efecto de dichos comportamientos(Carril, Golmar, Iglesias, & Breve, 2011). El resultado del cuestionario al Pensamiento Computacional, y su comportamiento psicométrico general, sus medias se distribuyen normalmente, y de manera simétrica, presentando una buena variabilidad que permite la construcción de dimensiones adecuados para la población de estudio(Alcívar Trejo, Calderón Cisneros, & Raffo Babici, 2018).

La función árboles de decisión (Tree) en SPSS crea árboles de clasificación y de decisión para identificar grupos, descubrir las relaciones entre grupos y predecir eventos futuros. Existen diferentes tipos de árbol: CHAID, CHAID exhaustivo, CRT y QUEST, según el que mejor se ajuste a nuestros datos (Casal Santoveña, 2010), la segmentación jerárquica es un método de dependencia donde todos los subgrupos creados son excluyentes y exhaustivos, ya que cada sujeto u objeto analizado pertenece a un único subconjunto y la suma de los sujetos u objetos de cada uno de los segmentos se corresponde con toda la muestra analizada. Procedemos a calcular el CHAID(Sanz Arazuri, Ponce, & Elizondo, 2010), ver la Figura 1

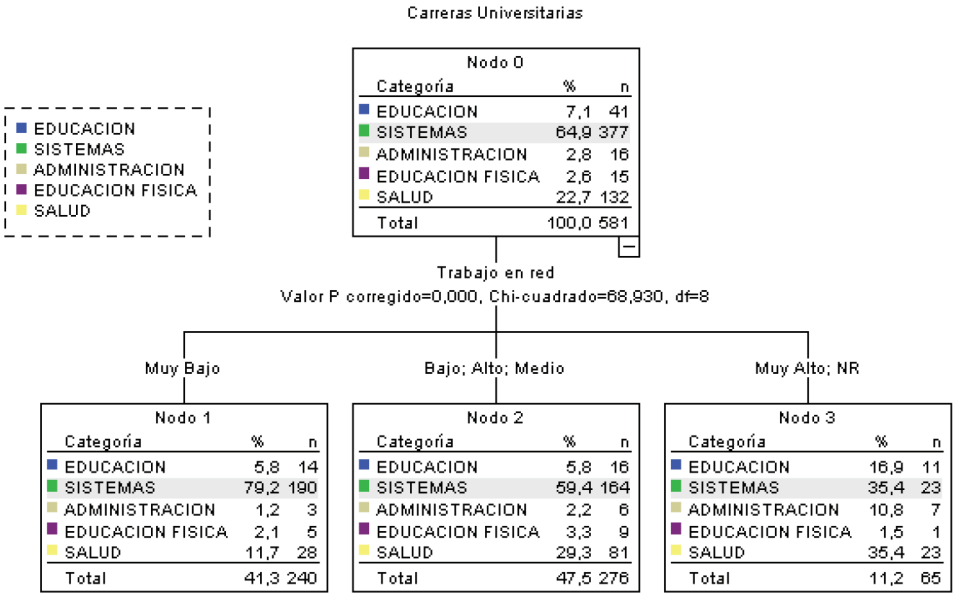


Figura 1 – Arboles de Decisión CHAID

El Diagrama de árbol obtenido es una representación gráfica del modelo del árbol para las carreras universitarias que fueron evaluadas, con el cuestionario al Pensamiento

Computacional, y su comportamiento psicométrico general. La categoría "pronosticada", que es la categoría con el mayor valor de frecuencia en cada nodo, aparece resaltada con una franja gris(Santín, 2006).

En primer lugar, nos fijamos en el nodo 0 que describe la variable dependiente: carreras universitarias, para sistemas con un valor de 64,9%.

Seguidamente observamos que la variable dependiente, nos fijamos en el nodo 1 que describe la Muy bajo, para sistemas con un valor de 79,2%.

Seguidamente observamos que la variable dependiente, nos fijamos en el nodo 2 que describe la bajo, alto y medio para sistemas con un valor de 59,4%.

Seguidamente observamos que la variable dependiente, nos fijamos en el nodo 3 que describe la Muy alto y NR, para sistemas con un valor de 35,4%, ver la (Tabla 4).

Estimacion	Error Estandar
0,351	0,02

Método de crecimiento: CHAID

Tabla 4 – Riesgo

4. Conclusiones

Los estudiantes participantes construyeron durante el curso los insumos para completar el proyecto integrador donde tenían que utilizar las competencias (digitales, tratamiento de la información y trabajo en equipo), se espera incorporar la programación de dispositivos móviles debido al alto interés y penetración que éstos tienen en los adolescentes(Jiménez, Hugo, & García, 2010).

Para (Crosetti & Ibáñez, 2016), ha señalado que una herramienta por sí misma no puede dictar cómo es usada en un contexto en particular, a pesar de las intenciones o aspiraciones de su diseñador. Entonces, tomando como caso las TIC, las mismas pueden estar siempre abiertas a su re significación/construcción y esa posibilidad es hoy un compromiso social, un esfuerzo a sostener para el desarrollo de conocimiento público y abierto y, un desafío para la innovación en tecnologías informáticas para la inclusión social.

Las habilidades cognitivas como la atención, la observación, la asimilación y retención de la información, al autoaprendizaje, la percepción y la motivación intrínseca logrando que se mantengan el agrado por la tarea, habilidades que permanentemente los participantes recurren para resolver los desafíos.

Carácter transversal de la informática. Bajo diversas ópticas, parece que la informática es una buena herramienta y proporciona un buen entrenamiento para conseguir una competencia de calidad en otras materias que puedan dar una mayor utilidad a la computación y mejor desempeño con cualquier aplicación.

Respecto al enfoque de aprendizaje orientado a proyectos apoyado en las TIC, los datos y su análisis demuestran que los estudiantes no son conscientes del enfoque por

proyectos que desarrollan de manera muy específica. Sin embargo, sí pueden mencionar que el trabajo por proyectos consta de varios pasos, que es un proceso que utiliza las herramientas tecnológicas para alcanzar los aprendizajes y que es un trabajo en equipo.

Referencias

Al-Rahmi, W. M., Alias, N., Othman, M. S., Marin, V. I., & Tur, G. (2018). A model of factors affecting learning performance through the use of social media in Malaysian higher education. Computers and Education, 121(April 2017), 59–72. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.02.010

Alcívar Trejo, C., Calderón Cisneros, J., & Raffo Babici, V. (2018). Life Quality Protection Rights for Elderly People. Communities of Posorja and Puna. Persona y Bioética, 22(1), 90–102. https://doi.org/10.5294/pebi.2018.22.1.7

Alcívar Trejo, C., Vargas Párraga, V., Calderón Cisneros, J., Triviño Ibarra, C., Santillan Indacochea, S., Soria Vera, R., & Cardenas Zuma, L. (2019). The use of ICT in the teaching-learning process of teachers in the Universities of Ecuador Contenido. Retrieved from https://www.revistaespacios.com/a19v40n02/a19v40n02p27.pdf

Barak, M. (2018). Are digital natives open to change? Examining flexible thinking and resistance to change. Computers and Education, 121(December 2016), 115–123. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.01.016

Bernstein, D. J. (2009). Grover vs. McEliece. Retrieved from https://cr.yp.to/codes/grovercode-20100303.pdf

Calderón Cisneros, J., Ortiz Chimbo, K. M., & Alcívar Trejo, C. (2018). Análisis factorial exploratorio como método multivariante para validación de datos académicos en plataformas virtuales. Revista Lasallista de Investigación, 15(2), 10–19. https://doi.org/10.22507/rli.v15n2a1

Carril, J. A., Golmar, G. A., Iglesias, E., & Breve, N. (2011). análisis de componentes principales de caracteres tipo en reproductores de la raza porcina celta principal component analysis for type traits in males of celta pig breed. Arch. Zootec (Vol. 60). Retrieved from http://scielo.isciii.es/pdf/azoo/v60n231/art11.pdf

Casal Santoveña, M. S. (2010). la UNED Quality Evaluation Questionnaire of Virtual Courses at UNED. RED - Revista de Educación a Distancia, 25(Diciembre), 1–22. Retrieved from http://www.um.es/ead/red/25/

Claro, M., Salinas, A., Cabello-Hutt, T., San Martín, E., Preiss, D. D., Valenzuela, S., & Jara, I. (2018). Teaching in a Digital Environment (TIDE): Defining and measuring teachers' capacity to develop students' digital information and communication skills. Computers & Education, 121(July 2017), 162–174. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.03.001

Cózar-Gutiérrez, R., De Moya-Martínez, M. V, Hernández-Bravo, J. A., & Hernández-Bravo, J. R. (2016). Conocimiento y Uso de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) según el Estilo de Aprendizaje de los Futuros Maestros. Formación Universitaria, 9(6), 105–118. https://doi.org/10.4067/S0718-50062016000600010

Crosetti, B. de B., & Ibáñez, J. M. S. (2016). La Investigación Basada en Diseño en Tecnología Educativa. Revista Interuniversitaria de Investigación En Tecnología Educativa, 0(0), 44–59. https://doi.org/10.6018/riite2016/260631

DeJuan, A., & Legarda, I. (2016). TICS docente. Arte y Políticas de Identidad, 14, 97–108.

Del Moral Pérez, M. E., Villalustre Martínez, L., & Neira Piñeiro, M. R. (2017). Competencias comunicativas y digitales impulsadas en escuelas rurales elaborando digital storytelling. Aula Abierta. https://doi.org/10.17811/rifie.45.2017.15-24

Espino, E. E., & González, C. S. (2015). Estudio sobre diferencias de género en las competencias y las estrategias educativas para el desarrollo del pensamiento computacional. Revista de Educación a Distancia (RED). https://doi.org/10.6018/red/46/12

Hsu, C. C., & Wang, T. I. (2018). Applying game mechanics and student-generated questions to an online puzzle-based game learning system to promote algorithmic thinking skills. Computers and Education, 121(August 2017), 73–88. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.02.002

Jiménez, Á., Hugo, G., & García, Á. (2010). Minería de Datos en la Educación. Retrieved from http://www.it.uc3m.es/~jvillena/irc/practicas/10-11/08mem.pdf

Liang, H., Li, J., & Long Guilu, &. (2010). Eavesdropping in a quantum secret sharing protocol based on Grover algorithm and its solution †. Research Paper. SCIENCE CHINA Physics, Mechanics & Astronomy, 53(3), 491–495. https://doi.org/10.1007/s11433-010-0145-7

Omar Pérez Narváez, H., & Roig-Vila España, R. (2015). Entornos de programación no mediados simbólicamente para el desarrollo del pensamiento computacional. Una experiencia en la formación de profesores de Informática de la Universidad Central del Ecuador. RED-Revista de Educación a Distancia, , (9), 46. https://doi.org/10.6018/red/46/9

Payas, V., & Isaias, J. (2017). propuesta práctica del examen complexivo tema : Aprendizaje De Fundamentos De Programación A Través De Scratch Autores : Matute Romero Luis Antonio Acompañante : Ing . Lissett Arèvalo Gamboa Msc .

Peñaherrera, M. (2011). Evaluación de un programa de fortalecimiento del aprendizaje basado en el uso de las TIC en el contexto ecuatoriano. Revista Iberoamericana de Evaluación Educativa, 4(2), 72–91. https://doi.org/10.15366/riee

Pérez, H. O., & Roig-Vila, R. (2015). Entornos de programación no mediados ... Revista de Educación a Distancia, 0(46). Retrieved from http://revistas.um.es/red/article/view/240301/182981

Rodríguez, M. Á. (2017). Desarrollo del pensamiento computacional en educación primaria : una experiencia educativa con scratch, 45–64.

Santín, D. (2006). La medición de la eficiencia de las escuelas: una revisión crítica. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/28121580

Sanz Arazuri, E., Ponce, A., & Elizondo, L. (2010). claves en la aplicación del algoritmo chaid. un estudio del ocio físico deportivo universitario (Vol. 19). Retrieved from https://ddd.uab.cat/pub/revpsidep/19885636v19n2/19885636v19n2p319.pdf

Tapia, L. S., & Zambrano, J. O. (2017). Estrategia de enseñanza para el desarrollo de habilidades a través de la programación empleando herramientas interactivas. Espirales Revista Multidisciplinaria de Investigación, 11(2550–686), 19–23.

Tondeur, J., Aesaert, K., Prestridge, S., & Consuegra, E. (2018). A multilevel analysis of what matters in the training of pre-service teacher's ICT competencies. Computers and Education, 122(May 2017), 32–42. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.03.002

Vidal, C. L., Cabezas, C., Parra, J. H., & López, L. P. (2015a). Experiencias prácticas con el uso del lenguaje de programación scratch para desarrollar el pensamiento algorítmico de estudiantes en Chile. Formacion Universitaria, 8(4), 23–32. https://doi.org/10.4067/S0718-50062015000400004

Vidal, C. L., Cabezas, C., Parra, J. H., & López, L. P. (2015b). Experiencias Prácticas con el Uso del Lenguaje de Programación Scratch para Desarrollar el Pensamiento Algorítmico de Estudiantes en Chile. Formación Universitaria, 8(4), 23–32. https://doi.org/10.4067/S0718-50062015000400004

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

Recebido/Submission: 25/11/2018
Aceitação/Acceptance: 10/12/2018

La Gestión de Innovación Tecnológica al Sistema de Citas del IESS: Caso de Estudio Demora en el Diagnóstico y Tratamiento de Apendicitis Aguda en Machala

Diego Orlando Lanchi Zuñiga[1], Víctor Guillermo Lanchi Zuñiga[2], Esther Catalina Campoverde Guzmán[3], Manuel Fernando Ganan Romero[4]

dlanchi@utmachala.edu.ec, vlanchi@utmachala.edu.ec, katycampoverde@hotmail.com, mganan@utmachala.edu.ec

[1] Universidad Técnica de Machala, 070102, Machala, Ecuador

[2] Universidad Técnica de Machala, 070102, Machala, Ecuador

[3] Universidad Técnica de Machala, 070102, Machala, Ecuador

[4] Universidad Técnica de Machala, 070102, Machala, Ecuador

Pages: 210–220

Resumen: Este artículo muestra la gestión tecnológica para agendar citas en el seguro social ecuatoriano y los problemas que existe. Objetivo. Determinar el uso y percepciones hacia las tecnologías de información y comunicación (TIC), en la demora en atención a los usuarios del seguro social. Materiales y métodos. Se evaluó a 47 personas que se identificó las demoras en el diagnóstico y la realización de la cirugía en los pacientes diagnosticados de apendicitis aguda. Resultados. Se procedió al procesamiento de datos a partir de la aplicación de varias técnicas estadísticas para demostrar su utilidad y futuras recomendaciones. Conclusión. Indican que el tiempo de espera prolongado aumento la morbimortalidad en los pacientes del seguro social ecuatoriano.

Palabras-clave: gestión tecnológica; demoras en el diagnóstico; morbimortalidad; apendicitis aguda.

The Management of Technological Innovation to the Appointment System of the IESS: Case Study Delay in the Diagnosis and Treatment of Acute Appendicitis in Machala

Abstract: The technological management for scheduling appointments in Ecuadorian social insurance and the problems that exist. Objective. Determine the use and perceptions towards information and communication technologies (ICT), in the delay in attention to social security users. Materials and methods. We evaluated 47 people who identified delays in diagnosis and performing surgery in patients diagnosed with acute appendicitis. Results We proceeded to the processing of data from the application of various statistical techniques to demonstrate

its usefulness and future recommendations. Conclusion. They indicate that the prolonged waiting time increased the morbidity and mortality in the Ecuadorian social security patients.

Keywords: Technology management; delays in diagnosis; morbidity and mortality; acute appendicitis

1. Introducción

El instituto ecuatoriano de seguridad social es la institución del Estado creada para garantizar la salud de sus afiliados a través de su red de clínicas y hospitales, pero que en la medida que la base de afiliados a aumentado el sistema hospitalario ha visto reducida su capacidad de atención, ante lo que ha adoptado estrategias tendientes a establecer convenios con centros de salud privados pero que sin embargo se presentan dificultades para la asignación de las citas médicas lo que afecta al estado de bienestar de los usuarios y a la imagen institucional del IESS(Rojo Pérez et al., 2018).

La apendicitis aguda entidad clínica causada por la obstrucción del apéndice de resolución quirúrgica más frecuente de la emergencia en las instituciones de salud. Que necesita un diagnóstico oportuno y una cirugía oportuna para no contribuir a la presencia de complicaciones que aumentarían la morbimortalidad de los pacientes al transformar una apendicitis aguda en una peritonitis (Velásquez Hawkins et al., 2007).

Hay avances en algunas áreas como la cobertura de los servicios básicos de salud, esta se ha ampliado en cuestión de servicio, pero no en calidad, en el país y la provincia no es suficiente, no abastece a todos los usuarios, este servicio no solo es para el afiliado si no que hacen uso de ella los hijos menores de dieciocho años y los conyugues (Asociación Colombiana de Cirugía, 2011)

Por ello el equipo médico debe sospecha el diagnóstico en todo dolor abdominal. Las demoras establecidas en la atención médica en la emergencia son varias, entre ellas: demora en atención inicial, demora en realización de exámenes de sangre y pruebas imagenológicos, demora en la valoración por el cirujano, la falta de quirófano disponible. Por ello el estudio propone identificar las principales causas de demora entre la llegada del paciente hasta la realización de la cirugía (de Quesada Suárez, Ival Pelayo, & González Meriño, 2015)

La apendicitis aguda es la inflación del apéndice cecal causada por la obstrucción del mismo que en fases terminales se necrosa y perfora. Charles Mc Burney describió el cuadro clínico más frecuente de la apendicitis. Representando hasta el 48% de los ingresos quirúrgicos por urgencia no traumática. Se presenta sobre todo en la segunda y tercera década de la vida. La Mortalidad va del por esta patología 0.1 % al 5% en las no complicadas y hasta el 40% en las complicadas (Reyes-García et al., 2012).

El diagnóstico oportuno se basa en la sospecha diagnostico en todo dolor abdominal, teniendo presente factores que van a dificultad de diagnóstico, como edades extremas, menores de 5 años y mayores de 65 años, la presentación clínica atípica aumenta las complicaciones en un 50%, deficiente comunicación con el enfermo y la falta de colaboración en el examen físico; el uso de analgésicos antiinflamatorios sobre todo en niños. El diagnóstico clínico preciso preoperatorio es del 85%, es decir, que la tasa

de diagnóstico erróneo es del 15%. Por ello se usan escalas como la de Alvarado que ha demostrado fiabilidad y fácil aplicación (Carlos, González, García Álvarez, & Trejo Téllez, 2009).

Los exámenes solicitados son hemograma para encontrar leucocitosis con desviación a la izquierda, es decir un Gibson positivo. Los estudios imagenológicos como la ecografía tiene una alta sensibilidad (84 al 96%) y especificidad (94 al 98%) en la apendicitis aguda; la tomografía axial computarizada está reservada para cuadros clínicos dudosos con una alta especificidad.

Existen tres clases de demora: 1) en la búsqueda de ayuda, 2) en alcanzar la ayuda y 3) en el diagnóstico y tratamiento. Las principales causas de la primera demora fueron: la falta de decisión en buscar ayuda al momento de la complicación (79%) y no reconocer los signos de alarma de la complicación (82.1%). La segunda demora se debió, principalmente, a la falta de transporte (92.3%) al momento del traslado a otro hospital. La tercera demora se relacionó con la baja calidad del cuidado en los servicios de salud (63%).

2. Materiales y métodos

Objeto de estudio de esta investigación está centrado identificar las demoras en el diagnóstico y la realización de la cirugía en los pacientes diagnosticados de apendicitis aguda

Campo de estudio es la atención de los pacientes con apendicitis aguda en la emergencia. Determinar las principales causas de demora en el diagnóstico y tratamiento quirúrgico de apendicitis aguda en el Hospital General del Instituto de Seguridad Social de la ciudad de Machala, periodo enero- junio del 2015.

Establecer la frecuencia de casos de apendicitis aguda en el periodo de estudio.

Identificar frecuencia de demora en el diagnóstico y tratamiento de los pacientes atendidos en la emergencia del Hospital General del Instituto de Seguridad Social de la ciudad de Machala.

Es un estudio descriptivo, retrospectivo, basado en la revisión de las historias clínicas en el programa S-400 de los pacientes atendidos e intervenidos quirúrgicamente en el hospital IESS Machala, durante el periodo 1 de enero a junio del 2015

El universo de estudio está formado por 41pacientes intervenidos quirúrgicamente por apendicitis aguda en el hospital de Instituto de Seguridad Social de la ciudad de Machala que cumplieron los criterios de inclusión: a) diagnosticado e intervenido quirúrgicamente por apendicitis aguda en el hospital IESS Machala periodo de estudio. Y exclusión: ha sido transferido a institución de convenio u otra de mayor complejidad para su intervención (Weber, Cecilia, & Sanz, 2005).

3. Resultados

Los 47 pacientes operados de apendicitis aguda, la edad media es de 24 años con un rango de 78 años (2 a 80 años). Tiempo de evolución preoperatoria es de 23 horas con

un rango de 67 (5 a 72 horas) y el tiempo de espera hospitalaria desde el ingreso hasta la iniciación de la cirugía tiene una media de 8.8 horas con un rango de 15 (3 a 18 horas). Evidenciado en la siguiente tabla 1

Estadistico	Edad	Tiempo de Evolucion Real	Tiempo Espera Horas
Media	24.38	23.08	8.872
Error estandar	3.149	2.693	0.622
Mediana	16	18	8
Moda	10	8	6
Desviacion Estandar	21.59	18.46	4.26
Rango	78	67	15
Minimo	2	5	3
Maximo	80	72	18

Tabla 1 – Estadísticos Descriptivos

Existen dos modas que son 8 y 12 horas de espera, que están ubicadas en el grupo de menos de 24 horas de evolución de los síntomas, en el grupo de 24 a 48 horas de evolución la moda de grupo es 25 horas y el grupo de más de 48 horas la moda es de 60 horas(Alcivar, Blanc, & Calderon, 2018).

La apencitis aguda se presentó más en las mujeres que representan 61% y los hombres 3l 38%.

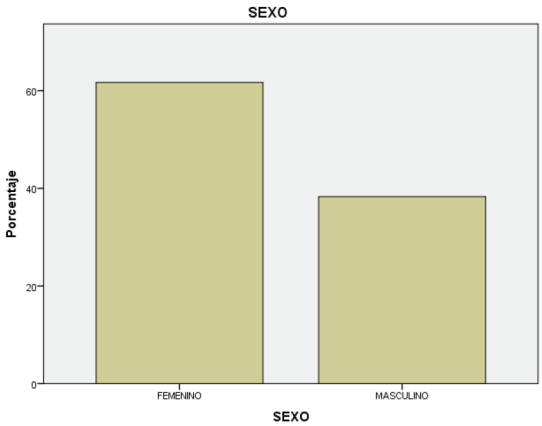


Figura 1 – Variable Sexo

Todos los pacientes intervenidos quirúrgicamente tienen confirmación de apendicitis aguda en sus diferentes estadios, ingresaron con diagnóstico inicial más del 82% como apendicitis aguda y solo un 18% como abdomen agudo es decir de causa no bien establecida(Alcívar Trejo, Calderón Cisneros, & Raffo Babici, 2018).

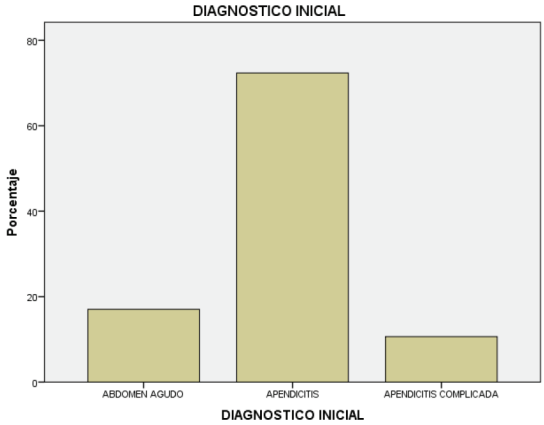


Figura 2 – Diagnóstico Inicial

La mayor parte del cuadro se apendicitis aguda confirmada con patología estuvo en estadio inflamatorio, observando además que un buen porcentaje 14% se confirma la perforación es decir una apendicitis aguda complicada.

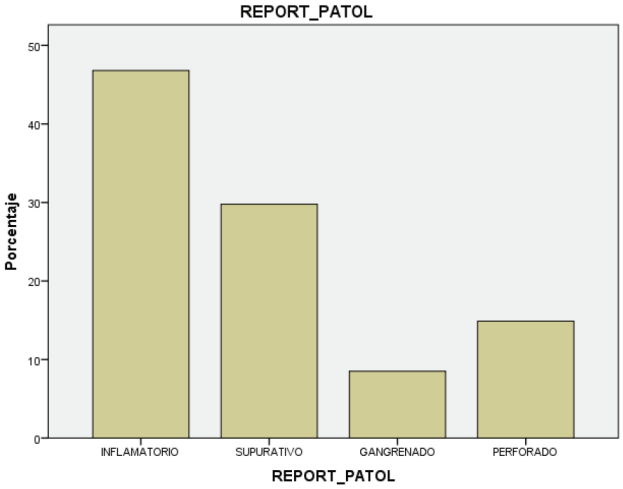


Figura 3 – Reporte Patología

Un 10 % de los pacientes fueron re intervenidos por diferentes causas

De los 47 pacientes intervenidos quirúrgicamente existió un fallecimiento que representa 2.12% de los investigados

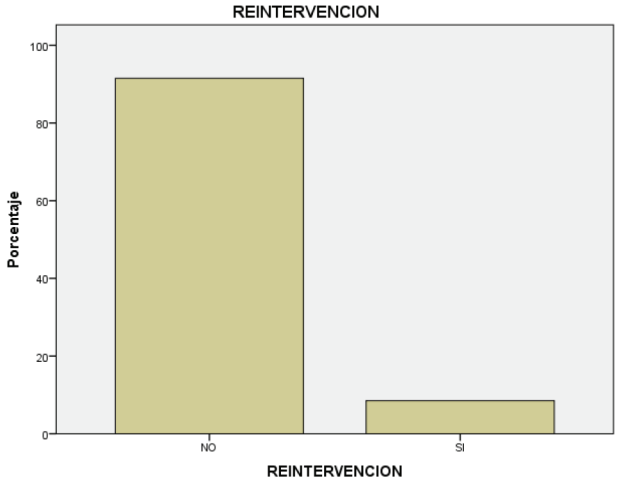


Figura 4 – Re intervención

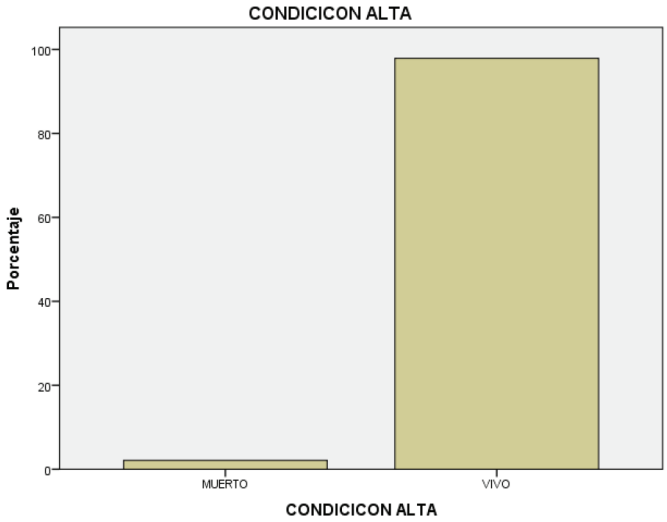


Figura 5 – Condición Alta

El 34% de las pacientes intervenidas quirúrgicamente presentaron un tiempo prolongado de espera intrahospitalaria y de ellas el 65% son mujeres, evidenciado en la siguiente tabla 2.

El 34% de los operados tuvieron un tiempo prolongado de espera y de ellos el 25% fueron re intervenidos, con una p de 0.004, evidenciado en la siguiente tabla 3.

Re intervención	TP_No	TP_Si	Total
No	31	12	43
Si	0	4	4
Total	31	16	47

Tabla 2 – Re intervención*Tiempo_Prol Tabulación Cruzada

Prueba	Valor	Gl	Sig. asintótica (2 caras)	Sig. exacta(2 caras)	Sig. exacta (1 cara)
Chi-cuadrado de Pearson	8,471a	1	,004		
Corrección de continuidadb	5,564	1	,018		
Razón de verosimilitud	9,366	1	,002		
Prueba exacta de Fisher				,010	,010
N de casos válidos	47				

2 casillas (50,0%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es 1,36. Sólo se ha calculado para una tabla 2x2.

Tabla 3 – Pruebas de chi-cuadrado

El 48.4% de los operados el resultado de patología es encontraron apéndices inflamados. Pero llama la atención que 14.8 tenían un apéndice perforado y todos es decir el 100% de ellos tuvieron un tiempo prolongado de espera, evidenciado en la siguiente tabla 4.

Tiempo_Prol	Inflamatorio	Supurativo	Cangrenado	Perforado	Total
No	18	10	3	0	31
Si	4	4	1	7	16
Total	22	14	4	7	47

Tabla 4 – Reporte Patología

El 65.72 % de los pacientes con apéndices aguda con un tiempo de evolución inferior a las 24 horas tenía una apendicitis aguda no complicada, con peroración de 0%. El 8.48% de los pacientes que tenían una evolución de 24 a 48%, tenían apéndice perforado y del que tenía más 48 horas de evolución la perforación es de 6.36%. De todos los pacientes operados con una evolución de más de 24 horas devolución el 43.75 presentaron un apéndice perforado, evidenciado en la siguiente tabla 5.

Del 34.28 % (16) de los pacientes con apéndices aguda con tiempo prolongado de espera, de ellas 43.75% (7) pacientes presento perforación. Se evidencia que el 100% de pacientes que presentaron apéndice perforado tuvieron tiempo prolongado de espera, evidenciado en la siguiente tabla 6.

Report_Patol	Menos de 24 Horas	24 a 48 Horas	Mas de 48 Horas	Total
Inflamatorio	18	1	3	22
Supurativo	10	3	1	14
Cangrenado	3	0	1	4
Perforado	0	4	3	7
Total	31	8	8	47

Tabla 5 – Tiempo de Evolución

Report_Patol	No	Si	Total
Inflamatorio	18	4	22
Supurativo	10	4	14
Cangrenado	3	1	4
Perforado	0	7	7
Total	31	16	47

Tabla 6 – Tiempo Prolongado

4. Conclusiones

La apendicitis aguda se presenta principalmente de segunda y tercera década de vida, en el estudio la edad media es de 24 años con un rango de 78 años (2 a 80 años), la edad media es superior a la encontrada por De la Cruz la edad promedio fue de 33.19 años (DS: 13.72 años) rango de 15 a 69 años. Es más frecuente en las mujeres que representan 61%, difiere con el estudio De la Cruz en donde el 68.9% correspondieron al sexo masculino.

Ponce De León-Ballesteros, et al. (2018), dice que no podemos influir directamente entre el tiempo que inicia los síntomas y la decisión de busca de atención médica, pero si en la demora de atención médica en esta caso tiempo desde que llega a la emergencia hasta que es intervenido(Ferrer Robaina, Clavijo Torres, Zayas Díaz, Mesa Izquierdo, & Susén Suárez, 2018), la demora en la intervención se ve influenciado por el criterio del médico que valora al paciente, al no tener el criterio de reconocer los signos de diagnóstico y de alarma del cuadro clínico de apendicitis aguda(Becerra Coral, Gomez Ceron, & Delgado Bravo, 2018).

En el estudio el tiempo de evolución preoperatoria desde que inician los síntomas hasta que es atendido es de 23 horas con un rango de 67 (5 a 72 horas) es inferior a la de Pérez que en 280 pacientes operados por apendicitis aguda. Se observó un tiempo de evolución prolongado antes de la consulta en urgencia (41,3 ± 43,4 horas)

La espera en la emergencia para la cirugía que no debe ser superior a 12 horas después del diagnóstico, porque tiempo superior aumenta la posibilidad de complicaciones

(Robaina, Torres, Díaz, Izquierdo, & Suárez, 2018). En el estudio el tiempo de espera hospitalaria desde el ingreso hasta la iniciación de la cirugía tiene una media de 8.8 horas con un rango de 15 (3 a 18 horas). Que es superior mal encontrado por Carvajal que encontró una media en urgencias de 6.9 horas cuando atendió un emergenciólogo en donde tiempo para ser llevados a cirugía en promedio fue de 14,4 ± 15,4 horas.

El paciente debe ser atendido en la emergencia delos hospitales para un diagnóstico oportuno y un tratamiento adecuando, como lo sostiene López al decir que hay que garantizar que el paciente reciba la intervención necesaria en el momento necesario (Marmo, Vaccaro, & Kohn, 2016). El tiempo de espera hospitalaria para la cirugía está establecida en el 34.28 %; de los pacientes con apéndices aguda con tiempo prolongado de espera, de ellas 43.75% pacientes presento perforación. Se evidencia que el 100% de pacientes que presentaron apéndice perforado tuvieron tiempo prolongado de espera.

Lo que coincide con las Guías de la OMS que afirman las demoras para realizar la cirugía aumentan la posibilidad de complicaciones evitables, el disminuirlas se traducirá en mejorando la calidad de atención cumpliendo además las recomendaciones de cirugía segura (Da Silva, Rodríguez, Delgado, Navarro, & Sosa, 2016)

La demora del manejo quirúrgico fue la auto medicación, seguido por la no disponibilidad de sala de operaciones y la presentación atípica del cuadro clínico respectivamente (Fundación Index. & SPARC (Organization), 2004). Según Suarez y Dueña las complicaciones por la demora pueden ser evolucionar a una peritonitis, y aumenta las posibilidades de complicaciones postoperatorias (Eras Carranza, Avila Fernández, Cedillo Pacheco, & Pacheco, 2018). Pérez concluyo la infección del sitio operatorio en apendicitis aguda en esta institución está dentro de los valores esperados, a pesar de las dificultades en el acceso, la demora en la atención y la gran frecuencia de presentación complicada (51,8%).

En el estudio el 34% de las pacientes intervenidas quirúrgicamente en nuestro estudio presentaron un tiempo prolongado de espera intrahospitalaria y de ellas el 65% son mujeres ("OMS | Ecuador," 2018)

El sistema de clínicas y hospitales del IESS presenta serias disfuncionalidades para la asignación de citas requeridas por los afiliados que acuden en busca de atención para solucionar sus problemas de salud

Los 47 pacientes operados de apendicitis aguda, la edad media es de 24 años, el 61% son mujeres; con un tiempo de evolución preoperatoria es de 23 horas y el tiempo de espera hospitalaria desde el ingreso hasta la iniciación de la cirugía tiene una media de 8.8.

El 34% de las pacientes intervenidas quirúrgicamente presentaron un tiempo prolongado de espera intrahospitalaria, de ellos el 25% fueron reintervenidos.

Se tienen que implementar sistemas ágiles de intercambio de información inteligente con el uso de las TIC´S para garantizar la atención inmediata a los afiliados que obligadamente tienen que acudir a las clínicas del IESS en busca de atención a sus dolencias

El 14.8% tenían apéndice perforado y todos tuvieron tiempo de espera prolongado. Es decir, el tiempo de espera prolongado aumento la morbimortalidad.

Referencias

Alcivar, C., Blanc, G., & Calderon, J. (2018). Aplicación de la ciencia forense en los delitos informáticos en el Ecuador y su punibilidad. Revista ESPACIOS, 39(42). Retrieved from http://www.revistaespacios.com/a18v39n42/18394215.html

Alcívar Trejo, C., Calderón Cisneros, J., & Raffo Babici, V. (2018). Life Quality Protection Rights for Elderly People. Communities of Posorja and Puna. Persona y Bioética, 22(1), 90–102. https://doi.org/10.5294/pebi.2018.22.1.7

Asociación Colombiana de Cirugía, J. M. B. L. F. M. F. G. (2011). Revista colombiana de cirugía. Revista Colombiana de Cirugía (Vol. 26). Asociación Colombiana de Cirugía. Retrieved from https://www.redalyc.org/html/3555/355534527009/

Becerra Coral, L. E., Gomez Ceron, L. N., & Delgado Bravo, A. I. (2018). Revista de gastroenterología del Perú órgano oficial de la Sociedad de Gastroenterología del Perú. Revista de Gastroenterología del Perú (Vol. 38). Sociedad de Gastroenterología del Perú. Retrieved from http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1022-51292018000300007&script=sci_arttext&tlng=en

Carlos, R., González, R., García Álvarez, J., & Trejo Téllez, R. (2009). Apendicitis aguda: Revisión de la literatura. Rev Hosp Jua Mex (Vol. 76). Retrieved from http://www.medigraphic.com/pdfs/juarez/ju-2009/ju094g.pdf

Da Silva, L., Rodríguez, A., Delgado, J. M., Navarro, R., & Sosa, E. (2016). Laparoscopic In Bladder Perforation Peritonitis. Cirugia Paraguaya, 40(1), 21–24. https://doi.org/10.18004/sopaci.2016.mayo.21-24

de Quesada Suárez, L., Ival Pelayo, M., & González Meriño, C. L. (2015). Revista Cubana de Cirugia. Revista Cubana de Cirugía (Vol. 54). Centro Nacional de Informacion de Ciencias Medicas. Retrieved from http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0034-74932015000200004&script=sci_arttext&tlng=en

Eras Carranza, J. E., Avila Fernández, K. S. S., Cedillo Pacheco, Y. L., & Pacheco, Y. L. C. (2018). Accidentes laborales durante la práctica clínica en estudiantes de la carrera de enfermería. Enfermería Investiga: Investigación, Vinculación, Docencia y Gestión, 3(2, Jun), 85–94. https://doi.org/10.29033/ei.v3n2.2018.06

Ferrer Robaina, H., Clavijo Torres, R., Zayas Díaz, L., Mesa Izquierdo, O., & Susén Suárez, R. (2018). Revista Cubana de Cirugia. Revista Cubana de Cirugía (Vol. 57). Centro Nacional de Informacion de Ciencias Medicas. Retrieved from http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-74932018000200003

Fundación Index., R. A., & SPARC (Organization). (2004). Index de enfermería. Index de Enfermería (Vol. 13). Fundación Index. Retrieved from http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1132-12962004000100009

Marmo, G., Vaccaro, C., & Kohn, G. (2016). Archivos de pediatría del Uruguay órgano oficial de la Sociedad Uruguaya de Pediatría. Archivos de Pediatría del Uruguay (Vol. 87). Sociedad Uruguaya de Pediatría. Retrieved from http://www.scielo.edu.uy/scielo.php?pid=S1688-12492016000100006&script=sci_arttext

OMS | Ecuador. (2018). WHO. Retrieved from http://www.who.int/countries/ecu/es/

Ponce De León-Ballesteros, G., Pérez-Soto, R., Zúñiga-Posselt, K., & Velázquez-Fernández, D. (2018). Presentación clínica de la apendicitis aguda en pacientes inmunocomprometidos por diabetes o VIH/sida. Gac Med Mex, 154, 473–479. https://doi.org/10.24875/GMM.17003839

Reyes-García, N., Zaldívar-Ramírez, F. R., Cruz-Martínez, R., Sandoval-Martínez, M. D., Gutiérrez-Banda, C. A., & Athié-Gutiérrez, C. (2012). Cirujano General. Cirujano general (Vol. 34). [publisher not identified]. Retrieved from http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-00992012000200002

Robaina, H. F., Torres, R. C., Díaz, L. Z., Izquierdo, O. M., & Suárez, R. S. (2018). Revista cubana de cirugía. Revista Cubana de Cirugía (Vol. 57). Editorial Ciencias Médicas. Retrieved from http://www.revcirugia.sld.cu/index.php/cir/article/view/641/322

Rojo Pérez, N., Valenti Pérez, C., Martínez Trujillo, N., Morales Suárez, I., Martínez Torres, E., Fleitas Estévez, I., ... Sierra González, V. G. (2018). Ciencia e innovación tecnológica en la salud en Cuba: resultados en problemas seleccionados. Revista Panamericana de Salud Pública, 42, 1–11. https://doi.org/10.26633/RPSP.2018.32

Velásquez Hawkins, C., Aguirre Machado, W., Valdivia Béjar, C., Ruiz Adarmes, M., Cornejo Mozo, C., Torres Cava, M., ... Carrasco Oré, A. (2007). Revista de gastroenterología del Perú órgano oficial de la Sociedad de Gastroenterología del Perú. Revista de Gastroenterología del Perú (Vol. 27). Sociedad de Gastroenterología del Perú. Retrieved from http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1022-51292007000300006

Weber, M. A. R., Cecilia, D., & Sanz, R. (2005). INP Perforación intestinal idiopática. tt Acta Pediatr Mex (Vol. 26). Retrieved from www.revistasmedicasmexicanas.com.mx

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

Recebido/Submission: 20/10/2018
Aceitação/Acceptance: 02/12/2018

Innovación tecnológica para el desarrollo socio económico de MIPYMES de la zona sur de Manabí

Jenny Elizabeth Parrales Reyes[1], Dayan Alejandra Nieto Parrales[2], Diana Katiuska Peña Ponce[3], Maritza Sandra Pibaque Pionce[4], Martha Lorena Figueroa Soledispa[5]

jenny.parrales@unesum.edu.ec,jdayan.nieto@unesum.edu.ec,diana.pena@unesum.edu.ec, m1_aritza@hotmail.com, figueroasoledispa@gmail.com

[1,2,3,4,5] Universidad Estatal del Sur de Manabi, E482, Jipijapa, Ecuador.

Pages: 221–233

Resumen: La investigación Innovación tecnológica para el desarrollo socio económico de Mipymes de la zona sur de Manabí, tuvo como objetivo analizar el impacto de la administración de negocios e innovación tecnológica en las Mipymes de la zona sur de Manabí. El tipo y el diseño de investigación empleado es descriptivo, no experimental, los instrumentos y técnicas permitieron identificar la relación entre las variables. Los resultados destacan que la mayor parte de los microempresarios desarrollan una limitada planificación y que ejecutan sus actividades productivas con baja tecnología. Una de las características de las Mipymes es que sus integrantes son miembros de una misma familia. Luego de la investigación de campo e institucional se llegó a la conclusión que la implementación de la administración e innovación de negocios en las Mipymes mejorará el desarrollo socio económico regional de la zona sur de Manabí, esto justifica la ejecución de la propuesta.

Palabras clave: Innovación tecnológica, Mipymes, desarrollo, competitividad, economía.

Technological innovation for the economic partner development of MIPYMES of the southern area of Manabí

Abstract: The research Technological innovation for the socio-economic development of Mipymes in the southern area of Manabí, aimed to analyze the impact of business administration and technological innovation in Mipymes in the southern area of Manabí. The type and design of research used is descriptive, not experimental, the instruments and techniques allowed to identify the relationship between the variables. The results highlight that most of the microentrepreneurs develop a limited planning and that they execute their productive activities with low technology. One of the characteristics of Mipymes is that their integrants are members of the same family. After the field and institutional research, it was concluded that the implementation of business administration and innovation in MSMEs will improve the socio-economic development of the southern area of Manabí, which justifies the execution of the proposal.

Keywords*: Technological innovation, Mipymes, development, competitiveness, economy.*

1. Introducción

En la actualidad no se habla de empresas para producir eficientemente, sino de empresas organizadas para generar conocimiento y aplicarlo en beneficio de la sociedad. (Porter, 1992) avizoró este nuevo paradigma y vaticinó cómo la gestión empresarial del siglo XXI impulsaría el incremento de la productividad del trabajo del conocimiento y del trabajador del conocimiento, cuyo escenario para el aprendizaje es la misma empresa.

Economías desarrolladas como Japón, Corea del Sur, Malasia, Singapur, Taiwán, Hong Kong y China demuestran que parte de su crecimiento económico se debe al alto índice de Pymes, los gobiernos de los países emergentes cambian su percepción y empiezan a tomar medidas para fortalecer este sector productivo e impulsarlo hacia un modelo de negocio más productivo y formal. (Villegas,2010)

Ejemplos de otras latitudes y la misma era postindustrial, traen consigo una nueva percepción del mundo que exige que las empresas modifiquen su estructura organizacional y abandonen aquellas viejas prácticas en donde la codificación de conocimientos se limitaba solamente a un conjunto de procedimientos y rutinas que operaban como recetas y estaban desprovistas de creatividad e innovación. Este nuevo enfoque empresarial convierte la producción del conocimiento en el camino esencial para avanzar hacia un modelo empresarial más competitivo. (Locke, 1991)

En Ecuador, del mismo modo que en los países asiáticos, el sector de las Mipymes representa más del 90% del parque empresarial nacional y se reconocen por ser las principales propulsoras de la economía nacional. (Sión, 2013). De igual forma, el Banco Mundial las define como la columna vertebral de la economía. No obstante, estos resultados tan positivos en las economías emergentes exigen que las Pymes orienten su modelo de negocio hacia la competitividad y para lograrlo necesariamente deben crear alianzas estratégicas con el gobierno y el sector productivo y educativo, esto con el fin de responder a las exigencias del nuevo entorno económico.

Los constantes cambios de los mercados, los productos y los competidores se transforman tan rápido que las organizaciones ecuatorianas difícilmente responden a las nuevas circunstancias, por lo que resulta complejo mantener un nivel de competitividad lo suficientemente sólido y sostenible como para garantizar una posición en el mercado. Bajo esta perspectiva, el Gobierno Nacional reconoce que debe integrar a las Mipymes en el nuevo contexto global, y para ello ha formulado un Plan Social diseñado como un Proyecto de Estado en donde se plantea la necesidad de incrementar el patrón de crecimiento desde una nueva perspectiva económica en donde las Mipymes se conviertan en las propulsoras del crecimiento.

Y en consecuencia, define unas metas entre las que se destacan: “El desarrollo de un modelo empresarial competitivo, científico y tecnológico”, en el cual se identifican algunos retos de grandes magnitudes que debe enfrentar el Gobierno Nacional, tales como la infraestructura, el desarrollo de tecnologías de punta, la mano de obra calificada, las restricciones crediticias para el pequeño empresario y los trámites burocráticos

para poder emprender las acciones que las conduciría hacia las nuevas demandas empresariales.

En este contexto, es notable la falta de administración moderna de las Mipymes ecuatorianas (Micro, Pequeñas y Medianas Empresas) en la actualidad, empresas relativamente pequeñas como las ferreterías, locales de repuestos automotrices, clínicas, entre otros, son el grupo de compañías que no se han aprovechado en el uso eficiente de la tecnología para optimizar sus procesos y para ofrecer mejores servicios al cliente.

Dentro de los principales síntomas que se manifiestan en las Pymes actualmente son: los procesos lentos y desordenados, no cuentan con información actualizada, no poseen un inventario controlado sistemáticamente, existen errores consecutivos en el manejo de información, la falta de una visión gerencial a partir de datos actuales, la deficiente atención al cliente, además de que no existe un seguimiento post-venta para los clientes en base de análisis de datos obtenidos. (Ramos, 2014).

La mayor parte de las microempresas pertenecen al sector del comercio, de servicios, y la manufactura, incluyendo la compra y venta de productos ya elaborados, las mismas que enfrentan dificultades al momento de innovar, el acceso a financiamiento por que la mayoría de los propietarios son de bajos recursos económicos, unido a que su formación académica es de segundo nivel, sumado a esto las Mipymes carecen de una cultura administrativa que no favorece en la búsqueda de la utilidad esperada en cada uno de los proyectos que desarrollan. (Molina,2016).

Este trabajo de investigación hace énfasis como problema central en la dificultad que supone lanzar nuevos productos, servicios, negocios o formas de hacer al mercado, lo que es fundamental para que las estructuras y prácticas de negocios e innovación tecnológicas de las Mipymes auspicien la generación de un flujo constante de posibilidades que redunde en el mercado, por lo tanto mejorar el desarrollo socio económico de la zona sur de Manabí. (Senplades, 2014).

Las empresas apelan a distintas estrategias conocidas; sin embargo, cómo y con quién se pondrá en práctica tales estrategias, es lo que asegura la diferenciación, el valor agregado y el éxito. En este sentido, en la investigación se aborda un modelo de administración de negocios e innovación tecnológica para los sistemas de operaciones de la Mipymes, donde se destaca la gestión de producción con relación a la logística. Este trabajo es resultado de trabajar con un centenar de empresas de distinto tamaño bajo la modalidad de investigación descriptiva.

En particular, el modelo de gestión de operaciones para Mipymes es distinto al de la gran empresa, básicamente por los recursos tecnológicos utilizados, el lenguaje, la estructura y la cultura bajo la cual opera el modelo. Todas las empresas tienen que comprar, transformar, vender y suministrar el bien o el servicio. Por lo tanto, plantear un modelo significa proponer un conjunto de requerimientos y acciones que permiten, de manera sistemática y repetitiva, alcanzar este objetivo.

En lo referente a Dirección y administración de empresas, una buena dirección debe estar íntimamente ligada al nivel de eficiencia con la que directivos o gerentes, desarrollan y ponen en práctica sus estrategias. Los gerentes no pueden ser buenos directivos si sus estrategias son buenas, pero no pueden ser aplicadas; una implantación frágil no

permite que la empresa sea explotada en su verdadera dimensión. Si una organización está bien dirigida es porque se ha formulado una estrategia combinada y adecuada, que ha sido puesta en práctica. Cuanto mejor esté ideada la estrategia de una organización, y cuanto más impecable sea su ejecución, mayor será la oportunidad que la empresa se convierta en líder. A pesar de esto, la implantación de una buena estrategia y su excelente ejecución no aseguran el éxito, y en algunos casos organizaciones bien dirigidas pueden fracasar porque exceden la capacidad de reacción o de dirección de la empresa.

Consecuentemente la esencia de la formulación de una buena estrategia es construir una posición suficientemente fuerte y flexible para producir un resultado de éxito, a pesar de los impredecibles e inesperados factores externos.(Irwin, 1995). Según Thompson y Strickland, hay cinco componentes que relacionados entre sí, permiten que los directivos puedan formular estrategias: desarrollar un concepto del negocio y formular una visión de hacia dónde se necesita dirigir la organización. Con esto lo que se quiere es dar a la organización una finalidad, una dirección a largo plazo y establecer una misión. Transformar la misión en objetivos específicos da resultado. Elaborar una estrategia que logre el resultado planeado. Implantar y poner en práctica la estrategia seleccionada de manera eficiente y eficaz. Evaluar el resultado, revisar la situación e iniciar ajustes correctivos en la misión, los objetivos, la estrategia o la implantación en relación con la experiencia real, las condiciones cambiantes, las ideas y las nuevas oportunidades.

Estos cinco componentes son los que definen a la dirección estratégica. Una misión bien analizada logra que la empresa esté preparada para afrontar el futuro; ella establece su dirección a largo plazo y define una posición específica. Este es el principio de una dirección estratégica. Igualmente los objetivos sirven como guías que ayudan a continuar y vigilar el rendimiento y avance de una organización.

En relación al desarrollo de una visión y de una misión, lo primero que se debe hacer para saber cuál es el camino de una empresa, es preguntarse cuál es el negocio y qué llegará a ser. La respuesta debe ser pensada y desarrollada con mucho detenimiento, porque lo primero que hay que diseñar es una dirección significativa que la organización debe seguir y establecer una fuerte identidad organizativa. Generalmente, la visión que tiene la dirección del futuro de la organización es la misión. La aceptación de la misión entonces va a determinar la evolución y los perfiles futuros de la organización: quiénes son, qué hacen y hacia dónde quieren llegar, por tanto, es importante destacar que toda empresa, todo plan, empieza con una “visión”. (Sallenave, 1994).

Al margen de que se le denomine visión, meta general, misión o agenda, o propósito fundamental, o cualquier otro término semejante, los líderes eficaces admiten su importancia, donde la función fundamental de un líder es formular una visión para la organización y comunicarles ésta a los seguidores.

Locke, cita a varios autores que tratan de definir sobre la visión, y quienes manifiestan: “¿Qué es exactamente la visión? Kouzer y Posner, la definen como una imagen ideal y única del futuro. (Kouses, J. M. & Posner, 1995).Hickman y Silva la describen como excursión mental de lo conocido a lo desconocido, que crea el futuro mediante el montaje de los hechos, las esperanzas, los sueños, los peligros y las oportunidades actuales.(Hickman y Silva , 1984).

Pero al parecer reflejan mejor el sentido del término visión con sus palabras: Para elegir una dirección, es necesario ante todo que el líder haya elaborado una imagen mental del estado futuro posible y deseable de la organización. Esta imagen, que se denomina visión, puede ser tan imprecisa como un sueño o tan exacta como una meta o el enunciado de una misión. (Bennis W. & Nanus,1985). El hecho fundamental es que una visión estructura una imagen de un futuro realista, verosímil y atractivo de la organización, una condición que en ciertos aspectos importantes es mejor que que ahora existe. Una visión es una meta atractiva, una manera distinta de ver las cosas, es la percepción simultánea de un problema y de una solución técnica novedosa.

Analizando sobre la determinación de objetivos, el propósito de establecer objetivos es transformar la declaración de la misión y la dirección de la organización en objetivos específicos de actuación por medio de los cuales se pueda medir el avance de la organización. (Thompson,1995). Se infiere que los objetivos implican reto, decisión de tener resultados que van a requerir de esfuerzos conjuntos y disciplinados. Acortar el resultado real y el deseo lleva a la organización a ser más creativa, a mejorar su resultado financiero y a mejorar su posición como empresa; a emprender acciones específicas de acuerdo a sus intenciones. Se considera también que el establecimiento de objetivos agresivos pero viables ayudan a proteger a la organización contra las desviaciones, la confusión interna, lo primero que se debe hacer y lo que se quiere lograr.

Se hace referencia a los objetivos finanacieros y estratégicos. En cuanto a los financieros son necesarios porque conservan la viabilidad y bienestar de la empresa. El resultado financiero debe ser aceptable. En el caso de unidades de información, éstas no pueden tener resultados financieros tangibles debido a que siempre tienen un balance en contra, mayores egresos que ingresos; no es posible medir el costo o rentabilidad de una información específica utilizada en un determinado contexto o persona.

Los estratégicos son necesarios para proporcionar una dirección consistente que pueda fortalecer a la empresa, se relacionan más directamente con la situación de competencia del mercado, e incluyen patrones de resultado, como crecer con más rapidez que el promedio y aumentar la participación en el mercado, que en este caso, serían los usuarios, fortaleciendo la posición competitiva y empresarial de la organización a largo plazo.

La estrategia como concepto básico, está íntimamente ligado al proceso de dirección estratégica, es a la vez un término polémico. En efecto, su adecuada definición ha motivado grandes debates que no vienen sino a simbolizar la juventud de su estudio. Sin embargo en el caso de empresas que parecen impotentes frente a la competencia que se pueden dar dos tipos de estrategias: una de concentración y otra de eficiencia.

La primera trata de reescribir las reglas del juego, introduciendo cambios estructurales en el sector de modo que sea posible la obtención de ventajas competitivas sostenibles, favoreciendo así la concentración del mismo. Cuando se llega a la conclusión de que ello no es posible, porque se observa que cualquier mejora a introducir no es defendible frente a la competencia, hay que optar por la estrategia de eficiencia. La segunda consiste, en primer lugar, en no cometer errores estratégicos, pretendiendo introducir ventajas competitivas no sostenibles. (Jarillo, 1991). Por bien elaborada que sea, toda estrategia es, en fin de cuentas, una apuesta sobre el futuro. Las acciones planificadas serán eficaces solamente si el entorno evoluciona en la forma prevista. Y, ¿cómo prever

la evolución del entorno en todas sus dimensiones: social, económica, legal, tecnológica, política?

Las técnicas de previsión siguen dos procesos intelectuales posibles: la preferencia y la prospectiva. En un enfoque de preferencia se afirma que el futuro es la continuación del presente, que, a su vez, es la prolongación del pasado. Se perciben los acontecimientos como pertenecientes a una cadena continúa de la cual el presente no es sino un eslabón.

No obstante, se sabe que el futuro es incierto. Algunos acontecimientos son más probables que otros. La noción de probabilidad puede introducirse en la previsión, de dos maneras: asignando a los acontecimientos probabilidades de transición (análisis markoviano), es decir, incorporando la noción de la probabilidad al enfoque de preferencia. El enfoque de prospectiva se opone al de preferencia. En aquél se otorga preeminencia a lo incierto. El futuro no es necesariamente la prolongación del pasado. Existen discontinuidades.

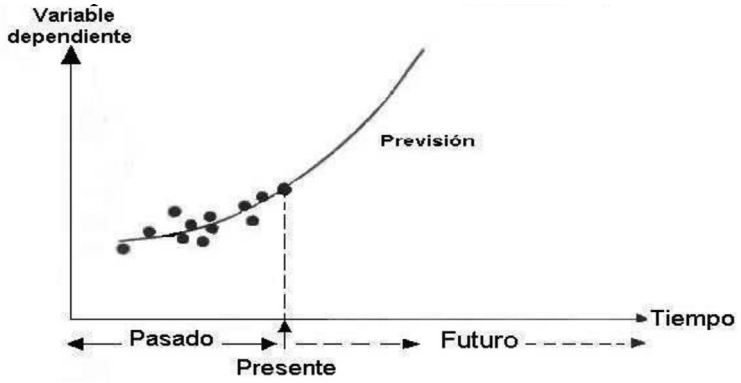


Figura 1 – Análisis de variable

Se hace énfasis a la formulación de una estrategia, como el concepto que ha sido usado y abusado abundantemente en los últimos años. Son tantas las definiciones que se han dado y, en la mayoría de los casos, tan poco operativas, que no es conveniente perder el tiempo en describirla. Según Jarillo "es el modo como la empresa pretende ganar dinero a largo plazo, a través de acciones para asegurarse una ventaja competitiva sostenible, aunque lograr una ventaja competitiva no es fácil porque debe mantener beneficios frente a los competidores, presentes o potenciales y éstos también están a la búsqueda de su ventaja competitiva. Esto obviamente sucede siempre y cuando el sector es favorable y cada uno de los competidores tienen un espacio para él solo que permite el ingreso de otro, algo difícil de conseguir.

Por tanto, el significado implícito, de emplear todos los medios posibles para alcanzar la intención de vencer o neutralizar al competidor (adversario) y poder así alcanzar los propios objetivos para mantenerse en un mercado, refleja una realidad del funcionamiento de las organizaciones modernas de negocios, por lo cual el concepto de estrategia se extendió por su aplicación al lenguaje empresarial. En consecuencia, la estrategia organizacional promueve el compromiso de todos los recursos de la empresa

para poder sobrevivir y desarrollarse dentro de un entorno competitivo y, entonces, no se puede vislumbrar que ésta sea sólo la planeación y direccionamiento de la acción de un área funcional aislada. (Paz, 1988).

Silenciosamente y con un mínimo de discusión, las principales compañías japonesas están adoptando nuevas estrategias mercantiles. Tienen una teoría radicalmente nueva realmente una herejía, según la cual, realizar en el Japón trabajo manual de manufactura constituye una asignación totalmente equivocada de recursos y debilita tanto a la compañía como a la economía nacional. Otra teoría suya igualmente nueva e igualmente radical es que en el mundo desarrollado el liderazgo ya no descansa en el control financiero ni en las tradicionales ventajas de costos, sino en el control del poder intelectual. Estas compañías están reestructurando rápidamente su organización sobre el supuesto de que la ganadora en una economía mundial competitiva será la empresa que acorte más eficazmente la vida útil de sus productos; es decir, la que organice mejor el abandono sistemático de sus propios productos. Y se están alejando de Deming, y de la administración total de calidad para inclinarse a una administración de cero defectos, basada en principios y métodos totalmente distintos. (Drucker, 1994).

Según Thompson, la estrategia es una herramienta gerencial directiva para lograr los objetivos estratégicos, donde el planteamiento de una estrategia lleva consigo el crítico asunto gerencial de cómo lograr los resultados que se han planificado con relación a la situación que se mantiene y a las expectativas de la organización. Los fines son los objetivos y el medio es la estrategia para alcanzarlos.(Thompson, 1995), es que empezar a formular una estrategia se inicia con un análisis de la situación interna y externa de la empresa u organización. Cuando esto se ha realizado, el gerente ya es capaz de idear una estrategia que logre los fines perseguidos; y, una vez que el estratega corporativo ha identificado las debilidades y fortalezas de la empresa o compañía, entonces ya se puede idear un plan de acción que puede considerar: colocar a la institución proporcionando una buena defensa contra la fuerza competitiva; influir en el equilibrio de fuerzas con medidas estratégicas para mejorar la posición de la institución; anticiparse a los cambios que se den en estas fuerzas y responder a ellos, esperando explotar el cambio seleccionando una estrategia apropiada para el nuevo equilibrio competitivo antes de que los opositores se den cuenta de lo que sucede.

Se corrobora que la función de implantar la estrategia consiste en ver qué hace falta para lograr que funcione, la habilidad se encuentra en saber lograr los resultados e implantar la estrategia consiste en una tarea directiva que investiga muchos asuntos internos. Para ejecutar una estrategia, un directivo debe considerar lo siguiente: Crear una organización que permita conseguir que la estrategia a implantarse tenga éxito.

Realizar presupuestos y recursos que permitan atender actividades internas cruciales para el éxito de la estrategia.

Estimular al personal para que se involucre en los objetivos de la institución con energía, con el fin de que se adapte a las exigencias que se requieren para ejecutar con éxito la estrategia.

Establecer recompensas vs. el logro de los resultados obtenidos.

Crear un entorno laboral que permita la implantación de la estrategia con éxito.

Desarrollar un sistema de información y de realización de informes que permita verificar el avance y resultado de la estrategia.

Crear políticas y procedimientos que apoyen la estrategia.

Ejercer el liderazgo interno necesario para impulsar la estrategia, sus mejoras y su ejecución.

El fin de la dirección se encuentra en ir ajustando las formas en que se van haciendo las cosas, a mayor ajuste mejor ejecución de la estrategia. Los más importantes se dan entre: Estrategia y capacidad de la organización, estructura de recompensas, estrategia y políticas y procedimientos internos, y de la cultura de la organización

En cuanto a la clasificación de las pequeñas empresas, resulta difícil y compleja. Primero, porque es muy diversa y se vuelve en extremo difícil tratar de utilizar criterios uniformes para todos los casos. En término genérico comprende una gran diversidad de tipos de empresas; sus definiciones varían entre países y, dentro de cada país, dependen de la institución que las atienda. El criterio de clasificación más común de las pequeñas empresas en países desarrollados y en desarrollo, incluidos los de América Latina, es el número de trabajadores que emplean y las actividades que realizan.

Ley para la Promoción y Desarrollo de la Pequeña y Mediana Industria, los parámetros y las características en cuanto a personal y facturación que deben tomarse en cuenta para clasificar el tamaño de las empresas. Las características que presentan las pequeñas empresas de servicios, para (Anzola, 2002), están:

El capital es proporcionado por una o dos personas que establecen una sociedad.

Es típicamente familiar

La administración de la empresa es independiente, generalmente los gerentes son los propietarios del negocio.

Obtienen algunas ventajas fiscales por parte del Estado.

El ritmo lento con el que van creciendo.

El radio de operaciones es principalmente local, donde los propietarios y empleados se encuentran en la misma región.

El crecimiento de la empresa se genera principalmente a través de la reinversión de sus utilidades.

Flexibilidad al tamaño del mercado.

La selección del personal se realiza a través de una simple e informal entrevista que hace el dueño o algún personal de confianza de la empresa.

La estructura organizativa de las empresas, comprende todas las formas en que se divide el trabajo, es decir, en tareas distintas consiguiendo la coordinación de las mismas. Al respecto, Sáez, A. (2004) y otros, indican que las empresas a partir de cierta dimensión, tienden a organizarse de acuerdo con la delimitación de sus ámbitos de decisión. Los ámbitos de decisión y sus relaciones aparecen delimitados en el organigrama.

Por esto, la estructura de la organización debe definir cada vez con más nitidez la autoridad, las obligaciones y la capacidad de decisión de las diferentes personas que intervienen en la gestión a diversos niveles. Donde, estas estructuras presentan las siguientes características: Clara división del trabajo, jerarquías y reglas y Procedimientos explícitos.

Para toda organización es importante, un diseño organizacional para el desarrollo de las funciones, teniendo en consideración que cada organización es diferente. En este sentido, organizar es el proceso de diseñar estructuras formales del trabajo en una empresa, por medio de la generación de una jerarquía de autoridad y una departamentalización por funciones, que establezcan responsabilidades por áreas de trabajo.

Es importante también señalar, que los organigramas son las representaciones gráficas de las estructuras de las empresas y en lo que a la departamentalización concierne se puede decir, que es agrupar actividades relacionadas con cada área de trabajo, de tal forma que permita la especialización de los responsables.

Ahora bien, las áreas de trabajo de una empresa se conocen como áreas básicas; las más destacables son: Finanzas, producción u operaciones, comercialización o distribución y administración del factor humano o de recursos humanos

Una vez que la organización establece sus grandes áreas y los niveles jerárquicos, se requiere definir las funciones de cada puesto, el cual es la unidad básica de trabajo. Ésta es genérica, cuando señala en forma general lo que se hace en el puesto, o analítica, cuando describe con más detalle las responsabilidades, los procesos y la autoridad. En el caso de las organizaciones pequeñas, ellas poseen gran centralización administrativa porque es normalmente el propietario el que dirige de forma directa todos los procesos de dirección, planificación, control y toma de decisiones.

2. Materiales y métodos

Para sustentar esta investigación se empleó el método bibliográfico, mismo que permitió analizar estudios relacionados con el objeto de estudio, lo que a su vez permite respaldar la información aportando al cumplimiento de los objetivos planteados.

Este estudio, fue de tipo descriptivo con base documental de carácter no experimental, enmarcado en la modalidad de investigación de campo. El análisis de los resultados se organizó de acuerdo al esquema de distribución de los datos presentes en los instrumentos de recolección de los datos.

Para el desarrollo de la investigación se analizaron 258 microempresarios. Los resultados llevaron a la conclusión, que las Mipymes no poseen los recursos financieros, ni una efectiva planificación aunado a la presión de la competencia y a la situación política-económica actual del país.

Finalmente, se diseñó una propuesta fundamentada en el enfoque del cuadro de mando integral como herramienta gerencial que permita planificar los cambios necesarios desde el punto de vista estratégico y lograr así la sobrevivencia ante el entorno económico nacional y, de ese modo, responder a la intensificación de la competencia en el mercado.

3. Resultados

Uno de los aspectos fundamentales en el proceso de fortalecimiento de la institución consiste en perfeccionar un modelo, el cual sirva para evaluar los resultados alcanzados frente a los objetivos planteados.

Entre los resultados principales se logró determinar que el 93% de las Mipymes está integrada por la familia y sólo un 7% es manejada en forma administrativa, es decir se constituyen por familiares esposas hijos entre otros, dentro de este resultado es importante indicar que para lograr triunfar deberán continuamente revisar la validez de los objetivos del negocio, sus estrategias y su modo de operación, tratando siempre de anticiparse a los cambios y adaptando los planes de acuerdo a dichos cambios.

En lo referente a si poseen misión y visión empresarial en las Mipymes, el 79% de los microempresarios indico que no cuenta con estas y solo el 21% declaró si tiene, las empresas en el mundo tienen claro que la misión y visión definen la base de la compañía, representan el por qué y para qué existe dicha firma y todas las líneas laborales se trazan en relación a estas definiciones. En ambos conceptos están las ideologías más arraigadas, los valores y propósitos con los que se articula todo el desarrollo de la organización.

De forma general los microempresarios expresaron que no realizan una planificación completa, existiendo solo un 17% que siempre trabaja de forma planificada, asimismo un 40% de las Mipymes realiza investigaciones relacionadas con la calidad de los servicios ofertados por las mismas, es necesario que los microempresarios comprendan que tanto los productos y servicios, como los procesos para su generación deben ser mejorados de manera continua, sobre todo en este momento de mercados globalizados donde se ven expuestos a la competición con empresas.

Las Mipymes tienen determinadas limitaciones en cuanto a sus proveedores, ya que de forma general solo poseen un único proveedor. Esta situación influye de forma negativa en sus procesos productivos lo que incide en la escasa tecnificación y profesionalismo de las actividades ejecutadas, ya que la dependencia de determinadas materias primas o productos, los cuales por diversas razones puedan ser difíciles o costosos de adquirir, pueden impedir el normal desenvolvimiento de las actividades de la empresa y disminuir sus ingresos.

En las Mipymes el tipo de comunicación que existe es de tipo pasiva, existiendo solo un 39% de microempresarios que valora la comunicación constante. Es importante que el empresario comprenda cómo la información, tanto financiera como de otra índole, debe ser recopilada, analizada, almacenada y entregada a los efectos de tomar decisiones que garanticen la buena marcha del negocio, una comunicación en doble vía posibilita un mejor entendimiento y trabajo en grupo.

El 50% de las Mipymes involucradas en el estudio indica que la innovación se constituye en una fortaleza para su empresa y el otro 50% indicó que la calidad de productos deben ser las fortalezas de las Mipymes. Las empresas que tienen buenos productos o servicios son muchas, pero pocas pueden venderlos si no descubren y aprovechan las oportunidades del mercado a través de una administración de negocios modernos.

Entre las debilidades detectadas destacan los escasos conocimientos de administración, la falta de capacitación, la escasa inversión, el limitado acceso a créditos, baja tecnificación de sus empresas, si este resultado se agrupa en dos puntos estos empresarios reconocen

que ayudará mucho la implementación de un modelo de administración e innovación de negocios para las Mipymes, que le permita seguir adelante y no fracasar en su empresa.

De forma general pequeños empresarios expresan que sus empresas no cuentan con equipos ni herramientas adecuados para su trabajo. La mayor parte de los empresarios actúan por impulso, intuición o experiencia, careciendo de un método sistemático y tecnológico para dar solución a los problemas y adoptar decisiones de manera eficaz y eficiente. Ello es algo que también debe pensar una gran mayoría de los propietarios de empresas.

En relación a la capacitación del personal, los involucrados indican que no provee de procesos de capacitación permanente a sus empleados y mientras un 37% si da importancia a la capacitación. La capacitación fomenta el desarrollo de los conocimientos, los gerentes tratan de prever los posibles factores de riesgo y elaborar planes de capacitación para hacer frente a la competencia. El ritmo de cambio en los negocios es rápido y las organizaciones deben ser capaces de adaptar velozmente sus estrategias a estas condiciones cambiantes.

En el diagnóstico realizado se evidenció que el 72% de los involucrados en sus empresas no cuenta con un plan de capacitaciones y solo un 28% posee este tipo de documentos. Los planes de capacitación ayudan a las organizaciones a obtener mayor fortalezas en relación con los principales competidores. El equipo directivo debe observar las áreas donde los competidores pueden ser vulnerables y luego elaboran planes de capacitaciones para tomar ventaja.

El diagnóstico realizado a los 258 microempresarios reveló que el 41% trabaja de acuerdo a los pedidos recibidos (Sistema de producción y entrega), el 22% a través de reingeniería de procesos que aplican con la maximización de los recursos que poseen (Modelo de reingeniería de procesos), el 8% entregan la producción a comercios establecidos para que sean ellos quienes procedan a la venta al público (Modelo de alianza estratégica) y el 29% trabaja sin ningún modelo específico.

Debido a que desarrollan un menor volumen de actividad, las Mipymes poseen mayor flexibilidad para adaptarse a los cambios del mercado y emprender proyectos innovadores que son una buena fuente generadora de empleo, sobre todo profesionales y demás personal calificado.

El análisis de las Mipymes, coincide con el de Aulestia, ya que año tras año se ha registrado un incremento de estas, tanto como generadoras de empleo como también en su contribución al desarrollo de la economía nacional, registrando un 25% del PIB (Producto Interno Bruto) se pudo conocer que las mismas presentan fortalezas y debilidades como toda organización, a pesar de que son pequeñas. La áreas de mayor importancia y básicamente la base de estas empresa son las de ventas y producción; ya que de ellas depende el proceso de elaboración y colocación del producto o servicio, y la satisfacción que éste genere en el cliente.(Aulestia, 2015).

En lo relacionado con la administración; el dueño de la empresa es quien está al frente de la misma; no cuenta con áreas definidas como ventas, administración, producción y recursos humanos coincidiendo estos resultados con los de Peña (2018). La falta de planes de programas de capacitación, también es una debilidad, esta puede ser las características más resaltantes del personal que de alguna manera puede dificultar la

eficiencia en sus labores al no sentirse motivados y esto puede traer baja productividad al realizar sus operaciones.

Una fuerte presencia de los procesos de transferencia ciencia-tecnología, motivada por las aún incipientes pero ya considerables relaciones de colaboración universidades-centros tecnológicos-empresas ayuda a fortalecer a las Mipymes y por consiguiente al desarrollo de la zona. Coincidiendo con Peña, dado que la implementación de procesos tecnológicos e innovaciones son factores claves para el desarrollo de una microempresa, ya que este aspecto limita la competitividad de la misma. (Peña, 2018).

4. Conclusiones

La ubicación suele ser un factor no tenido debidamente en cuenta a la hora de comenzar determinadas actividades. Ella tiene suma importancia en cuanto a la facilidad de estacionamiento para los clientes, las características del entorno, las especialidades propias de la zona, los niveles de seguridad del lugar, la cantidad de personas que pasan por el lugar, los niveles de accesibilidad entre otros. Ubicarse en el lugar incorrecto en función de la actividad constituye desde un principio un problema. Estar en el mejor lugar comporta mayores gastos en concepto de alquiler y menores niveles de gastos en publicidad; razones éstas, como las anteriormente mencionadas que deben evaluarse convenientemente a la hora de evitar inconvenientes para el emprendimiento de las futuras empresa.

De acuerdo a la investigación realizada se pudo constar que la implementación de un Modelo de administración e innovación de negocios en las Mipymes mejora el desarrollo socio económico, regional de la zona sur de Manabí**.**

El desarrollo del diagnóstico de la investigación reveló que la mayoría de las Mipymes poseen carácter familiar, las mismas ejecutan su proceso productivo con escasa tecnología, limitado acceso al crédito, con bajos conocimientos de planificación, sin embargo los microempresarios reconocen como una ventaja la incorporación de la innovación y mejora de la calidad de sus productos, lo que les permitiría competir y permanecer en el mercado.

Los modelos de gestión, que analizan su variada tipología, sus interacciones y sus distintas manifestaciones, resultan una clara muestra de una búsqueda de enfoques y tecnologías que contribuyan a adquirir algún control sobre el patrimonio intelectual, para viabilizar la gobernabilidad de los procesos de innovación y de las propias organizaciones.

Se verificó empíricamente la viabilidad de aplicar diversos modelos en Mipymes con vocación innovadora, donde los beneficios obtenidos de la aplicación de los modelos, en términos de análisis, reflexión y aprendizaje estratégico, superan holgadamente a los costos originados.

Referencias

Anzola. S. (2002). Administración de pequeñas empresas. 2da. Edición. México.

Aulestia, D. (2015). Las Pymes aportan el 25% del PIB no petrolero. Disponible en https://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/economia/1/las-pymes-aportan-el-25-del-pib-no-petrolero. www.eltelegrafo.com.ec

Bennis W. & Nanus, B. 91985). Leaders the stretegies for taking chrage. New York: Harper and Row

Drucker, P. (1994). Gerencia para el Futuro. Barcelona : Grupo Editorial Norma.

Hickman y Silva (1984). Creating excellence. (Hbk)

Irwin, A. (1995). Citizen science: A study of people, expertise and sustainable development.

Jarillo, J. (1991). Dirección Estratégica. México : McGraw-Hill, 1991.

Kouses, J. M. & Posner. B. Z. (1987)" The leadership challenge. How to get extraordinary things Done in organizations. (1st Ed.). San Francisco : Jossey Bass.

Locke, E.(1991). Estudios sobre el liderazgo . teorías y evaluación. Buenos Aires: Javier Vergara. Editor. S.A.

Molina, D. y Sánchez, A. (2016). Obstáculos para la micro, pequeña y mediana empresa en América Latina. Revista Pymes, Innovación y Desarrollo. Vol. 4, No. 2, Disponible en https://Dialnet-ObstaculosParaLaMicroPequenaYMedianaEmpresaEnAmeri-6353919.pdf

Paz Parra, Jorge Ignacio.(1988) "Planeación y la Dirección Estratégica: Futuro de la Empresa Colombiana" . Revista EAFIT (105)

Peña, D. (2018). Gestión de la innovación en microempresas familiares del sector alimenticio de Jipijapa. Revista Avances. Vol. 20 (2).

Peña, D. (2018). Viabilidad del Modelo de Gestión de la Innovación para Microempresas Familiares del Sector Alimenticio. Revista Global Journal of Management and Business Research: B Economics and Commerce. Vol. 18 (3) Version 1.0

Porter, M. (1992). Estrategia Competitiva. CECSA Rei. 2da.ed. Buenos Aires, Argentina.

Ramos, L. (2014). Propuesta de un modelo de gestión de la innovación para la empresa TTg mexicana. México. Trabajo en opción a master en polítca y gestión del cambio tecnológico. Centro de Investigaciones Económicas, Administrativas y Sociales.

Sáez, A. y otros (2004:169).

Sallenave, Jean-Paul. (1994).La Gerencia Integral. Barcelona : Grupo Editorial Norma.

Senplades (2014). Secretaria Nacional de Planificación y Desarrollo. País productivo. Ecuador.

Sión, V. (2013). Las manos artesanales apoyan las actividades vitales de la Mipymes. Boletin. Ecuador.

Thompson, A. (1995). Dirección y Administración Estratégicas. México.

Villegas, D. y Toro, I. (2010). Las pymes: Una mirada a partir de la experiencia académica del MBA. Revista MBA EAFIT.

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

Recebido/Submission: 10/11/2018
Aceitação/Acceptance: 15/12/2018

Análisis Multivariante de los Aspectos Emocionales y las Inteligencias Múltiples en la Era Digital

Juan Calderón Cisneros[1], Karla Maribel Ortiz Chimbo[2], Carlos Alcívar Trejo[3], Karla Gabriela Espinoza Valdez[4], José Luis Vicente Villardón[5]

jcalderonc@unemi.edu.ec, karla.ortizch@ug.edu.ec, calcivar@ecotec.edu.ec, kgespino@espol.edu.ec, villardon@usal.es

[1] Universidad Estatal de Milagro, 091701, Milagro, Ecuador

[2] Universidad de Guayaquil, 090112, Guayaquil, Ecuador

[3] Universidad Tecnológica Ecotec, 090112, Guayaquil, Ecuador

[4] Universidad de Guayaquil, 090112, Guayaquil, Ecuador

[5] Universidad de Salamanca, 37007, Salamanca, España

DOI: 10.17013/risti.n.234–244

Resumen: El nivel de emociones que se existe en la parte académica, en el diseño del aprendizaje como la eficacia de sus resultados. Presentar los resultados basados en los aspectos emocionales y las inteligencias multiplex que utiliza las universidades, una pública y una privada, más en discutir su potencial para ofrecer educación de calidad en la medición rigurosa de los resultados de aprendizaje. Participaron todos los estudiantes matriculados en el primer semestre 2018, la muestra aleatoria piloto contenía 417 participantes de un total de 3456 estudiantes de las universidades. Se aplicó en análisis Factorial Exploratorio, alfa de Cronbach y HJ-Biplot. Se concluye con introducir adaptaciones en la relación de dimensiones propuestas para medir características más precisas en el contexto de los modelos multinivel de factores asociados, adelantos científico-tecnológico.

Palabras-clave: Inteligencias Múltiples; Aspectos emocionales; HJ-Biplot; Factorial Exploratorio; Alpha de Cronbach.

Multivarian Analysis Of Emotional Aspects And Multiple Intelligences In The Digital Era

Abstract: The level of emotions that exists in the academic part, in the design of learning as the effectiveness of its results. Present the results based on the emotional aspects and the multiplex intelligences used by the universities, one public and one private, more in discussing their potential to offer quality education in the rigorous measurement of learning outcomes. All the students enrolled in the first semester of 2018 participated, the pilot random sample contained 417 participants out of a total of 3456 students of the universities. It was applied in Exploratory Factor analysis, Cronbach's alpha and HJ-Biplot. It concludes with introducing adaptations in the

proposed dimension ratio to measure more precise characteristics in the context of multilevel models of associated factors, scientific-technological advances.

Keywords: Multiple intelligences; Emotional aspects; HJ-Biplot; Exploratory Factorial; Alpha of Cronbach.

1. Introducción

El presente artículo tiene como objetivo presentar los resultados de la expresión emocional, se define como la percepción de la propia capacidad para demostrar a los demás las emociones y sentimientos a través de palabras, gestos y/o posturas corporales. Implica la percepción de la propia capacidad para expresar adecuadamente los sentimientos y las necesidades asociadas a los mismos (Pérez Cusó, González Lorente, González Morga, & Martínez Juárez, 2017).

Para Hernández-Silva, et al. (2017), "los modelos de factores asociados muestran un tamaño del efecto pequeño al considerar las variables propias del nivel docente. Por ello, es importante contar con instrumentos estandarizados que permitan detectarla, de manera que sea incluida en los análisis estadísticos correspondientes, y puedan realizarse análisis más precisos" las herramientas de la web 2.0 están cada día más formalizados para una Educación de calidad (Méndez Vera & Gálvez Nieto, 2018).

El estrés, genera los llamados riesgos psicosociales en el trabajo o entornos de estudio, aluden a las condiciones directamente relacionadas con la organización del trabajo, el contenido del puesto, la realización de la tarea e incluso con el entorno (Augusto Ceballos-Ospino et al., 2017), que contribuyen deterioran la salud y calidad de vida laboral.

Para Vallejo-Reyes, et al. (2018), "La depresión constituye una reacción común entre esta población y sus causas han sido atribuidas al bajo apoyo social, la demanda excesiva de trabajo y carencias tanto estructurales como didácticas, que agudiza los problemas que los docentes enfrentan en su vida laboral".

Si bien las Teorías de la Autoeficacia y de las Inteligencias Múltiples se elaboraron con propósitos diferentes para Úbeda-Colomer, et al. (2018), "comparten dos aspectos comunes; por un lado, ambas están inscritas en el amplio campo del cognitivismo, y por otro, gozan de respaldo empírico puesto que sus deducciones han sido puestas a prueba en diferentes campos de la psicología, especialmente en la psicología" , las herramientas dentro del campo educacional virtual o en línea, pero sin duda, es casi imposible conseguir una buena educación sin tecnología, es el soporte para una correcta formación que está dentro de la malla con una constante actualización(Estrada Villa, E.; Boude Figueredo, 2015).

En su investigación Suárez y colaboradores, señalan que hablar de las TIC para favorecer la inclusión educativa es referirnos también a las posibilidades que nos ofrecen para mejorar las condiciones de vida (Suárez, Gargallo, Torrecilla, Marín, Morant, & Díaz, 2015).

Lo que se ha encontrado, es que hay evidencia sobre las diferencias neurales entre hombres y mujeres en el procesamiento de reactividad emocional y la capacidad de percibir, comprender y sentir los estados emocionales de los demás (Mesa Simpson, 2018).

El objetivo de la educación emocional, de manera general, sería el de desarrollar las competencias emocionales, referidas a la conciencia emocional, la regulación emocional, la autogestión, la inteligencia interpersonal, las habilidades para la vida y el bienestar (Gutiérrez & Marín, 2017).

Para las mujeres muestran una activación neuronal más fuerte en las tareas de empatía en áreas relacionadas con la emoción, se auto califican más empáticas que los varones y confían en estrategias de procesamiento donde incluyen más emociones; mientras que los hombres (Arancibia Herrera, 2001).

Como la universidad, genera los escenarios idóneos para dar prioridad al proceso de comprensión, no obstante, en algunos casos es evidente la apatía y desinterés por parte de los estudiantes y algunos profesores, para esto Howard Gardner (2001), el cual define la inteligencia como la capacidad que posee un sujeto para razonar en forma crítica, resolver problemas y tomar decisiones que se le presentan en los diferentes contextos en los que se desenvuelve(Gallego-Álvarez, Galindo-Villardón, & Rodríguez-Rosa, 2015). Él mismo, propuso cambiar el enfoque tradicional con el que muchos educadores se enfrentan al proceso de enseñanza/aprendizaje, al reconocer que cada estudiante posee habilidades e inteligencias únicas, las cuales influyen en su disposición para el aprendizaje, "La cuestión más importante de la universidad actual es su adaptación a los cambios que la sociedad exige, tanto en relación a las enseñanzas que imparte como a la investigación que realiza" Bricall (2000).

2. Materiales y métodos

Se realizó un estudio de tipo instrumental, dado que de acuerdo con la clasificación propuesta por Burga-León & Escurra-Mayaute(2017), en este tipo de diseños de investigación, se incluyen las propuestas de construcción y adaptación de instrumentos psicológicos, así como el análisis de sus propiedades psicométricas. En el estudio participaron todos los estudiantes matriculados en el primer semestre 2018, se encontraban en los salones al momento de la aplicación, y que cumplían los criterios de inclusión: a) edad mínima de 18 años; b) matriculados en sus respectivas universidades; y c) consentimiento voluntario para participar. La muestra aleatoria piloto contenía 417 participantes de un total de 3540 estudiantes de las universidades, mujeres (16.3%), hombres (83.7%) ver la (Tabla 1).

Variable	Frecuencia	Porcentaje
Hombre	349	83,7
Mujer	68	16,3
Total	417	100

Tabla 1 – Estadísticas Genero

Los entrevistados se efectuaron en las siguientes universidades, la Universidad de Guayaquil(UG) con (66,2%), ver la (Tabla 2).

Variable	Frecuencia	Porcentaje
ECOTEC	24	5,8
UG	276	66,2
ESPOL	11	2,6
UPSE	3	,7
UNEMI	103	24,7
Total	417	100

Tabla 2 – Estadísticas Universidades

Los estudiantes matriculados por tipo de universidad pública (942%), y el 5,8% en la privada, ver la (Tabla 3).

Variable	Frecuencia	Porcentaje
Publica	393	94,2
Privada	24	5,8
Total	417	100

Tabla 3 – Tipo de Universidad

Para los resultados se procedió a formar 5 grupos de estudiantes de cada universidad del año académico 2018-SEMESTRE I (N = 417). El cuestionario fue administrado en grupos. Se explicaron los objetivos del estudio y los requisitos de participación a cada grupo; a aquellos que salieron en la muestra aleatoria para participar se les habilito una versión electrónica del cuestionario con el software de Google drive (formulario electrónico). Se procedió a dar la indicación que enlaza las categorías en cuanto a sus propiedades y dimensiones(Augusto Ceballos-Ospino et al., 2017). En este sentido se busca que los datos obtenidos en la codificación deductiva puedan ser reagrupados, analizados y relacionados en busca de explicar la relación entre categorías (percepción, conocimiento del entorno de aprendizaje, reconocimiento emocional y solución de problemas), (Huéscar Hernández & Moreno-Murcia, 2017). Una vez finalizado el proceso de recogida de información, fueron exportados los datos brutos a un fichero csv, para su posterior importación y tratamiento estadístico en SPSS V22.

3. Resultados

Los métodos de Estadística Descriptiva y Análisis Multivariante, HJ- Biplot(Vega-Hernández, Patino-Alonso, & Galindo-Villardón, 2018), ayudan a comprender la estructura de los datos, de manera de detectar tanto un patrón de comportamiento general como apartamientos del mismo, sobre las dimensiones del estudio(Calderón Cisneros, Ortiz Chimbo, & Alcívar Trejo, 2018).

La consistencia interna, tanto de la prueba global, fue estimada usando el Alfa de Cronbach, la validez de constructo fue determinada mediante el método de componentes

principal con rotación varimax para cada subescala y los componentes principales con rotación oblicua para la escala global (Casal Santoveña, 2010), el Alfa de Cronbach tiene un valor de 0.848 que señala la confiabilidad del instrumento usado ver la (Tabla 4).

Alfa de Cronbach	Alfa de Cronbach basada en elementos estandarizados	N Elementos
0,848	0,846	16

Tabla 4 – Fiabilidad

Con objeto de esclarecer la pertinencia y posibilidad de un análisis factorial en base a los datos obtenidos a través del cuestionario original se verificó la adecuación muestral KMO (Kaiser-Meyer-Olkin)(Leon, 2008). Los resultados evidenciaron una bondad de ajuste aceptable con un coeficiente superior a 0.5. Los resultados de la prueba de esfericidad de Barlett (p = .000) evidenciaron que la matriz de correlación es distinta a la matriz de identidad. Los resultados anteriores demuestran la idoneidad de la aplicación del análisis factorial. La bondad del ajuste es aceptable, justificando el análisis factorial, dado que la medida de adecuación muestral de Kaiser-Meyer-Olkin (0,848) toma un valor superior a 0.5, y la prueba de esfericidad de Bartlett evidencia por tanto que la matriz de correlación es distinta a la matriz de identidad ver la (Tabla 5).

Prueba de Kmo	Valor
Medida Kaiser-Meyer-Olkin de adecuación de muestreo	0,848
Aprox. Chi-cuadrado	2494,498
Prueba de esfericidad de Bartlett gl	120
Sig.	000

Tabla 5 – Prueba de KMO

Se prosiguió a la extracción de los factores a través de un análisis factorial de componentes principales y rotación Varimax. Los resultados de la regla Kaiser evidenciaron 3 componentes principales que explicaron el 53.71% de la varianza total ver la (Tabla 6), el modelo con más restricciones (Brown, 2006), a las cuales se aplicaron a las pruebas de invariancia de los ítems, de acuerdo al número de variables latentes(López Castro, Pantoja Vallejo, & Juan, 2018), ver la (Tabla 6).

Componente	1	2	3
1	,911	,368	,187
2	,054	-,555	,830
3	-,409	,746	,526

Tabla 6 – Componentes Principales

En una lectura aproximativa de la matriz de componentes rotados se observa que la cantidad de componentes se ajusta a los propuestos inicialmente por la estructura del cuestionario original. Sin embargo, la observación detallada evidenció que numerosos reactivos no se situaban en las dimensiones propuestas. La lectura del gráfico de sedimentación (Figura 1) reforzó la idea de proponer otra agrupación de ítems, mostrando un fuerte cambio de pendiente a partir del cuarto ítems.

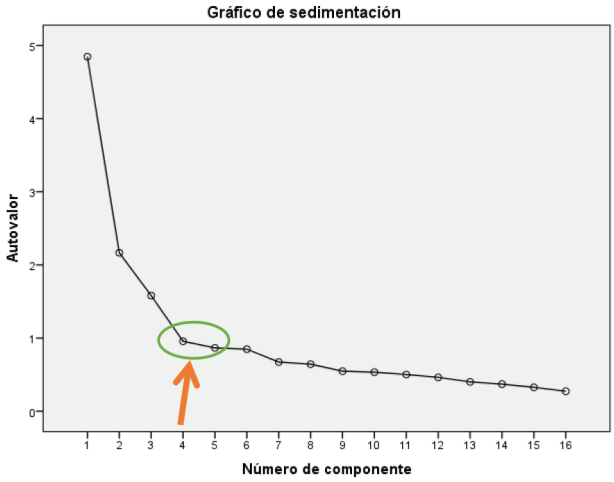


Figura 1 – Componentes Rotados

Esta lectura condujo al análisis de los ítems en función de su saturación con otras dimensiones. Se procedió a realizar los ajustes y extraer únicamente los tres componentes principales a través de un análisis de segundo orden La lectura del gráfico de rotación (Figura 2) reforzó la idea de proponer otra agrupación de ítems rotados.

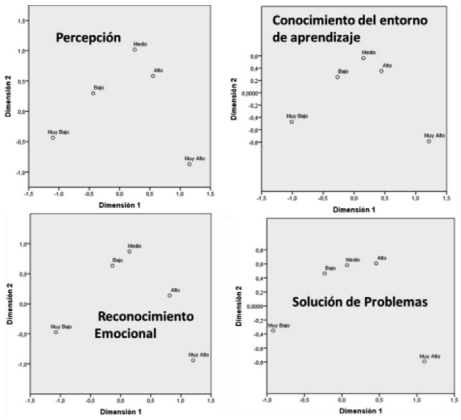


Figura 2 – Análisis de los Ítems

Los resultados de la nueva extracción de componentes y la lectura de los reactivos evidenciaron que la nueva agrupación de ítems resultaba más acorde y simplificada, pasando de los 16 ítems originales, ver la (Tabla 7)(Julia, Galindo, & Villardón, 2014).

Axis	Eigenvalue	Expl. Var.	Cummulative
Axis 1	2.018.098	30.32	30.32
Axis 2	865.666	13.006	43.326
Axis 3	602.711	9.055	52.381
Axis 4	423.129	6.357	58.738
Axis 5	358.857	5.391	64.13
Axis 6	305.087	4.584	68.713
Axis 7	297.142	4.464	73.177
Axis 8	266.015	3.997	77.174
Axis 9	255.579	3.84	81.014
Axis 10	236.304	3.55	84.564
Axis 11	220.301	3.31	87.874
Axis 12	195.388	2.936	90.809
Axis 13	183.385	2.755	93.565
Axis 14	163.52	2.457	96.021
Axis 15	149.568	2.247	98.268
Axis 16	115.25	1.732	100

Tabla 7 – Biplot Principal Normalization (Baricentric Scaling)

La lectura del gráfico de Biplot: Principal Normalization (Baricentric Scaling) (Figura 3) reforzó la idea de la diferencia entre género y características de la universidad(Vicente-Villardón, 2014). También es necesario conocer que algunos de los males de la evaluación tradicional se corrigen mediante la llevada a cabo a través de la web. Así, frente a la evaluación única del estudiante, la realizada con nuevas tecnologías permite una evaluación más global implicando a profesores, tutores, objetivos, contenidos, actividades, etc.

En estos últimos diez años, se ha dado un cambió de rumbo sobre educación, aparece lo que se denomina la sociedad del conocimiento, según su investigación María-Slusarczyk , exponen que como estamos viviendo en una época a la cual se dio diferentes nombres como: sociedad postindustrial, nueva economía, capitalismo cognitivo, sociedad de la información, sociedad del conocimiento, economía del conocimiento, Ecuador tiene diferentes retos para enfrentar los dilemas de esta nueva sociedad, caracterizada básicamente por el masivo uso de Internet y las TIC. (Slusarczyk, Sorhegui, 2014).

Las emociones en el ámbito del profesor universitario y su relación con la salud del docente, sobre todo porque el efecto negativo de condiciones emocionalmente estresantes o altamente demandantes en el trabajo han probado su relación con la mala salud y el deterioro de la calidad de vida a causa de estudiante(Brunner, 2008).

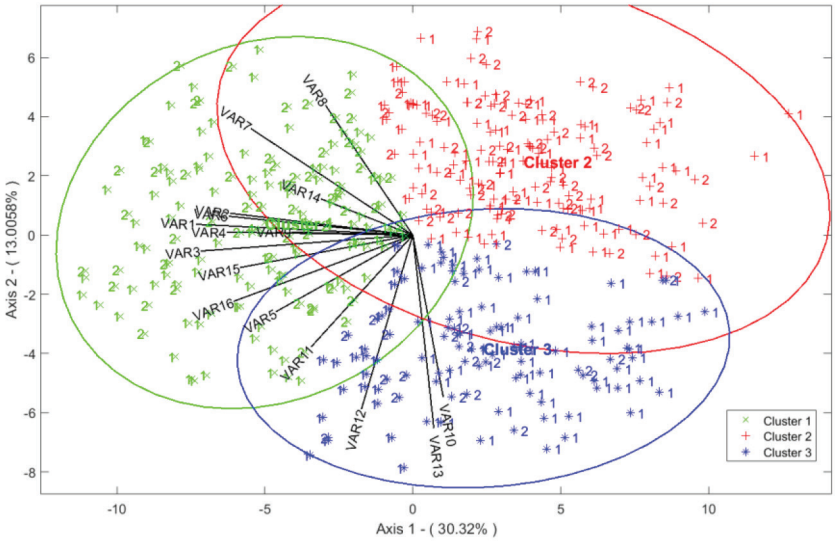


Figura 3 – HJ-Biplot

En efecto, más allá de los aspectos sociales e individuales que llegan a sistematizar y preparar un programa de trabajo para la utilización efectivamente transdisciplinaria de la Informática Educativa(Demey, Pla, Vicente-villardón, Rienzo, & Casanoves, 2014). Esta es nuestra deuda, que autoasumimos; pretendemos trabajar en ello; al menos creemos haber sembrado una duda, una incertidumbre, sobre cómo se está trabajando con este recurso tecnológico(Mikulic, Crespi, & Caballero, 2018).

Para las carreras en una especialidad en los estudios universitarios y también cuando se desea realizar orientación académica de los estudiantes a partir un perfil cognitivo (como un diagnóstico de sus fortalezas y debilidades autopercibidas); del mismo modo, podría ser útil para desarrollar potencialidades cognitivas a través de programas de intervención(Augusto Ceballos-Ospino et al., 2017).

4. Conclusiones

En consecuencia, a pesar de todo la actitud y compromiso de la comunidad universitaria mejorará si se consigue potenciar un modelo integral de tutoría que dé una respuesta globalizada e integradora a todas las necesidades de orientación del, desde el punto de ser un todo para poder crear ciencia y tecnología y fomentar una educación de calidad.

Lo que resulta necesario tomarlo en cuenta especialmente cuando se realizan evaluaciones de los factores propios de los estudiantes y de los docentes con la finalidad de obtener resultados más precisos en el contexto de los modelos multinivel de factores asociados, adelantos científico-tecnológicos, grandes inversiones en el capital intangible, en la educación, investigación, innovación y salud es la propuesta de Gobierno señala en el Plan del buen Vivir, que indica como uno de sus principales objetivos el acceso a las nuevas tecnologías.

En este momento el principal objetivo de Estado Ecuatoriano es introducir al docente de esa adecuada planificación se podrá ofrecer una respuesta comprensiva e integral a los estudiantes, potenciando y fortaleciendo su formación y desarrollo como futuros profesionales con mayor valor agregado y transformar la matriz productiva del país.

Referencias

Arancibia Herrera, M. (2001). Reflexiones En Torno a La Aplicabilidad Pedagogica De La Informatica: Apuntes Para Un Trabajo Transdisciplinario En El Curriculo Escolar. Estudios Pedagógicos (Valdivia), (27), 75–95. https://doi.org/10.4067/S0718-07052001000100006

Augusto Ceballos-Ospino, G., Paba-Barbosa, C., Suescún, J., Celina Oviedo, H., Herazo, E., & Campo-Arias, A. (2017). Validity and Dimensionality of the Rosenberg Self-esteem Scale Among College Students. Pensamiento Psicológico, 15(2), 29–39. https://doi.org/10.11144/Javerianacali.PPSI15-2.vdea

Brunner, J. J. (2008). Educación Superior Y Mundo Del Trabajo: Horizontes De Indagación. Calidad En La Educación, 29, 230–240.

Burga-León, A., & Escurra-Mayaute, M. (2017). Propiedades psicométricas de la escala de deseabilidad social de Marlowe y Crowne en docentes peruanos Psychometric properties of the Marlowe-Crowne social desirability scale in peruvian teachers, 23(2), 2223–7666. https://doi.org/10.24265/liberabit.2017.v23n2.03

Calderón Cisneros, J., Ortiz Chimbo, K. M., & Alcívar Trejo, C. (2018). Análisis factorial exploratorio como método multivariante para validación de datos académicos en plataformas virtuales. Revista Lasallista de Investigación, 15(2), 10–19. https://doi.org/10.22507/rli.v15n2a1

Casal Santoveña, M. S. (2010). la UNED Quality Evaluation Questionnaire of Virtual Courses at UNED. RED - Revista de Educación a Distancia, 25(Diciembre), 1–22. Retrieved from http://www.um.es/ead/red/25/

Demey, J. R., Pla, L., Vicente-villardón, J. L., Rienzo, J. A. Di, & Casanoves, F. (2014). Valoración y análisis. Catie.

Estrada Villa, E.; Boude Figueredo, O. (2015). Hacia una propuesta para evaluar ambientes virtuales de aprendizaje. Revista Academia y Virtualidad 8(2):, 8(2011 – 0731), 14–23.

Gallego-Álvarez, I., Galindo-Villardón, M. P., & Rodríguez-Rosa, M. (2015). Analysis of the Sustainable Society Index Worldwide: A Study from the Biplot Perspective. Social Indicators Research, 120(1), 29–65. https://doi.org/10.1007/s11205-014-0579-9

Gutiérrez, E., & Marín, G. (2017). Conductas apropiadas en Educación Física y el deporte en la escuela y validación de la escala. Cuadernos de Psicología Del Deporte, 17(1578–8423), 99–110. Retrieved from http://revistas.um.es/cpd

Hernández-Silva, C., Pavez-Lizarraga, A., González-Donoso, A., & Tecpan-Flores, S. (2017). ¿Se sienten valorados los profesores en Chile? Educación y Educadores;, 20. https://doi.org/10.5294/edu.2017.20.3.6

Huéscar Hernández, E., & Moreno-Murcia, J. A. (2017). Apoyo a la autonomía entre estudiantes, estrés percibido y miedo a la evaluación negativa: relaciones con la satisfacción con la vida 1. Behavioral Psychology / Psicología Conductual (Vol. 25). Retrieved from https://search.proquest.com/docview/1975570145/fulltextPDF/8E5F465B03AF4071PQ/12?accountid=17252

Julia, D. C., Galindo, P. V., & Villardón, M. P. G. (2014). Grupos de discusión y HJ-Biplot: Una nueva forma de análisis textual. RISTI - Revista Iberica de Sistemas e Tecnologias de Informacao, (E2), 19–35. https://doi.org/10.17013/risti.e2.19-35

Leon, B. (2008). Atención plena y rendimiento académico en estudiantes de enseñanza secundaria, 1(relación entre atención plena y rendimiento académico,), 17–26. Retrieved from http://www.redalyc.org/pdf/1293/129318720002.pdf

López Castro, M., Pantoja Vallejo, A., & Juan, S. (2018). Escala para valorar la percepción y grado de satisfacción del profesorado de Educación Primaria de la Comunidad Autónoma de Andalucía respecto a los procesos tutoriales. Rev. Complut. Educ, 29(1), 287–306. https://doi.org/10.5209/RCED.52286

Méndez Vera, J., & Gálvez Nieto, J. L. (2018). Propiedades psicométricas de la Escala de Autoconcepto Académico (EAA) en estudiantes universitarios chilenos. Liberabit. Revista Peruana de Psicología. https://doi.org/10.24265/liberabit.2018.v24n1.09

Mesa Simpson, C. E. (2018). Caracterización de las inteligencias múltiples de estudiantes de 2do año de la carrera de Medicina. Centro Provincial de Información de Ciencias Médicas (Cuba), 40(2), 298–310. Retrieved from http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1684-18242018000200007

Mikulic, I. M., Crespi, M., & Caballero, R. (2018). Construcción de un inventario de inteligencia emocional percibida para adultos. Ciencias Psicológicas. https://doi.org/10.22235/cp.v12i1.1602

Pérez Cusó, F. J., González Lorente, C., González Morga, N., & Martínez Juárez, M. (2017). Tutoría en la Universidad: un estudio de caso en la Facultad de Educación de la Universidad de Murcia. Educatio Siglo XXI, 35(2 Julio), 91. https://doi.org/10.6018/j/298531

Úbeda-Colomer, J; Pérez-Samaniego, V; Devís-Devís, J. (2018). Propiedades psicométricas de un cuestionario de Teoría de la Conducta Planeada en la actividad física en alumnado universitario con discapacidad. Cuadernos de Psicología Del Deporte, 18(1989–5879), 3–18. Retrieved from https://search.proquest.com/docview/2053261531/fulltextPDF/8E5F465B03AF4071PQ/31?accountid=17252

Vallejo-Reyes, F A; Campbell, J I Mena; Lochbaum, M R; Duclos-Bastías, D M; Guerrero-Santana, I. et al. . (2018). Adaptación y validez de la escala de motivación en el deporte 2 (EMD-2) para estudiantes universitarios chilenos. Cuadernos de Psicología Del Deporte, 18(1989–5879), 63–74. Retrieved from https://search.proquest.com/docview/2009505334/fulltextPDF/8E5F465B03AF4071PQ/33?accountid=17252

Vega-Hernández, M. C., Patino-Alonso, M. C., & Galindo-Villardón, M. P. (2018). Multivariate characterization of university students using the ICT for learning. Computers and Education, 121(June 2017), 124–130. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.03.004

Vicente-Villardón, J. L. (2014). Los Metodos Biplot. Universidad de Salamanca, 1–48.

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

Recebido/Submission: 21/10/2018
Aceitação/Acceptance: 13/12/2018

Aplicación de Encuesta Sobre Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica (EPOC) y Cuantificación del Impacto en los Diez Puntos de Monitoreo de la Calidad del Aire en la Ciudad San Francisco de Milagro

Javier Alcázar Espinoza[1], Emmanuel Palacios Torres[2], Denny Moreno Castro[3], Byron Ramiro Romero Romero[4], Jovanny Angelina Santos Luna[5]

jalcazare@unemi.edu.ec, lpalaciost2@unemi.edu.ec, dmoreno@unemi.edu.ec, bromeror@unemi.edu.ec, jsantos@utmachala.edu.ec

[1] Universidad Estatal de Milagro, 091701, Milagro, Ecuador

[2] Universidad Estatal de Milagro, 091701, Milagro, Ecuador

[3] Universidad Estatal de Milagro, 091701, Milagro, Ecuador

[4] Universidad Estatal de Milagro, 091701, Milagro, Ecuador

[5] Universidad Técnica de Machala, 070102, Machala, Ecuador

Pages: 245–256

Resumen: Este artículo expone el nivel de contaminación existente en la ciudad de Milagro. Presentar los resultados basados en determinar la influencia de la contaminación atmosférica por partículas sediméntales, material particulado, dióxido de azufre, monóxido de carbono y ozono en la Ciudad de San Francisco de Milagro y su incidencia con la aparición de enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC). Participaron en la encuesta 1000 personas, entre hombres y mujeres, que oscilan entre los 15 a 80 años de edad, en cada punto de monitoreo de la calidad del aire esparcidos en la Ciudad San Francisco de Milagro. Se usó varias técnicas estadísticas como el análisis bivariado y el método Multivariante HJ-Biplot. Se sugiere para disminuir las emisiones de PM10 son: control de emisiones de fuentes fijas y móviles, la regularización de las calderas de las industrias, la quema de vegetación causada por la agricultura convencional, evitar la quema de basura.

Palabras-clave: contaminacion del aire; salud humana; calidad del aire; EPOC; HJ-Biplot.

Application of the Survey on Chronic Obstructive Pulmonary Disease (COPD) and Quantification of the Impact in the Ten Monitoring Points of Air Quality in the City of San Francisco de Milagro

Abstract: This article exposes the level of contamination existing in the city of Milagro. Present the results based on determining the influence of atmospheric

pollution by sediment particles, particulate matter, sulfur dioxide, carbon monoxide and ozone in the City of San Francisco de Milagro and its incidence with the appearance of chronic obstructive pulmonary disease (COPD) . The survey included 1000 people, between men and women, ranging from 15 to 80 years of age, at each monitoring point of air quality scattered in the City of San Francisco de Milagro. Several statistical techniques were used, such as bivariate analysis and the HJ-Biplot Multivariate method. It is suggested to reduce emissions of PM10 are: control of emissions from fixed and mobile sources, the regularization of industrial boilers, the burning of vegetation caused by conventional agriculture, avoid the burning of garbage.

Keywords: information and communication technologies (ICT); teachers; Basic education; Internet; training.

1. Introducción

El presente artículo tiene como objetivo presentar los resultados en la ciudad de Milagro sobre la enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC) prevenible, es un proceso frecuente y tratable. Se caracteriza por la limitación del flujo aéreo por lo general progresiva y parcialmente reversible, asociada con una respuesta inflamatoria anómala del pulmón a partículas o gases y enfermedades concomitantes (Botero & Restrepo, 2015).

En vista del constante aumento en enfermedades y problemas de salud de origen respiratorio, y teniendo en cuenta que a pesar del arduo trabajo por reestablecer el medio contaminado en el que se vive en este siglo donde lo único que se ha conseguido es impedir el incremento de la tasa de contaminación anual, se puede deducir de manera acertada que esta problemática es causada por la calidad de aire, deteriorándose poco a poco desde décadas atrás, en la que está inmerso el mundo en la actualidad (Solanes et al., 2018).

Desde 1760, en la revolución industrial, el cambio brusco en la calidad de aire ha sido más notable que nunca, es decir, con la normalización de la industria, la demanda masiva de productos, energía y servicios que estos pueden ofrecer obligaron a las primeras industrias, sin todo el conocimiento tecnológico y ambiental que se posee en la actualidad, a consumir combustibles, devastar ecosistemas y desechar residuos en ambientes no propicios para una correcta degradación(Sociedad Española de Neumología y Cirugía Torácica. et al., 2018); por lo cual se ha moldeado el hábitat más adecuado para las enfermedades patológicas y de afección pulmonar. Vale decir, una contaminación atmosférica grave a nivel mundial (sobre todo en las ciudades).

Durante muchos años, la industria que ha poseído el primer lugar en función a desechos ambientales de cualquier tipo que provocan una contaminación en la atmósfera, es la industria energética, ocasionando más del 80% de contaminación por residuos fabriles (Sociedad Española de Medicina Rural y Generalista. et al., 2018). A la fecha se ha tratado de implementar, sobre todo en este tipo de industrias, los recursos necesarios para que la emisión de gases a la atmósfera disminuya en gran medida, aunque sea imposible su total abolición.

Este historial contaminante (en gran mayoría el humo residual de industrias), a lo largo de los años se han ido asentando de tal manera que forma parte del aire en

cifras superiores al 0.04%, es decir más de 400 partes por millón(Sociedad Española de Medicina de Emergencias. et al., 2019). Al forzar el proceso respiratorio a soportar niveles elevados de CO2 los alvéolos se presionan demasiado al no conseguir la cantidad de aire necesaria generando, así, una irritación en las paredes tubulares de los mismos. (Martínez González & Cruz Carmona, 2010).

Esta inflamación severa en los alvéolos produce un tipo de irritación singular, progresiva e irreversible, denominada como EPOC (Enfermedad pulmonar obstructiva crónica). Se define como progresiva puesto que la enfermedad empeora al transcurrir el tiempo, es decir, al estar día y noche en constante uso, los alvéolos no tienen un descanso extensivo para una recuperación óptima, razón por la cual se van desgastando más rápido de lo habitual a tal punto de que, en promedio, a los 35 años de edad la enfermedad se presenta. (Botero Mesa & Restrepo, 2015).

La EPOC está catalogada como la cuarta causa de muerte más grande en el mundo, el que no tenga cura y que su tratamiento no garantiza en ningún caso su irreversibilidad, es un factor importante para que posea estas cifras, sin embargo, el hecho de que no pueda ser diagnosticada con precisión prevalece ante otros motivos estadísticos de principal mortalidad general en el mundo. (Escarrabill, 2003)

1.1. Causas

La EPOC se desarrolla por varias causas enumeradas a continuación:

- Fumar (cualquier clase de humo, siendo el tabaco el más dañino)
- Inhalar vapor (pipas o cigarrillos electrónicos)
- En ciertos casos particulares se da al tener recurrentes afecciones pulmonares en la niñez.

La AAT se encuentra en el cuerpo en una cantidad 120-220 mg/dl (cantidad determinada por un proceso de nefelometría). Su función principal es la de digerir proteínas de regeneración axial de una manera más efectiva, teniendo un impacto enorme en la actividad antinflamatoria(Huang, Li, Ariani, Chen, & Lin, 2014). En síntesis, es una molécula analgésica de gran alcance que posee el organismo humano. Sin embargo, la escasez de esta misma produce una facilidad para contraer enfermedades que un bajo porcentaje de oxígeno y en ciertos casos por la fricción, ayuda a que se desarrollen con mucha más facilidad: cirrosis hepática, enfisema pulmonar, entre muchas otras.

1.2. Principales enfermedades

Huang, Li, Ariani, Chen y Lin(2014), consideran que:

La EPOC reconoce dos variantes principales: el enfisema y la bronquitis crónica.

El enfisema: Consiste en el desgaste de las paredes de los alvéolos y dilatación excesiva por inflamación, perdiendo su forma natural al permanecer así por un largo tiempo. De tal manera que incrementan su tamaño y se fuerza a trabajar pocos alvéolos grandes en lugar de muchos alveolos pequeños.

En otras palabras, se corrompe la arquitectura de las vías aéreas pulmonares, no solo de manera axial, sino también en la destrucción de la superficie alveolares.

La bronquitis crónica: También surge por la inflamación, pero en este caso en las cavidades tubulares pulmonares (bronquios) originando una capa de mucosidad que impide el libre paso del aire a los pulmones.

Las glándulas mucosas experimentan una hiperplasia anormal, la cual incrementa la segregación y densidad del esputo mucoide, alojándose por varios meses en el organismo. Vale decir, que la bronquitis crónica es difícil de diagnosticar, puesto que los síntomas son muy similares a otras enfermedades de origen pulmonar, muy apartado del proceso patológico crónico progresivo conocido como EPOC.

La agrupación de enfermedades crónicas EPOC, se han desarrollado a lo largo de la historia en todo el mundo y la república del Ecuador no es la excepción.

Según estudios realizados en el hospital Guayaquil, en el año 2008 se registró más del 25% de consultas externas con descripción potencial a sufrir EPOC. Siendo esta la segunda patología con mayor registro (tuberculosis mayor al 30%) con una edad promedio mayor a los 40 años. (cabe recalcar que esta edad es cuando decidieron realizar la consulta médica)

En el año 2012, más de 4000 pacientes con posible EPOC fueron egresados de hospitales a nivel de todo el Ecuador, con un promedio de estadía de una semana. Más de 2/3 de ellos eran mayores de 60 años. Con una mortalidad comprendida entre 4% hasta 30%

Siendo las EPOC una serie de enfermedades (El enfisema y la bronquitis crónica) provocadas por daños irreversibles en el sistema respiratorio, se recomienda algunos consejos de salud.

Abstinencia absoluta de fumar tabaco (pipas y cigarrillos electrónicos también se encuentran dentro): Ya que la mayoría de casos registrados de personas con EPOC se dan por la introducción de humo en los alvéolos, la mejor recomendación es abstenerse de fumar.

Evitar ambientes con un alto nivel de partículas por m3: Un área con alto nivel de partículas esparcidas en el aire incrementa la posibilidad de contraer una EPOC, los pulmones receptan todas esas partículas y sin una vía eficiente para expulsarlos, se alojan en las paredes tubulares de los mismos.

Vacunarse contra la gripe y enfermedades pulmonares: Una manera muy efectiva para mejorar nuestro cuidado (si las recomendaciones anteriores se llevan a cabo) es vacunarse contra afecciones de origen pulmonar; el daño que causa una enfermedad, como la gripe, si se da de manera repetitiva aumenta la probabilidad de un desgaste irreversible en los alvéolos y bronquios.

Realizar ejercicio físico, pero no exigirse demasiado: Una rutina de ejercicio diaria hace que el cuerpo tenga una buena oxigenación y se mantenga en forma, sin embargo, la exigencia excesiva de este podría traer complicaciones, puesto que, en vez de mantenerlo en forma, desgastamos nuestra resistencia, o dicho en otras palabras: no fortalecemos nuestro cuerpo, solo lo cansamos.

Distinguir el tiempo de duración de una gripe. (no mayor a 2 meses): Este es una medida de respuesta tardía, pero en ciertos casos, válida. Si la tos y excreción mucosa dura

más de dos meses, puede tratarse de algo más, no necesariamente las EPOC, pero hay una gran posibilidad de que ese sea el caso. No ingerir alcohol: El alcohol, empeora el mecanismo de las vías respiratorias (provoca cambios químicos en el cerebro que perturba la respiración espontánea).

2. Materiales y métodos

Este trabajo responde al tipo de investigación cuantitativa, descriptiva y transversal. Muchos investigadores han llevado a cabo estudios sobre el impacto de la contaminación atmosférica en la salud humana, (Franceschini, Galetto, & Maisano, 2005) ha llevado a cabo monitoreo físicos y químicos del ambiente y también utilizó indicadores biológicos para evaluar el impacto que los contaminantes tienen en el ecosistema y en las personas.

El desarrollo de este estudio estuvo direccionado por la investigación cuantitativa y cualitativa. (Bernal Torres, 2010). Esta investigación está enfocada en la recolección de datos numéricos para su posterior valoración mediante gráficas y tabulaciones, entonces se formuló una encuesta con preguntas directas sobre síntomas que permiten determinar señales de enfermedades EPOC, dicha encuesta ha sido aplicada a 100 personas en cada punto de monitoreo de la calidad del aire esparcidos en la Ciudad San Francisco de Milagro.

La investigación fue realizada en el periodo 2017-2018 luego de haber realizado el monitoreo de la calidad del aire en diez puntos estratégicos los cuales se exponen a continuación, ver la (Tabla 1).

Ítem	Ubicación de puntos	Latitud	Longitud
M1	*Sector Vergeles*	655432.00 m E	9762916.00 m S
M2	*Bellavista*	654348.00 m E	9763451.00 m S
M3	*Colegio Técnico Alborada*	655149.00 m E	9764328.00 m S
M4	*Ciudadela Apolo*	656644.00 m E	9766245.00 m S
M5	*Av. Piedra Jácome de Borja*	658119.00 m E	9765511.00 m S
M6	*Parque Norte*	656366.00 m E	9765372.00 m S
M7	*Universidad Agraria*	657603.00 m E	9764120.00 m S
M8	*Cdla. Los Martínez*	657794.00 m E	9763163.00 m S
M9	*Nuevo Milagro*	656555.00 m E	9763715.00 m S
M10	*Cdla. Las Américas*	656968.00 m E	9762421.00 m S

Tabla 1 – Ubicación de Puntos

En todos los diez puntos de la ciudad se encuestó a 1000 personas, entre hombres y mujeres, que oscilan entre los 15 a 80 años de edad.

Cabe indicar que adicionalmente se incorporó variables secundarias como la construcción de la vivienda y discapacidad de la persona. Información demográfica: edad, sexo, nivel socioeconómico (por ejemplo, ocupación, ingresos, educación y origen étnico).

Percepciones y actitudes sobre la contaminación del aire: gravedad percibida de la contaminación; grado de ansiedad y enojo despertado por la contaminación; métodos para sobrellevar la contaminación del aire (activa o pasiva); insuficiencia percibida de los presupuestos gubernamentales nacionales y locales dedicados al control de la contaminación.

Indicadores epidemiológicos: Exposición a la contaminación en el hogar o en el trabajo; hábitos de fumar (pasado y presente); síntomas respiratorios (tos, flema, silbido, disnea); resfríos, alergias, etc.

3. Resultados

A continuación, se presenta el análisis detallado y la interpretación de los resultados de la investigación, contextualizándolos y fundamentándolos con los datos y la bibliografía. Los métodos de Estadística Descriptiva y Análisis Multivariante ayudan a comprender la estructura de los datos, de manera de detectar tanto un patrón de comportamiento general como apartamientos del mismo, sobre las dimensiones del estudio(Calderón Cisneros, Ortiz Chimbo, & Alcívar Trejo, 2018). Para la realización de estas encuestas se contó con la participación de estudiantes de la carrera Ingeniería Industrial de la Universidad Estatal de Milagro que fueron distribuidos a los diferentes puntos de monitoreo ambiental (10 puntos estratégicos) en cada punto de monitoreo se encuesto a 100 personas de edades comprendidas entre 15 a 80 años entre hombres y mujeres.

Se evaluó la incidencia de los posibles contaminantes a través de una encuesta, metodología validada por la Organización Mundial de la Salud (OMS) y que se realiza frecuentemente con la finalidad de evidenciar problemas asociados al deterioro de la calidad del aire, la encuesta que se aplicó a una muestra representativa de la población evidenció problemas asociados a la exposición por periodos extensos, considerando que la población adulta es la más afectada.

Para la correcta aplicación de la encuesta se trabajó en las áreas geográficas definidas en el anterior estudio, que fue para medir la calidad del aire en la ciudad de Milagro, debido a que se contaba con informes de laboratorio sobre los componentes asociados a contaminación del aire (Ozono, Partículas Sedimentales, Materia particulado, etc.)

La ciudad de San Francisco de Milagro se ubica al suroccidente del Ecuador, de los 25 cantones de la provincia del Guayas es el tercero más poblado. En Milagro, las afectaciones a la calidad del aire tienen sus causas en las industrias, el uso de tecnología obsoleta, obras de construcción no regularizadas o fiscalizadas inapropiadamente, actividades socioeconómicas, tránsito vehicular, consumo de combustibles fósiles y desconocimiento de los habitantes en temas de prevención de la contaminación ambiental, en este caso atmosférica.

Se observa que la mayoría de respuestas de la población (60,16%) tienen un nivel de afectación bajo en su salud (Escala de 0 a 1). Existe también un porcentaje en la población que tiene cierto grado de afectación en su salud (22,33%). Los hombres y mujeres que manifestaron sentir un grado de afectación alto en su salud (Escala 4 y 5) fue de un porcentaje del 17,51%.

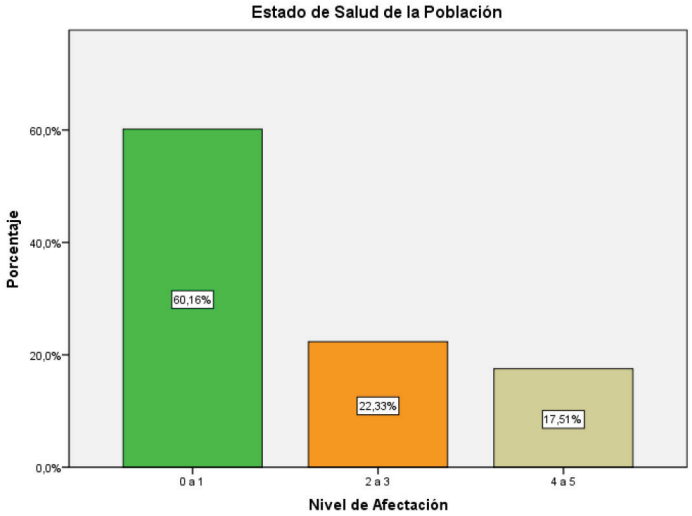


Figura 1 – Estado de Salud

Se observa que la mayoría de respuestas de las mujeres (23,08%) y de los hombres (18,64%) tienen un nivel de afectación bajo de tos (Escala de 0 a 1). Existe también un porcentaje de hombres (16,47%) y de mujeres (16,67%), que tiene cierto grado de afectación por tos. Los hombres y mujeres que manifestaron sentir un grado de afectación alto (Escala 4 y 5) están en el orden del 12,52% y 12,63%, respectivamente.

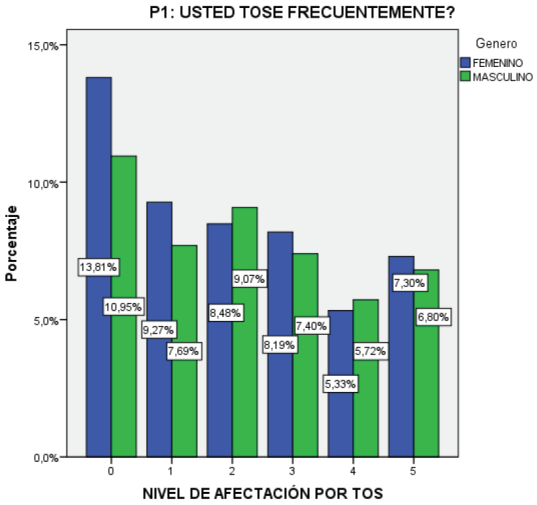


Figura 2 – La Persona Tose con Frecuencia

Se observa que la mayoría de respuestas de las mujeres (30,27%) y de los hombres (24,75%) tienen un nivel de afectación bajo de flema (Escala de 0 a 1). Existe también un porcentaje de hombres (13,52%) y de mujeres (12,52%), que tiene cierto grado de afectación por flema. Los hombres y mujeres que manifestaron sentir un grado de afectación alto (Escala 4 y 5) están en el orden del 10,35% y 9,56%, respectivamente.

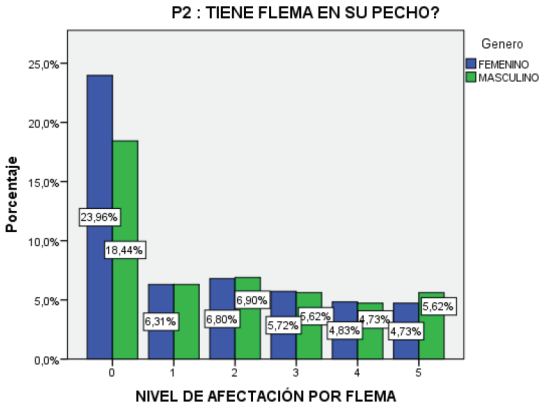


Figura 3 – Flema en el Pecho

Se observa que la mayoría de respuestas de las mujeres (22,39%) y de los hombres (25,34%) tiene una buena capacidad de respuesta al subir pendientes o escaleras (Escala de 0 a 1).

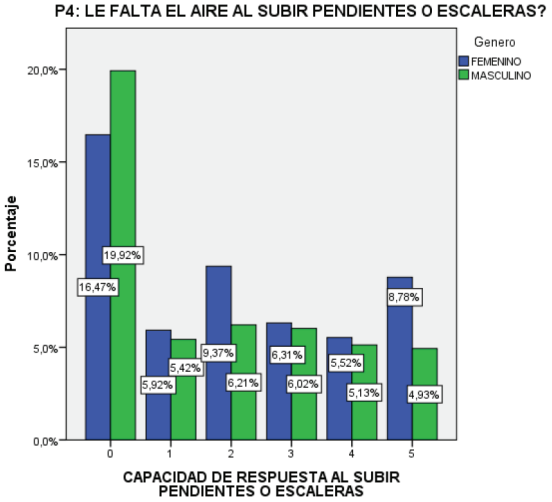


Figura 4 – Falta de Aire

Se observa que la mayoría de respuestas de las mujeres (28,1%) y de los hombres (24,06%) tienen un nivel de afectación bajo de sueño (Escala de 0 a 1). Existe también un porcentaje de hombres (13,81%) y de mujeres (13,51%), que tiene cierto grado de afectación por falta de sueño. Los hombres y mujeres que manifestaron sentir un grado de afectación alto de sueño (Escala 4 y 5) están en el orden del 9,76% y 10,74%, respectivamente(Gallego-Álvarez, Galindo-Villardón, & Rodríguez-Rosa, 2015).

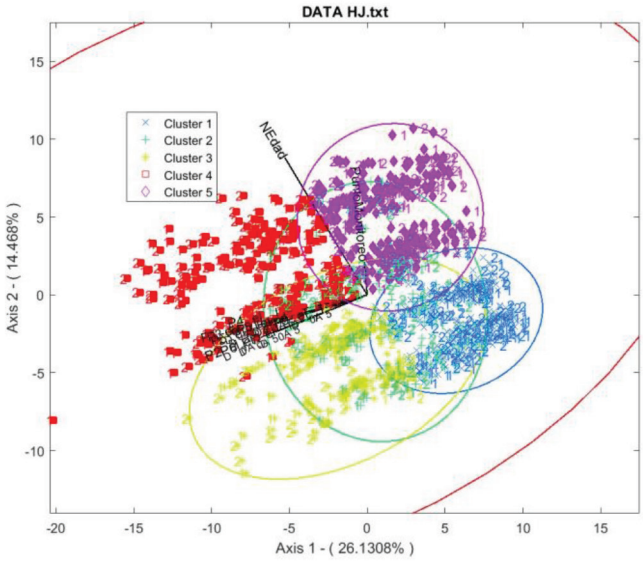


Figura 5 – Biplot HJ sobre Falta de Aire

Se observa que la mayoría de respuestas de las mujeres que tienen un buen nivel de energía (Escala de 0 a 1) están en los rangos de 0 a 25 años (26,95%), 26 a 40 años (23,69%) y de 41 a 55 años (24,77%), mientras que en el caso de los hombres los resultados fueron: 0 a 25 años (29,08%), 26 a 40 años (22,04%) y de 41 a 55 años (11,93%)(Julia, Galindo, & Villardón, 2014).

Se observa que la mayoría de respuestas de las mujeres que tienen una buena baja limitación en el hogar (Escala de 0 a 1) están en los rangos de 0 a 25 años (34,04%), 26 a 40 años (32,56%) y de 41 a 55 años (34,4%), mientras que en el caso de los hombres los resultados fueron: 0 a 25 años (36,88%), 26 a 40 años (30,59%) y de 41 a 55 años (23,39%)(Vega-Hernández, Patino-Alonso, & Galindo-Villardón, 2018).

En lo que tiene que ver a las mujeres de rango de edad de 41 a 55 años, 56 a 70 años y de 71 a 95 años que tienen una alta limitación en el hogar (Escala 4 y 5) están en el orden del 9,18%, 10,69% y 19,61%, respectivamente. En el caso de los hombres de rango de edad de 41 a 55 años, 56 a 70 años y de 71 a 95 años que sintieron una alta limitación en el hogar están en el orden del 7,34%, 5,66% y 13,72%, respectivamente.

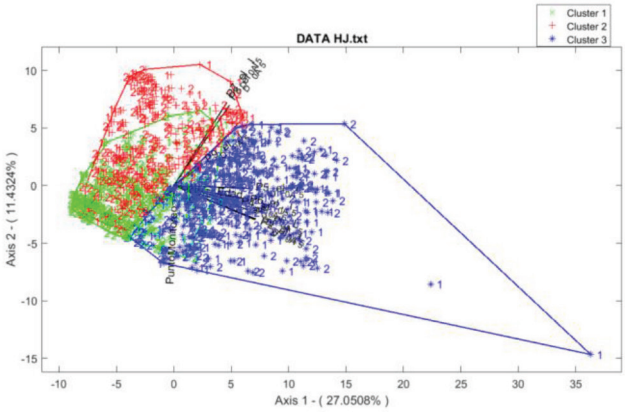


Figura 6 – Biplot HJ sobre Falta de Aire Grupos

4. Conclusiones

La enfermedad pulmonar obstructiva crónica, al ser una enfermedad irreversible no existe tratamiento que devuelva al 100% el funcionamiento de los pulmones y alvéolos, sin embargo, se puede prevenir.

La mayoría de las respuestas de las mujeres que tienen un bajo nivel de afectación del sueño (Escala de 0 a 1) están en los rangos de 0 a 25 años (29,43%), 26 a 40 años (27,3%) y de 41 a 55 años (29,82%), mientras que en el caso de los hombres los resultados fueron: 0 a 25 años (31,91%), 26 a 40 años (22,7%) y de 41 a 55 años (18,35%).

Las respuestas de las mujeres (23,87%) y de los hombres (21,2%) tienen un buen nivel de energía (Escala de 0 a 1). Existe también un porcentaje de hombres (15,09%) y de mujeres (16,77%), que tiene cierto grado de afectación por falta de sueño. Los hombres y mujeres que manifestaron sentir un nivel bajo de energía (Escala 4 y 5) están en el orden del 11,73% y 11,34%, respectivamente

Más del 75% de personas (hombres y mujeres) que se registraron en consulta externa por EPOC y fueron internadas, tenían más de 60 años de edad. Indicando la lenta respuesta y poco conocimiento sobre esta enfermedad, sabiendo que en la adolescencia hasta los 30 años es en donde, en promedio, se adquiere el entorno necesario (el daño provocado y autoprovocado en las vías respiratorias) para que se desarrollen la enfisema y bronquitis crónica, siendo la principal causa la utilización de productos con alta concentración de tabaco o por un ambiente no propicio para una respiración sana.

Se observa que la mayoría de respuestas de las mujeres que no tienen problema en salir de su casa (Escala de 0 a 1) están en los rangos de 0 a 25 años (33,68%), 26 a 40 años (32,24%) y de 41 a 55 años (34,86%), mientras que en el caso de los hombres los resultados fueron: 0 a 25 años (34,04%), 26 a 40 años (26,98%) y de 41 a 55 años (25,69%).

El método preventivo más recomendado es la absoluta abstinencia de ingerir humos y vapores nocivos para nuestro sistema respiratorio, además de utilizar mascarillas y utensilios básicos para protegerse del polvo en el aire.

Referencias

Bernal Torres, C. A. (2010). Metodología de la Investigación administración, economía, humanidades y ciencias sociales (Tercera Ed). Colombia: Pearson Education.

Botero, S., & Restrepo, D. (2015). Conceptos esenciales de la EPOC , prevalencia e impacto en América Latina. Medicina UPB, 34(1), 2015.

Calderón Cisneros, J., Ortiz Chimbo, K. M., & Alcívar Trejo, C. (2018). Análisis factorial exploratorio como método multivariante para validación de datos académicos en plataformas virtuales. Revista Lasallista de Investigación, 15(2), 10–19. https://doi.org/10.22507/rli.v15n2a1

Franceschini, F., Galetto, M., & Maisano, D. (2005). A short survey on air quality indicators: properties, use, and (mis)use. Management of Environmental Quality: An International Journal, 16(5), 490–504. https://doi.org/10.1108/14777830510614358

Gallego-Álvarez, I., Galindo-Villardón, M. P., & Rodríguez-Rosa, M. (2015). Analysis of the Sustainable Society Index Worldwide: A Study from the Biplot Perspective. Social Indicators Research, 120(1), 29–65. https://doi.org/10.1007/s11205-014-0579-9

Huang, H., Li, Y., Ariani, F., Chen, X., & Lin, J. (2014). Timing of Tracheostomy in Critically Ill Patients: A Meta-Analysis. PLoS ONE, 9(3), e92981. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0092981

Julia, D. C., Galindo, P. V., & Villardón, M. P. G. (2014). Grupos de discusión y HJ-Biplot: Una nueva forma de análisis textual. RISTI - Revista Iberica de Sistemas e Tecnologias de Informacao, (E2), 19–35. https://doi.org/10.17013/risti.e2.19-35

Sociedad Española de Medicina de Emergencias., E., García Gutiérrez, S., Antón, A., Piñera Salmerón, P., Martín Corral, J., Gorordo Unzueta, M. I., ... Quintana López, J. M. (2019). Emergencias : revista de la Sociedad Española de Medicina de Emergencias. Emergencias: Revista de la Sociedad Española de Medicina de Urgencias y Emergencias, ISSN 1137-6821, Vol. 31, No. 1 (Febrero), 2019, págs. 21-26 (Vol. 31). Saned. Retrieved from https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6737634

Sociedad Española de Medicina Rural y Generalista., C. A., Pascual Lledó, J. F., Cícero Guerrero, A., Cristóbal Fernández, M., Mayayo Ulibarri, M., & Villar Laguna, C. (2018). Semergen. Semergen: revista española de medicina de familia, ISSN 1138-3593, No. 5, 2018, págs. 310-315. Elsevier Doyma. Retrieved from https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6522416

Sociedad Española de Neumología y Cirugía Torácica., V., Asociación Latinoamericana del Torax., M. A., Palomo Cobos, L., García Sánchez, M., Castellanos, R. D., Jodra Sánchez, S., … Barrueco Ferrero, M. (2018). Archivos de bronconeumología. Archivos de bronconeumología: Organo oficial de la Sociedad Española de Neumología y Cirugía Torácica SEPAR y la Asociación Latinoamericana de Tórax (ALAT), ISSN 0300-2896, Vol. 54, No. 9, 2018, págs. 460-460 (Vol. 54). Sociedad Española de Neumología y Cirugía Torácica. Retrieved from https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6534159

Solanes, I., Bolíbar, I., Llauger, M. A., Peiro, M., Valverde, P., Fraga, M., … Plaza, V. (2018). ¿Es útil la implantación de programas de gestión clínica de los pacientes con enfermedad pulmonar obstructiva crónica? Comparación de la efectividad de dos intervenciones sobre la evolución clínica y la atención recibida. Atención Primaria, 50(3), 184–196. https://doi.org/10.1016/J.APRIM.2017.01.014

Vega-Hernández, M. C., Patino-Alonso, M. C., & Galindo-Villardón, M. P. (2018). Multivariate characterization of university students using the ICT for learning. Computers and Education, 121(June 2017), 124–130. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.03.004

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

Recebido/Submission: 19/11/2018
Aceitação/Acceptance: 23/12/2018

An Improvement of Reinforcement Learning Approach for Permutation of Flow-Shop Scheduling Problems

Yunior César Fonseca Reyna[1], Amilkar Puris Cáceres[2], Yailen Martínez Jiménez[3], Yaima Trujillo Reyes[2]

cfonseca@cnb.csic.es, apuris@uteq.edu.ec, yailenm@uclv.edu.cu, ytrujillo@uteq.edu.ec

[1] Laboratorio de Biocomputacíon, Centro Nacional de Biotecnología de Madrid, Calle Darwin, 3, 28049, Madrid, España.

[2] Universidad Técnica Estatal de Quevedo, 120508, km 1.5 vía Santo Domingo, Quevedo, Ecuador.

[2] Universidad Central Marta Abreu de las Villas, 50100, km 5.5 vía Camajuaní, Santa Clara, Cuba.

Pages: 257–270

Abstract: The tasks scheduling problem on linear production systems, Flow Shop Scheduling Problem, has been of a great importance in Operations Research. This paper addresses the problem of minimizing the completion time of all jobs, known in literature as makespan or C_{max}. This study presents an adaptation of a Reinforcement Learning approach known as Q-Learning which is combined with a local search to improve the solutions. The approach employs a NEH heuristic to give a potential starting solution in the search space and finally we applied the improvement through the different local search methods. An evaluation of different parameters combinations of the algorithm is also given. To validate the quality of the solutions, we test our approach on several standard Taillard's benchmark problems and the algorithm effectiveness is compared against eight other advanced techniques. The results show that the proposed algorithm reaches high-quality solutions in short computational times.

***Keywords*:** Flow-shop; makespan; optimization; q-learning; scheduling

1. Introduction

Scheduling is one of the most important issues in Operations Research. It is a form of decision-making that plays a crucial role in manufacturing and service industries and a very active field with a high practical relevance (Wu et al. 2005). A scheduling problem is to find sequences of jobs on a given set of machines with the objective of minimizing some function of the job completion times (Fonseca, M. Martínez, et al. 2015). Depending on the problem being solved, jobs and machines can take many forms, and the objectives can also vary. The problems can be classified according to different characteristics, for example, the number of machines (one machine, parallel machines), the job characteristics (preemption allowed or not, equal processing times) and so on.

When each job has a fixed number of operations requiring different machines, we are dealing with a shop problem, and depending on the constraints it presents, it can be classified as Open Shop, Job Shop, Flow Shop, etc.

In this research we focus on manufacturing scheduling where all jobs share the same route, specifically the Flow Shop Scheduling Problem (FSSP), which has been extensively studied due to its application in industry. This problem is typical of combinatorial optimization and can be found in manufacturing environments. Due to the NP-hard (Fonseca and M. Martínez 2017) nature of the problem, most of the solution procedures employ heuristic approaches to obtain near-optimal sequences in reasonable time. There are many methods for an approximation of the optimal solution by searching only a part of the space of feasible solutions (represented here by all the permutations).

The scheduling literature is abundant with many solution procedures for the FSSP that aim to minimize the makespan or another criterial. Ruiz and Moroto (Ruiz and Moroto 2005), and Mehmet and Betul (Mehmet and Betul 2014) have presented extensive reviews and evaluations of many exact methods, approximation methods, heuristics and meta-heuristics for the FSSP with the makespan as the criterium to optimise. Recently, (Seido-Nagano and HissashiMiyata 2016) published a review about constructive heuristics.

Metaheuristic approaches such as Simulated Annealing (SA), Tabu Search (TS) and Genetic Algorithms (GA) are very desirable to solve combinatorial optimization problems regarding to their computational performance (Zhang et al. 2009; Chaudhry and Munem khan 2012). Ant Colony Optimization (ACO) approach has been used to solve the FSSP too. Several ACO algorithms by Betul and Memet (Betul and Mehmet-Mutlu 2008), Tavares-Neto (Tavares-Neto and Godinho-Filho 2011) and Puris (Puris et al. 2007) applied this technique to minimize the makespan or another objectives and tested with well-known problems in literature. Even, many authors have investigated the Particle Swarm Optimization algorithm (PSO) to solve the FSSP. Such is the case of Chandresakaran et al. in (Chandrasekaran et al. 2007) where the makespan, total flowtime and completion time variance are considering simultaneously. In (Tasgetiren et al. 2007) the autor, proposed two variants of PSO called PSOvns and HCPSO respectively, which found many best solutions for the first 90 Taillard benchmark instances Taillard 1993. As it was mentioned before, many interesting approaches have been proposed to solve the FSSP. In the next section, the FSSP is described in detail. After this, we summarize the main results of the application of the Q-learning algorithm in the solution of the problem. We start by introducing a basic approach, which is modeled for the FSSP, and then we explain how to adapt this model in order to deal with the constraints that appear in the scheduling scenario. Finally, we present the results obtained by experimenting and comparing with other approaches reported in literature.

2. Material and Method

In many manufacturing and assembly facilities each job has to undergo a series of operations. Often, these operations have to be done on all jobs in the same order implying that the jobs have to follow the same route. The machines are then assumed to be set up in series and the environment is referred to as a FSSP (Pinedo 2008). There is

a set of m different machines $\{M_1,..., M_n\}$ and a set of n independent jobs $\{J_1,..., J_n\}$. Each job comprises a set of m operations which must be executed on the different machines. O_{ij} denotes the operation on machine i of job j. The objective is to find an ordering of the jobs on the machines or sequence that optimizes some given criterion. This paper adresses the problem of minimizing the completion time of all jobs, known in literature as makespan or C_{max}. This problem is usually denoted by $n|m|p|C_{max}$ Yamada 2003 and we take into account the following assumptions: Each job i can only be processed on one machine at any time; each machine j can process only one job i at any time; no preemption is allowed, i.e. the processing of a job i on a machine j cannot be interrupted; all jobs are independent and are available for processing at time zero; the set-up times of the jobs on the machines are sequence independent and are included in the processing times; the machines are continuously available; transportation times are negligible.

As mentioned, the objective is to find a permutation of jobs to be sequentially processed on a number of machines under the restriction that the processing of each job has to be continuous with respect to the objective of minimizing the C_{max}. Therefore: If we have $p(i,j)$ as the processing time of job i on machine j and a job permutation $J1,J2,...,Jn$, then we calculate the completion times $C(J_i,j)$ as follows :

$$C(J_1,1) = p(J_1,1) \tag{1}$$

$$C(J_i,1) = C(J_{i-1},1) + p(J_i,1) \quad for\ i = 2,...,n \tag{2}$$

$$C(J_1, j) = C(J_1, j-1) + p(J_1, j) \quad for\ j = 2,...,m \tag{3}$$

$$C(J_i, j) = max\{C(J_{i-1}, j), C(J_i, j-1) + p(J_i, j)\}\ for\ i = 2,...,n;\ for\ j = 2,...,m \tag{4}$$

$$C_{max} = C(J_n,m) \tag{5}$$

In other words, C_{max} is the end time of the last operation in the last machine (Fonseca, Y. Martínez, et al. 2017).

Reinforcement Learning (RL) is a learning approach which can be applied to a wide variety of complex problems. The ideas were originally developed by Sutton and Barto (Sutton and Barto 2016). RL is learning what to do (how to map situations to actions) so as to maximize a numerical reward signal. In the standard RL model, an agent is connected to its environment via perception and action, as depicted in Figure (1).

In each interaction step, the agent perceives the current state S of its environment, and then selects an action a to change this state. This transition generates a reinforcement signal r, which is received by the agent. The task of the agent is to learn a policy for choosing actions in each state to receive the maximal long-run cumulative rewards. RL methods explore the environment over time to come up with a desired policy (Y. Martínez 2012).

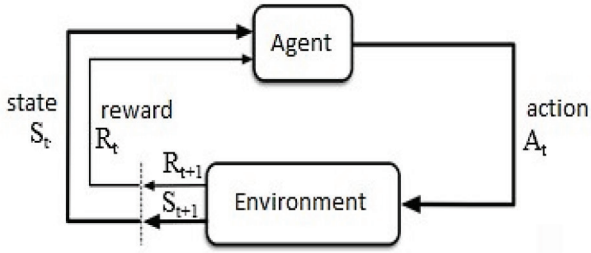


Figure 1 – The standard reinforcement learning model

Formally, the basic reinforcement learning model consists of: a set of environment states S; a set of actions A; a set of scalar "rewards" in R and a transition function T.

At each time t, the agent perceives its state $s_t \in S$ and the set of possible actions $A(s_t)$. It chooses an action $a \in A(s_t)$ and receives from the environment the new state s_{t+1} and a reward r_{t+1}, this means that the agent implements a mapping from states to probabilities of selecting each possible action. This mapping is called the agent's policy and is denoted π_t, where $\pi_t(s,a)$ is the probability that $a_t = a$ if $s_t = s$, in words, is the probability of selecting action a in state sat time t.

The reward function defines the goal in a RL problem. A RL agent's sole objective is to maximize the total reward it receives in the long run. Consequently, an agent in the RL paradigm must actively explore its environment to observe the effects of its actions. In summary, RL provides a flexible approach to the design of intelligent agents in situations for which, for example, planning and supervised learning are impractical. RL can be applied to problems for which significant domain knowledge is either unavailable or costly to obtain.

After presenting the basic idea of RL, we present the main concepts that have to be taken into account when solving a scheduling problem using RL. Figure 2 shows an initial idea of the learning environment. Following the standard model presented in Figure 1, this is how we map agents and actions in the environment when solving a scheduling problem. The scheduling environment defines the number of agents in the system and the relations among them. Agents may not know the global state of the system. To achieve better performance of agents or the system, agents communicate with each other to determine their actions based on the limited information.

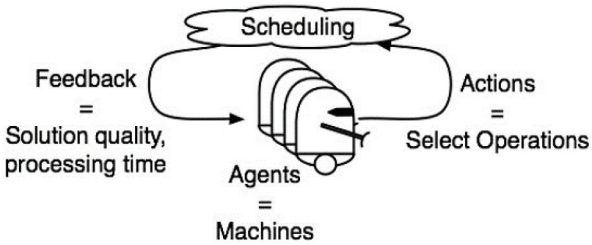


Figure 2 – Agents in a scheduling environment

FSSP are well suited to be modeled using the idea shown in the Figure 2 because the following information is always available at the beginning of the scheduling process:

A well-known RL algorithm is Q-Learning (QL) (Fonseca, A. Martínez Y. V., et al. 2019), which works by learning an action-value function that expresses the expected utility (i.e. cumulative reward) of taking a certain action in a given state. The core of the algorithm is a simple value iteration update, each state-action pair(s,a) has a Q-value associated. When action a is selected by the agent located in state s, the Q-value for that state-action pair is updated based on the reward received when selecting that action and the best Q-value for the subsequent state s^o. The update rule for the state action pair (s,a) is the following:

$$Q(s,a) \leftarrow Q(s,a) + \alpha[r + \gamma\, max_a o Q(s^o,a^o) - Q(s,a)] \quad (6)$$

In this expression $\alpha \in [0,1]$ is the learning rate and r the reward or penalty resulting from taking action a in state s. The learning rate α determines 'the degree' by which the old value is updated. QL has the advantage that is proven to converge to the optimal policy in Markov Decision Processes under some reasonable assumptions (Y. Martínez 2012).

Algorithm 1 shows the pseudo code of QL. This algorithm is used by the agents to learn from experience or training. Each episode is equivalent to one training session. In each training session, the agent explores the environment and gets the rewards until it reaches to goal state. The purpose of the training is to enhance the knowledge of the agent represented by the Q-values. More training will give better values that can be used by the agent to move in more optimal way.

The agent needs to find a balance between exploration and exploitation. The ε–*greedy* action selection method instructs the agent to select the action with the highest Q-value most of the time, but sometimes, to choose an action at **1** *Initialize* $Q(s,a)$ *arbitrarily*

```
1 Initialize Q(s, a) arbitrarily
2 for each episodes do
3     Initialize s
4     for each episodes step do
5         Choose a from s using policy derived from Q(e.g., e − greedy)
6         Take action a, observe state s' and r
7         Q(s,a)← Q(s, a) + α [r + γ max_a' Q(s', a') − Q(s, a)]
8         s ← s'
```

Algorithm 1 – Q-Learning Algorithm

random. The probability ε determines when to choose a random action; this allows to balance between exploration and exploitation.

Our approach uses QL to solve the FSSP (referred to as QL-FSSP), but incorporates the NEH heuristic idea developed by Nawaz et. al in (Nawaz et al. 1983) and apply four local

search operators to improve the final solution. When RL is applied to solve the FSSP, we use one agent as job permutation for this problem. This agent selects the actions that it must execute.

There are important elements to be decided when choosing the QL algorithm as solution method, which are summarized as follow:

States: For the agent, the definition of state will match with the jobs that have been completed and the order in which they were executed, that is, the sequence that has been built.

Actions: Similar to the NEH algorithm, taking an action by the agent is equivalent to decide into which position of the already constructed sequence that job with the largest total processing time will be entered, it is selected from the set of all the jobs that are still waiting to be processed.

Rewards: As described, the state is represented by the sequence that has been built, an action is to insert a new job into this sequence and taking into account that our ultimate goal is to minimize the makespan, we define $1/makespan$ as the reward; note that the greater is the makespan of the sequence, the lower the reward for the selected action. It should be noted that the largest Q-value determines the best action in any given state.

Q-values: The theoretical assumptions for the convergence of QL state that each state and action should be visited infinitely often. For scheduling problems, except for very small instances, this implies very large memory requirements in practice. So our algorithm stores only those states that are necessary, i.e., those in which the agent was present when actions were selected.

The proposed algorithm mechanism is schematically presented in Figure 3

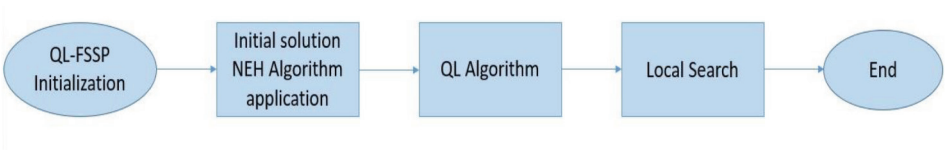


Figure 3 – The proposed algorithm mechanism

Initially, we introduced the well-known constructive heuristic NEH for the FSSP to obtain an initial sequence of jobs. Then, the QL algorithm take this sequence in order to improve the makespan. The Algorithm 2 summarized the QL algorithm applied to FSSP. When QL-FSSP algorithm determine the final solution, the local search phase begin taking into account four operators to explore the neighborhood of the obtained solution by the QL algorithm. The main idea of the local search procedure consist in select randomly one of these operators and modify the obtained sequence by QL-FSSP. If the new sequence is better than the current solution, the current solution is replaced. When the current solution is updated, local search continues for the new current solution in the same manner. This procedure is repeat while no better solution is found. The number of evaluated solutions without the makespan no better, is used as stopping criterion. Specifically, the following actions take place based on the operator value (*op*).

if op = 0, exchange of adjacent two jobs operator (Exchange Adjacent) is executed.

if op = 1, exchange of arbitrary two jobs operator (Exchange Arbitrary Two) is executed.

if op = 2, exchange of arbitrary three jobs operator (Exchange Arbitrary Three) is executed.

if op = 3, insert operation operator (Insert Operation) is executed.

Figures 4, 5, 6 and 7 shown schematically these operators.

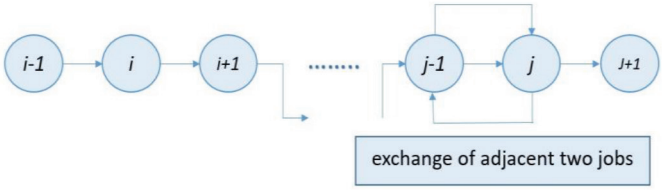


Figure 4 – Exchange of adjacent two jobs operator

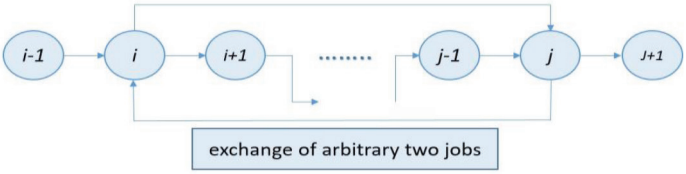


Figure 5 – Exchange of arbitrary two jobs operator

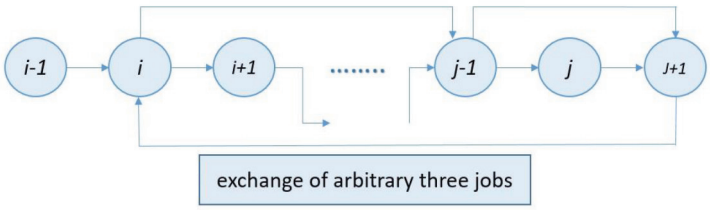


Figure 6 – Exchange of arbitrary three jobs operator

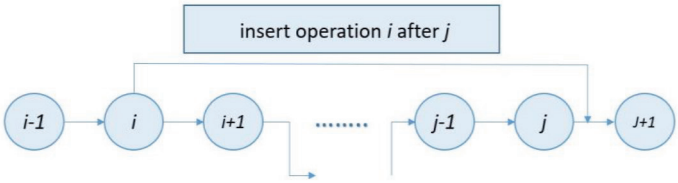


Figure 7 – Insert operator

Input**:** jobs sequence ordered by NEH algorithm: *Sequence*; Number of episodes: *episodes*; learning rate: α; discount factor: γ; value of epsilon; Number of evaluations:

```
Initialize:
Q(s, a) = []
Best = []
evaluationsAux ← evaluations
while ((episodes > 0) and (time < T_max)) do
    Initialize:
     seq = []
    while (!Sequence.processAllJobs()) do
        j_m ← selectPendenJobs()
        actions ← insertPointSet(j_m)
        if (random() < ε) then
            a ← random(actions)
        else
            a ← bestAction(seq, j_m, actions)
        Take action a, observe state s' and r = 1/makespan(s')
        Q(s,a)← Q(s, a) + α [r + γ max_a' Q(s', a') − Q(s, a)]
        s ← s'
    if makespan(seq) < makespan(Best) then
        Best ← seq
        evaluationsAux ← 0
    else
        evaluationsAux ← evaluationsAux + 1
        if (evaluationsAux > evaluations) then
            return Best
    episodes ← episodes − 1
```

Algorithm 2 – Q-Learning Applied to FSSP.

3. Result

In order to test the algorithm, we used the benchmark instances located in the OR-Library (Beasley 1990). The OR-Library is a library of problem instances covering various Operation Research problems. For this, we used different cases to compare the obtained results with the solutions offered in this research. We take the first 90 instances from Taillard's (Taillard 1993) datasets, 10 of each of the sizes 20×5, 50×5, 100×5, 20×10, 50×10, 100×10, 20×20, 50×20, 100×20. Every test was repeated with 10 runs

for each instance. Hence, there were 900 runs in total. The best-known upper bounds for these problems were used for comparison purposes. The Q-Learning algorithm was implemented in Java, running on a Pentium IV PC, with 2.4 GHz CPU and 2 GB RAM.

The performance of the proposed approach was compared with the performances of the ACO methods proposed by Stuetzle known MMAS (Stu¨etzle 1998) and the algorithms M-MMAS and PACO proposed by Rajendran and Ziegler (Rajendran and Ziegler 2004); a multiobjective ACO algorithm known MOACSA proposed by Betul and Mehmet (Betul and Mehmet-Mutlu 2010); the NEH heuristic presented by Nawaz et. al (Nawaz et al. 1983); a PSO metaheuristic proposed by Tasgetiren et. al known PSO_{VNS} (Tasgetiren et al. 2007) and the Genetic Algorithms HGA RMA developed by Ruiz and Moroto (Ruiz, Maroto, et al. 2006) and the $NEGA_{VNS}$ presented in (Zobolas et al. 2009). We selected these approaches to compare mainly because they used the same instances and reported results for all of them. In this research, we do not take the whole group of instances (120) because some authors do not provide results for all of them.

The stopping criterion is fixed to a given maximum elapsed CPU time that follows the expression $T_{max} = n*m/10$ milliseconds where n is the number of jobs and m is the number of machines, which results in practical computational times for all Taillard instances. It should be mentioned that (Ruiz, Maroto, et al. 2006) recoded all the implementations (except MOACSA, PSO_{VNS} and $NEGA_{VNS}$) to compare them more faithfully. For this reason, the reported results in (Ruiz, Maroto, et al. 2006) will be used for the comparative study. The previous expression is used in (Zobolas et al. 2009) and the $NEGA_{VNS}$ performance is compared with the results obtained in (Tasgetiren et al. 2007) and (Ruiz, Maroto, et al. 2006).

Taking into account the Dongarra research concerning the computational power of various computer configurations ranging from home PCs to modern supercomputers in (Dongarra 2014), we developed an analysis to conduct a fairer comparison between all methods. Although computational times are also affected by other parameters such as the programming skills of the developer, the compiler, the programming language, and the precision used during the execution of the runs, a scaling factor is calculated.

Some initial experiments were performed in order to analyze the learning process under the effect of different parameters values. Typical combinations for the QL algorithm are the following (Y. Martínez 2012):

C_1 : episodes = n ∗ m,α = 0.1,γ = 0.8,ε = 0.2

C_2 : episodes = n ∗ m,α = 0.1,γ = 0.9,ε = 0.1

C_3 : episodes = n ∗ m,α = 0.1,γ = 0.8,ε = 0.1

C_4 : episodes = n ∗ m,α = 0.1,γ = 0.9,ε = 0.2

After executing different experiments for each combination, we decided to keep the third combination, as it was able to yield better results:

C_3 : episodes = n ∗ m,α = 0.1,γ = 0.8, ε = 0.1

For this, we randomly take 10 instances from Taillard's and we apply a nonparametric test to determine the best combination using the results from these executions. We executed

10 runs for all the instances. Then, we applied the Friedman test to determine if there are significant differences and the Bergman Hommel's test to do multiple comparisons. The results obtained show that C_3 was the best combination.

Table 1 shows the Q-Learning performance under differents parameters combinations to ta001, ta007, ta011, ta022, ta034, ta052, ta057, ta062, ta078 and ta083 Taillard instances. In these cases, the Mean Relative Error (*MRE*) is calculated. The RE_{avg} is defined as:

$$RE_{arg} = \sum_{i=1}^{10} \left[\frac{MK_i - UB_i}{UB_1} * 100 \right] / 10 \tag{7}$$

where *MK* is the makespan obtained by our approach, *UB* is the upper bound, $C_{max}(avg)$ is the average makespan achieved by QL-FSSP over 10 runs for each instance, and RE_{avg} is the relative error of the average makespan achieved from the best known makespan. The *MRE* takes into account the average of the results for the whole group of instances.

		C1		C1		C1		C1	
Inst.	**UB**	**Cmax (avg)**	**REavg**	**Cmax (avg)**	**REavg**	**Cmax (avg)**	**REavg**	**Cmax (avg)**	**REavg**
ta001	1278	1278.0	0.000%	1278.0	0.000%	1278.0	0.000%	1278.0	0,000%
ta007	1239	1243.2	0.339%	1247.3	0.670%	1239.0	0.000%	1241.3	0.186%
ta011	1582	1584.1	0.133%	1590.1	0.512%	1582.1	0.006%	1586.1	0.259%
ta022	2099	2107.3	0.395%	2103.4	0.210%	2101.1	0.100%	2102.1	0.148%
ta034	2751	2752.1	0.040%	2753.5	0.091%	2751.0	0.000%	2751.0	0.000%
ta052	3704	3761.3	1.547%	3764.2	1.625%	3747.2	1.166%	3747.3	1.169%
ta057	3704	3759.4	1.496%	3758.2	1.463%	3757.5	1.444%	3756.1	1.407%
ta062	5268	5268.4	0.008%	5271.3	0.063%	5268.0	0.000%	5272.2	0.080%
ta078	5617	5662.1	0.803%	5658.1	0.732%	5659.2	0.751%	5661.1	0.785%
ta083	6271	6363.3	1.472%	6362.2	1.454%	6362.7	1.462%	6365.2	1.502%
MRE			0.623%		0.682%		0.493%		0.554%

Table 1 – Q-Learning Performance under four parameters combinations

Table 2 shows that the proposed algorithm is able to obtain good results. For 30 instances, the Q-Learning algorithm matched the best-known upper bound for all runs. The average of RE for all the instances was less than 1.00 percent taking into account the UB except for the 100 × 20 instances.

Instances	**20 × 5**	**20 × 10**	**20 × 20**	**50 × 5**	**50 × 10**	**50 × 20**	**100 × 5**	**100 × 10**	**100 × 20**	**Average**
MRE (%)	0.000	0.258	0.375	0.000	0.382	0.924	0.000	0.473	1.171	0.395

instances equal	10	6	1	10	2	0	10	3	0	42
instances worse	0	4	9	0	8	10	0	7	10	48

Table 2 – Performance solutions of the QL algorithm

Table 3 shows the comparative study between our approach and the other eight algorithms.

n	m	MMAS	M-MMAS	PACO	HGA_RMA	MOACSA	NEH	PSO_{VNS}	$NEGA_{VNS}$	QL-FSSP
20	5	0.41%	0.04%	0.18%	0.04%	1.34%	3.26%	0.03%	0.00%	0.00%
	10	0.59%	0.07%	0.24%	0.02%	0.39%	4.59%	0.02%	0.01%	0.25%
	20	0.41%	0.06%	0.18%	0.05%	2.74%	3.73%	0.05%	0.02%	0.37%
50	5	0.15%	0.02%	0.05%	0.00%	0.55%	0.73%	0.00%	0.00%	0.00%
	10	2.19%	1.08%	0.81%	0.72%	0.00%	4.57%	0.57%	0.82%	0.38%
	20	2.48%	1.93%	1.41%	0.99%	0.05%	6.06%	1.36%	1.08%	0.92%
100	5	0.20%	0.02%	0.02%	0.01%	0.85%	0.65%	0.00%	0.00%	0.00%
	10	0.93%	0.39%	0.29%	0.16%	0.00%	2.18%	0.18%	0.14%	0.47%
	20	2.24%	2.42%	1.93%	1.30%	0.00%	4.28%	1.45%	1.40%	1.17%
		1.07%	0.67 %	0.57%	0.365%	0.657%	3.337%	0.407%	0.385%	0.395%

Table 3 – Comparison of QL-FSSP with other algorithms for the FSSP

As seen in Table 3, the HGA RMA, PSO_{VNS}, $NEGA_{VNS}$ and QL-FSSP perform very well in Taillard instances with mostly minor differences between them. These four algorithms manage to generate much better results than the other ones. The best and second best values of RE_{avg} are colored in the table with dark gray and light gray, respectively.

Specifically, HGA RMA has the lowest average deviation from the bestknown solutions and produces the best results for 50×5 instances. This method reached the second place in 20 × 5, 20 × 10 and 100 × 5 instances. $NEGA_{VNS}$ demonstrates the best results in 20 × 5, 20 × 10, 20 × 20, 50 × 5 and 100 × 5. PSO_{VNS} obtained the best results in 50 × 5 and 100 × 5 instances while QLFSSP has the third lowest average deviation with 0.395% with three first places (20 × 5, 50 × 5, 100 × 5) and two second places (50 × 10, 20 × 5).

In order to determine if there are statistically significant differences between the algorithms under consideration, we applied the Friedman test and the Holm procedure for the post hoc analysis. Figure 8 shows that QL-FSSP ranked again significantly better than the other algorithms, excepting $NEGA_{VNS}$.

It should be mentioned that average computational times for individual instances are not reported in Ruiz, Maroto, et al. 2006. On the other hand, Tasgetiren et al. in Tasgetiren et al. 2007, Zobolas et. al in Zobolas et al. 2009 and Betul and Mehmet in Betul and

Mehmet-Mutlu 2010 report average computational times for groups of instances which are compared to QL-FSSP in Table 4

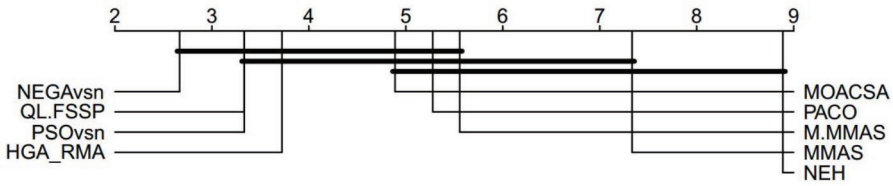


Figure 8 – Comparison of all the algorithms against each other using the Friedman test and the Bergman Hommel's procedure for the post hoc analysis. Groups of algorithms that are not significantly different (at p – value ≥ 0.05) are connected. The ranks were computed according to the Table 3.

	TAVE			
Instances	**QL-FSSP**	**NEGA$_{VNS}$**	**MOACSA**	**PSO*VNS***
ta001 - ta010	2.8	2.2	4.0	13.5
ta011 - ta020	9.1	12.2	6.0	26.3
ta021 - ta030	38.4	29.2	9.0	69.3
ta031 - ta040	21.3	8.2	34.0	2.8
ta041 - ta050	50	32.3	47.0	79.8
ta051 - ta060	100	55.0	71.0	168.1
ta061 - ta070	46.8	30.8	243.0	52.6
ta071 - ta080	100	58.7	332.0	211.0
ta081 - ta090	200	122.7	483.0	310.8
AVERAGE	63.16	39.04	137.0	103.8

Table 4 – Comparison of average running times

4. Conclusions

This paper presented a RL algorithm known as QL to solve the FSSP. The effectiveness of the proposed algorithm is evaluated by considering the benchmark problems and upper bound values for the makespan, given by Taillard. From the results we can conclude that the proposed method constitutes an interesting alternative to solve complex scheduling problems. The numerical experiments demonstrate its potential applicability and also that it is clearly similar or superior to the previously proposed metaheuristics. Finally, we want to highlight that the proposed algorithm is simple and easy to implement. It is important to mention that we are currently studying the main characteristics of the $NEGA_{VNS}$ algorithm, which results are slightly better than ours and a new reward function or a variable neighborhood search could be added to our learning algorithm in order to construct alternative solutions.

References

Beasley, J. E. (1990). OR-Library. Retrieved from http: //people.brunel.ac.uk/□mastjjb/jeb/info.html

Betul, Y. & Mehmet-Mutlu, Y. (2008). Ant colony optimization for multi-objective flow shop scheduling problem. *Computers & Industrial Engineering*, *54*, 411–420.

Betul, Y. & Mehmet-Mutlu, Y. (2010). A multi-objective ant colony system algorithm for flow shop scheduling problem. *Expert Systems with Applications*, *37*, 1361–1368.

Chandrasekaran, S., Ponnambalam, S., Suresh, R., & Vijayakumar, N. (2007). Multi-objective particle swarm optimization algorithm for scheduling in flowshops to minimize makespan, total flowtime and completion time variance. In *IEEE Congress on Evolutionary Computation* (pp. 4012–4018).

Chaudhry, I. A. & Munem khan, A. (2012). Minimizing makespan for a no-wait flowshop using genetic algorithm. *Sadhana*, *36*(6), 695–707.

Dongarra, J. (2014). *Performance of various computers using standard linear equations software*. Computer Science Department, University of Tennessee, Knoxville, TN. CS-89-85.

Fonseca, Y., Martínez, A., Y. Verdecia, & Rodríguez, E. (2019). Optimization of Heavily Constrained Hybrid-Flexible Flowshop Problems using a Multi-Agent Reinforcement Learning Approach. *Revista Investigación Operacional*, *40*(1), 100–111.

Fonseca, Y. & Martínez, M. (2017). Adapting a Reinforcement Learning Approach for the Flow Shop Environment with Sequence-Dependent Setup Time. *Revista Cubana de Ciencias Informáticas*, *11*(1), 41–57.

Fonseca, Y., Martínez, M., Bermudez, J., & Méndez, B. (2015). A Reinforcement Learning Approach for Scheduling Problems. *Revista Investigación Operacional*, *36*(3), 225–231.

Fonseca, Y., Martíınez, Y., & Nowé, A. (2017). Q-Learning algorithm for m-machine, n-jobs Permutational Flow Shop Scheduling Problems to minimize makespan. *Revista Investigación Operacional*, *38*(3), 281–290.

Martínez, Y. (2012). *A Generic Multi-Agent Reinforcement Learning Approach for Scheduling Problems* (PhD Thesis, Vrije Universiteit Brussel, Brussel, Belgium).

Mehmet, Y. & Betul, Y. (2014). Multi-objective permutation flow shop scheduling problem: Literature review, classification and current trends. *Omega*, *45*, 119–135. retrieved from http://dx.doi.org/ 10.1016/j.omega.2013.07.004

Pinedo, M. (2008). *Scheduling Theory, Algorithms, and Systems* (3th) (U. Englewood Cliffs, Ed.). New Jersey: Prentice Hall Inc.

Puris, A. et al. (2007). “Two-stage ACO to solve the job shop scheduling problem.” In: Lecture and Notes in Computer Science. 4756, 447-456.

Rajendran, C. & Ziegler, H. (2004). Ant-colony algorithms for permutation flowshop scheduling to minimize makespan/total flowtime of jobs. *European Journal of Operational Research*, *115*, 426–438.

Ruiz, R., Maroto, C., & Alcaraz, J. (2006). Two new robust genetic algorithms for the flowshop scheduling problem. *Omega—International Journal of Management Science*, *34*, 461–476.

Ruiz, R. & Moroto, C. (2005). A comprehensive review and evaluation of permutation flowshop heuristics. *European Journal of Operation Research*, *64*, 278–275.

Seido-Nagano, M. & Hissashi-Miyata, H. (2016). Review and classification of constructive heuristics mechanisms for no-wait flow shop problem. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, *86*, 2161–2174.

Stuëtzle, T. (1998). An ant approach for the flow shop problem. In V. Mainz (Ed.), *Proceedings of the 6th European Congress on Intelligent Techniques and Soft Computing (EUFIT 98)* (Vol. 3, pp. 1560– 1564). Aachen,Germany.

Sutton, R. & Barto, A. (2016). *Reinforcement Learning (An Introduction)* (2th). Cambridge, Massachusetts: The MIT Press.

Taillard, E. (2007). Benchmarks for basic scheduling problems. *European Journal of Operational Research*, *64*(2), 278–285.

Tasgetiren, M. F., Liang, Y. C., Sevkli, M., & Gencyilmaz, G. (2011). A particle swarm optimization algorithm for makespan and total flowtime minimization in the permutation flowshop sequencing problem. *European Journal of Operational Research*, *177*, 1930–1947.

Tavares-Neto, R. & Godinho-Filho, M. (2005). An ant colony optimization approach to a permutational flowshop scheduling problem with outsourcing allowed. *Computers & Operations Research*, *38*, 1286–1293. retrieved from http://doi:10.1016/j.cor.2010.11.010

Wu, T., Ye, N., & Zhang, T. (2003). Comparison of distributed methods for resource allocation. *International Journal of Production Research*, *43*(3), 515–536.

Yamada, T. (2009). *Studies on Metaheuristics for Jobshop and Flowshop Scheduling Problems* (Tesis Doctoral, Kyoto University, Kyoto, Japan).

Zhang, Y., Li, X., & Wang, Q. (2009). Hybrid genetic algorithm for permutation flowshop scheduling problems with total flowtime minimization. *European Journal of Operational Research*, *196*, 869– 876.

Zobolas, G., C.D. Tarantilis, & Ioannou, G. (2009). Minimizing makespan in permutation flow shop scheduling problems using a hybrid metaheuristic algorithm. *Computers & Operations Research*, *36*, 1249–1267.

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

Recebido/Submission: 07/10/2018
Aceitação/Acceptance: 15/12/2018

Las Tecnologías de la Comunicación en la historia de las campañas electorales

Andrés Valdez Zepeda[1], Marco-Tulio Flores Mayorga[2]

azepeda@cucea.udg.mx, marcot@redudg.udg.mx

[1] Profesor e investigador del Centro Universitario de Ciencias Económico Administrativas – Universidad de Guadalajara, periférico norte 799, núcleo universitario Los Belenes, C.P. 45100, Zapopan, Jalisco, México.

[2] Profesor e investigador del Centro Universitario de Ciencias Económico Administrativas – Universidad de Guadalajara, periférico norte 799, núcleo universitario Los Belenes, C.P. 45100, Zapopan, Jalisco, México.

Pages: 271–285

Resumen: En esta investigación, se realiza un análisis sobre las relaciones que se han dado entre las tecnologías de la comunicación y las campañas electorales desde una perspectiva histórica. Se inicia con una revisión del uso de la palabra y el lenguaje como tecnología de la comunicación aplicado en la política, pasando por el cartel, la imprenta, megáfono, telégrafo, teléfono, la radio, cine, televisión, internet y las redes sociales hasta la inteligencia artificial. Se concluye que las tecnologías de la comunicación han revolucionado históricamente la forma cómo se realizan las campañas electorales en el mundo, y han posibilitado un mayor nivel de competencia política, lo que ha incidido, también en el fortalecimiento de la democracia electoral.

Palabras-clave: Tecnologías y comunicación, historia, campañas electorales, comunicación política y democracia electoral.

The Technologies of Communication in the history of electoral campaigns

Abstract: In this essay, an analysis is made of the relationships that have occurred between communication technologies with electoral campaigns in a historical perspective. It starts from the analysis of the use of the word and language as communication technology in politics, through the megaphone, the telegraph, the telephone, the radio, the cinema, television, the Internet, social networks and the artificial intelligence. It is concluded that communication technologies have revolutionized the way electoral campaigns are carried out in the world and have enabled a greater level of political competition, which has also influenced the strengthening of electoral democracy.

Keywords*:* Technologies, communication, history, electoral campaigns, political communication and electoral democracy.

1. Introducción

Las campañas electorales nacen asociadas a los sistemas políticos de cuño democrático, donde el poder emana del voto y voluntad de los electores (Sartori, 2015). Las primeras campañas electorales, se organizaron durante las democracias ateniense y romana en las que el poder político dependía de la voluntad y sufragio de los electores. Los candidatos buscaban persuadir a los votantes en el ágora pública a través de discursos sobre los asuntos de interés público. En aquellos tiempos, solo podía votar una parte minoritaria de la sociedad, generalmente varones adultos, que tuvieran entrenamiento militar, que hubieran pagado sus impuestos a la ciudad, quedando fuera del sistema electoral la mayoría de la población (las mujeres, esclavos) Solo en caso de la democracia romana, la "plebe" podía votar y decidir sobre algunos asuntos públicos.

Estos fueron los primeros ejercicios democráticos y de comunicación política bajo sistemas de competencia. Fue en esa época, cuando Quintus Tulio Cicerón escribió el primer Manual de Elecciones, para tratar de ayudar a su hermano (Marco Tulio Cicerón) con algunos consejos prácticos para comunicarse mejor con los electores, a fin de tratar de ganar una elección y así poder ocupar un puesto en el senado romano.

Sin embargo, por muchos siglos, se impusieron regímenes totalitarios o autoritarios y la democracia como sistema político y de gobierno, fue abolida. No fue sino hasta la segunda mitad del siglo XIX d C., cuando renació el concepto de democracia, junto al de derechos humanos, el sufragio universal y a la abolición de la esclavitud.

La primer gran campaña electoral en tiempos modernos se impulsó en Reino Unido. "En la historia de las campañas, se considera que el primer ejercicio de persuasión electoral moderno, fue llevado cabo por el primer ministro británico William Gladstone, entre 1876 y 1880. Esta campaña (conocida como la Campaña de Midlothian, por la ciudad escocesa) consistió en una serie de discursos públicos y abiertos a la sociedad, algunos incluso de más de cinco horas, sobre la política exterior británica en relación a las atrocidades que cometía el Imperio Otomano contra los búlgaros."

A partir de este primer ejercicio político moderno, se inició una nueva etapa en la comunicación política en lo general y para las campañas electorales, en lo particular, con nuevos patrones de organización y uso de diferentes instrumentos tecnológicos para tratar de alcanzar su objetivo (Mendé, 2003).

De esta forma, la tecnología se insertó en la política y cambió la manera de comunicarse y hacer campaña electoral, transformando también los procesos electorales y las diferentes estrategias de los candidatos a un puesto de representación pública y partidos o grupos políticos para comunicarse con los votantes y tratar de ganarse el voto a su favor (Brea, 1989).

Las tecnologías de la comunicación han servido históricamente para acceder y conservar posiciones de poder político o para tratar de retar y cambiar al propio poder político. De ahí la importancia de conocer la evolución y desarrollo de las tecnologías de la comunicación que han sido usadas durante las campañas electorales como parte de los procesos de democratización de los sistemas políticos en el mundo.

En este escrito, se analizará y describirá el uso de las tecnologías de la comunicación en las campañas electorales, a partir del uso de la palabra (como tecnología para la

persuasión política), pasando por el cartel hecho a mano, la imprenta (manifiestos, libros, pancartas, folletos, dípticos, etc.), el megáfono y el sonido, el telégrafo, el teléfono, la fotografía, la radio, el cine, la televisión y la internet, hasta llegar a describir las más modernas campañas electorales sustentadas en la inteligencia artificial (*big data*).

El objetivo de la investigación es analizar la relación entre la tecnología de la comunicación y las campañas electorales históricamente, con el propósito de describir cómo la tecnología ha cambiado la forma de hacer campaña electoral y ha incidido en mejorar los niveles de competitividad política.

Las preguntas de investigación fueron las siguientes ¿Qué tecnologías de la comunicación se han usado a lo largo de la historia de las campañas electorales? ¿Cuáles han sido los objetivos que se han buscado con la incorporación de las tecnologías de la comunicación a las campañas electorales? ¿Qué impacto han tenido las tecnologías en las campañas electorales? ¿De qué manera la tecnología de la comunicación ha cambiado a las campañas electorales y ha incidido en el proceso de democratización política?

Para Valeria (2016), se denomina como tecnología al conjunto de conocimientos con los que se crean productos y servicios que le permiten al ser humano resolver un problema, adaptarse al medio ambiente, cubrir sus necesidades y/o satisfacer sus deseos.

Para el caso de las campañas electorales, la tecnología ha tenido el objetivo central de mejorar la comunicación, acercar a la gente, hacer más fácil y accesible el intercambio de información, ahorrar recursos, facilitar la comunicación y, sobre todo, el tratar de influir en la conducta y comportamiento de los votantes.

Hasta aquí hemos conceptualizado lo que es la tecnología y hemos descrito sus objetivos y principales usos. A continuación, contextualizaremos sobre las campañas electorales y su relación con el uso de las tecnologías, como instrumentos o medios estratégicos para comunicarse y persuadir a los votantes para tratar de conseguir su voto.

Las campañas electorales están asociadas a los sistemas políticos sustentados en la libertad de elección y la competencia política (Brea, 1989). Es decir, a los sistemas democráticos. En la época moderna, la democracia se desarrolló a partir de la segunda mitad del siglo XIX gracias al sufragio universal, la abolición de la esclavitud, el reconocimiento de los derechos políticos como un derecho humano, el voto secreto, el nacimiento de los partidos políticos, y sobre todo, de la construcción de la ciudadanía (Dieter, 2011).

Las campañas electorales implican una confrontación por el poder entre partidos y grupos políticos que están en competencia y que buscan obtener el voto de la mayoría de los electores para acceder o conservar las posiciones de representación pública. Además, suponen un proceso de conciliación de voluntades y de persuasión, tratando de construir mayorías electorales estables que es el sustento de todo sistema de cuño democrático (Godínez y Cornejo, 2017), también son un proceso de investigación para conocer a los electores, así como el impulso de diferentes estrategias de organización, comunicación, movilización para el cuidado y defensa del voto (Mendé, 2003).

Toda campaña electoral se estructura a partir de, al menos, dos frentes: Uno para tratar de obtener el mayor número de votos posibles y, el segundo, para tratar de que sus

opositores no obtengan esos votos. Es decir, uno de carácter positivo y propositivo y el segundo de crítica y cuestionamiento hacia sus adversarios.

Las campañas electorales se ganan o se pierden a nivel estratégico o táctico. Es decir, la estrategia define su resultado, moldea su destino. Como parte de estas estrategias, se utiliza una serie de medios e instrumentos para alcanzar los fines propuestos. Entre estos medios, se encuentran las tecnologías de la comunicación para influir en el comportamiento y conducta de los votantes. Estas tecnologías de la comunicación han variado desde el uso de la palabra como tecnología, pasando por el cartel publicitario de la democracia griega hasta la tecnología que sustenta las actuales redes sociales y la inteligencia artificial.

Hasta aquí hemos señalado que las tecnologías de la comunicación forman parte del trazo estratégico. En los siguientes apartados, se describe la evolución del uso de las tecnologías de la comunicación en las campañas electorales, desde la antigüedad hasta las campañas electorales actuales del primer cuarto del siglo XXI.

Desde el inicio de la historia y por su naturaleza gregaria, el hombre requirió de la palabra y los gestos para comunicarse, relacionarse y poder realizar diferentes actividades conjuntas, ya sea de casería, recolección o integración (Arguello, 2016). Con el pasar de los años, surgieron los idiomas y los lenguajes que facilitaron la comunicación entre las personas. La palabra y el lenguaje fueron unas de las primeras herramientas tecnológicas que usó el ser humano para enfrentar los desafíos de la vida (Coppens, 2006). Con su perfeccionamiento, la palabra y el lenguaje han moldeado, de una u otra forma, a las civilizaciones y también a la política.

En materia política, el discurso fue utilizado, por primera vez, por los jerarcas de los clanes y tribus nómadas para organizarse y enfrentar a tribus enemigas. Con el nacimiento de los Estados, surgieron los principados, las dinastías y los imperios, donde la palabra fue utilizada como instrumento de gobierno (Sáens, 2013).

Durante la época de la democracia griega y romana, la palabra se utilizó como instrumento de persuasión para convencer a los ciudadanos y conseguir su voto, por medio de sendos discursos pronunciados en asambleas. De esta forma, desde la retórica de Aristóteles hasta los discursos modernos, la palabra siempre ha sido utilizada como tecnología de persuasión.

Hoy día, la palabra y el lenguaje siguen siendo parte central del proceso de comunicación política durante las campañas electorales. Con los avances de las nuevas tecnologías está siendo mediada, ya sea por dispositivos tecnológicos, medios masivos de comunicación o por las denominadas redes sociales.

Después de la palabra, utilizada originalmente en el ágora o plaza pública, aparece el cartel publicitario como instrumento de comunicación política. En los primeros carteles pegados en las calles y muros de las ciudades romanas, se publicitaba el nombre de los candidatos a ocupar un cargo de elección popular y sus principales propuestas.

Por ejemplo, en Pompeya durante el siglo VII a.C. se usaron los carteles como tecnología para tratar de persuadir a los electores y ganar su voto. De acuerdo con Familiar (2018) los carteles electorales eran de color rojo y negro con un mismo diseño: se añadían exhortaciones como: “Os pido que hagáis duunviro a Gayo Julio Polibio”, así como los nombres de las personas que hacían la propuesta, conocido como rogatores”.

En aquellos tiempos, los carteles electorales se difundieron de manera clandestina. Fueron la forma privilegiada de la comunicación política (Gartizia y López, 2002). Con el pasar del tiempo, el cartel electoral evolucionó hacia el uso del periódico mural que era colocado en lugares públicos y concurridos, hasta llegar al gallardete y el espectacular que hoy día son muy comunes en la vía pública.

Los antecedentes más antiguos de la imprenta fueron los sellos que usaban los romanos por el año 440 a. C. para imprimir distintas inscripciones sobre hojas de arcilla y así poder difundir sus órdenes y proclamas. Los papiros egipcios, los impresos sobre tablillas de arcilla y los manuscritos medievales son otros antecedentes de la imprenta (Báez, 2015 y Vergara y Huidobro, 2016). Además, en la Alta Edad Media se usaba la xilografía para publicitar panfletos de ideas religiosas y políticas, consistente en moldes impresos sobre madera que se impregnaba con papel estampado, dejando una marca tipo agua.

Sin embargo, la invención de la imprenta se le atribuye a Johannes Gutenberg en 1450, lo que permitió reproducir textos e imágenes sobre papel, tela o madera (Corral, 2017). Las primeras impresiones mecanizadas fueron de la biblia y otros textos religiosos (Misal de Constanza), lo que logró rapidez en la reproducción. Con ello, se generó una revolución social porque facilitó la propagación de las ideas y nuevos conocimientos, dando lugar al renacimiento (Williams, 1992). En el caso de América, las primeras impresiones mecanizadas se dieron en 1593 cuando Juan Cromberger y Juan de Zumarraga montaron una imprenta en la ciudad de México en el año 1539. Los primeros textos impresos fueron también religiosos (Escala espiritual para llegar al cielo, de San Juan Clímaco, escrito en España en 1532).

La imprenta revolucionó la forma como se reproducían y comunicaban las ideas y los conocimientos, lo que, en su momento, fue utilizado para propagar las ideas políticas y generar movimientos sociales y políticos (Williams, 1992).

El megáfono es un aparato en forma de cono que permite ampliar el alcance de la comunicación verbal y que se usa para amplificar sonidos. Consiste de tres partes: un micrófono, un amplificador y un alta voz. Su función principal es aumentar el nivel de decibelios y tener una amplificación del alcance del sonido.

Tanto Samuel Mouland como Anthanasius Kircher se dicen sus inventores. Sin embargo, fue Tomas Alba Edison, quien lo desarrolló como instrumento de comunicación y lo hizo popular en 1878 (Williams, 1992). Se utilizó por primera vez en el campo militar y en los deportes (Williams, 2015). Posteriormente, en actividades de carácter político.

En 1877, Tomas Alba Edison inventó el fonógrafo, también conocido como toca disco, el cual posibilitó amplificar el sonido a miles de watts de potencia de amplificación. En su momento, este invento, conjuntamente con el megáfono, fue utilizado como altavoz en las actividades políticas y en las campañas electorales.

En el caso de la comunicación política y las campañas electorales, Adolfo Hitler lo utilizó sistemáticamente en sus campañas desde 1925 y en la campaña electoral de 1932. Sus discursos de campaña llegaron a miles de jóvenes alemanes. Fue así como el arte de la oratoria se perfeccionó con el uso de los amplificadores de sonido.

El telégrafo y el alfabeto para transmitir la información fue inventado por Samuel Finley Beese Morse en 1837, aunque el francés Jean Antonine Nollet ya había realizado

las primeras transmisiones de datos en 1752. Este aparato posibilitó la comunicación a distancia entre las personas, revolucionando las comunicaciones, ya que permitía la transmisión de mensajes codificados mediante líneas alámbricas (Jackson, 2003 y Astorgano, 2012).

En el caso de la política, el telégrafo fue utilizado como instrumento de comunicación entre los gobernantes, principalmente con otros gobiernos, y posteriormente cuando se institucionalizaron las campañas electorales como procedimientos rutinarios de las incipientes democracias. Sirvió como un medio más para agilizar la comunicación política (planeación y logística de campañas, transmisión de información oportuna).

El teléfono fue inventado por Antonio Meucci en 1854 pero desarrollado y patentado en 1876 por Alexander Graham Bell y Elías Gray (Williams, 1992). Este invento posibilitó la comunicación a distancia entre personas, ya que permitía la transmisión eléctrica de voz. El teléfono también acerca a las personas y permite una comunicación inmediata a larga distancia (Jackson, 2003).

En sus inicios, el teléfono era un aparato alámbrico muy rudimentario, pero fue evolucionando hasta convertirse en un sofisticado instrumento de comunicación digital, móvil e inteligente (De Vera, 2018).

Este instrumento, en una primera etapa de su desarrollo ayudó a las campañas en actividades de comunicación, organización y persuasión electoral. Posteriormente, se utilizó para comunicarse con los electores, a través de llamadas en las que se les invitaba a votar por una determinado candidato o partido político. De igual forma, se usaron los teléfonos para tratar de denostar y atacar a los adversarios, impulsando sendas campañas negativas. En su versión digital, revolucionó la forma de cómo se realizan las campañas electorales. Los teléfonos inteligentes fueron usados, a nivel mundial y de manera generalizada, a partir del 2007 y que con acceso a la Internet y a redes sociales, hace muy útil la comunicación (Gómez, 2010).

Por ejemplo, en el 2012, tanto Barack Obama candidato por el Partido Demócrata a la presidencia de los Estados Unidos de Norteamérica, como Mitt Romney, candidato por el Partido Republicano, utilizaron por primera vez las aplicaciones (Apps) para sus campañas electorales. En las elecciones presidenciales del 2018 en México, también se usó, pero esta vez para difundir noticias engañosas, esparcir rumores y encuestas falsas en contra de Andrés Manuel López Obrador, candidato de la Coalición Juntos Haremos Historia. Es decir, el teléfono se ha usado para articular campañas electorales tanto positivas como negativas, buscando no sólo ganar el voto a favor sino también quistárselos a los adversarios (Aristegui, 2018).

La radio fue inventada por el italiano Guglielmo Marconi en 1897, cuando pudo lograr una comunicación en altamar entre dos embarcaciones a una distancia de más de 30 kilómetros, de manera inalámbrica, utilizando solo las ondas herzianas (Faus, 1995). Sin embargo, mucho antes Heinrich R. Hertz había llevado a cabo en 1886 las primeras transmisiones por radio. En 1920, en Pittsburg Estados Unidos, se iniciaron las primeras transmisiones abiertas de la radio a través de la primera estación creada y que se denominó RDKA (Rueda, *et al*, 2014).

Con la invención y socialización de la radio, las comunicaciones alcanzaron un nivel de desarrollo nunca antes visto, ya que la comunicación logró un mayor alcance y penetración, además de la inmediatez y movilidad de la comunicación (Arnanzi, 2009).

En el campo de la política, fue Woodrow Wilson quien utilizó por primera vez la radio como medio de campaña para hacer llegar su mensaje a los electores y ganar su reelección en 1919. En 1933, Franklin D. Roosevelt ante un escenario de crisis económica y quebrantos bancarios. En 1933, Adolf Hitler como medio de propaganda para afianzar su gobierno, una vez que asumió el poder político (Wistrich, 1998). En América latina, Juan Domingo Perón en Argentina y Lázaro Cárdenas en México,

En la década de los cincuenta del siglo XX, la radio alcanzó su mayor esplendor como instrumento para la comunicación política para empezar a dar paso a la televisión. Es decir, la radio se convirtió desde la década de los treintas hasta la década de los sesentas en el medio privilegiado para hacer campaña electoral.

Louis Daguerre inventó el diorama, una forma particular de visualizar imágenes en 1822 y en coordinación con Nocephore Niépce inventó la primer cámara fotográfica en 1833. Esta herramienta posibilitó el reproducir de manera masiva imágenes de personas y cosas, lo que generó una mayor posibilidad de socializar imágenes y reproducirlas de manera masiva (Barthes, 2013).

Las primeras fotografías usadas como parte de la comunicación política fueron fotografías tomadas para documentar una guerra. En 1855, a través de lo que hoy se conoce como el fotoperiodismo, el fotógrafo, Roger Fentón, tomó fotografías de la guerra en Crimea, mostrando la crueldad y el sufrimiento humano que este tipo de acontecimientos genera. Sin embargo, ya había algunos antecedentes del uso de la fotografía en la política y el gobierno, en los Estados Unidos de Norteamérica, James Knox Polk uso por primera vez la fotografía para realizar un retrato suyo como presidente de la república en 1840. Las primeras fotografías que se conocen en las campañas electorales son de William Ewart Gladstone, quien fuera candidato al gobierno del Reino Unido en 1868.

En México, la primera fotografía política que se conoció fue la de Maximiliano I con la emperatriz Carlota arrodillados enfrente de la virgen de Guadalupe, realizada por el fotógrafo francés Auguste Péraire en la década de los cuarenta del siglo XIX. En 1874, se publica en este país, la Galería de los gobernantes, en las que se mostraban a los políticos que habían gobernado al país en los últimos años.

Las primeras fotografías fueron blanco y negro y posteriormente surgieron las fotografías a color (Barthes, 2013). Desde su surgimiento, las fotografías han estado muy ligadas a la política para tratar de dar a conocer una realidad y de ocultar u omitir otra. Las fotografías, ayudan a documentar una historia, producir o sugerir un sentido y/o a narrar un relato (Gustavson, 2016). Se convirtió en un instrumento por excelencia de comunicación en la que las imágenes se impusieron a los mensajes verbales y se hicieron acompañar por los escritos (Williams, 2015). Se usó como instrumento de persuasión o de denuncia, para tratar de agradar a un público o generar su desagrado.

En 1895, se proyectó la primera película de cine al inventarse por los hermanos Lumiére el cinematógrafo. Anteriormente Atanasio Kircher había inventado un aparato que ponía las imágenes en movimiento en 1654. Una de las primeras películas fue *El regador*

regado (Cousins, 2015). Surgió como una alternativa de entretenimiento para las masas. Las primeras películas fueron mudas, ya que no habían incorporado el sonido en sus filmaciones (Kemp y Frayling, 2016).

Con el tiempo y la incorporación de nuevas tecnologías, el cine se hizo sonoro. A partir de ahí, el cine evolucionó hacia formatos políticos. Una de las primeras películas con contenido político fue *El nacimiento de una nación* del director D.W. Griffith filmada en 1915. Otra fue *El Acorazado de Potmkin* del director Serguéi. M. Eisenstein, estrenada en 1925 (Montero y Paz, 2014).

La pantalla grande sirvió como medio para la transmisión de mensajes políticos. Fue utilizado por Joseph Stalin en la Unión de Repúblicas Socialistas Soviéticas (URSS), como Benito Mussolini en Italia o Adolf Hitler en Alemania (Montero y Paz, 2014). El cine llegó a las campañas electorales de la mano del proceso de transición hacia la democracia, a partir del mayo francés de 1968, como un cine de denuncia. En el caso de México, *La sombra del caudillo*, dirigida por Julio Bracho en 1960 y basada en la novela del mismo nombre escrita por Mario Luis Guzmán en 1929. Sin embargo, por más de treinta años esta película fue censurada y prohibida por el gobierno de México, ya que a través del cine se hacía una crítica muy severa al caudillismo y a las formas tradicionales de sucesión en el gobierno mexicano.

El cine posibilitó la formación política y el adoctrinamiento ideológico de las masas, así como el conocimiento por parte de los espectadores de luchas y movimientos sociales, de denuncia pública y de protestas populares, llevadas a la pantalla grande por los cineastas.

Se considera que Philo Farnsworth inventó la televisión en 1927, pero ya desde 1897, Karl F. Braun había construido la primera pantalla fluorescente de televisión (Rueda *et al*, 2014). Este instrumento, posibilitó la comunicación de imágenes en movimiento y sonidos a largas distancias y de manera inmediata a través del espacio y por medio de las ondas radio-eléctricas (Faus, 1995).

2. Materiales y métodos

Esta es una investigación de carácter histórica, cualitativa, descriptiva y documental. Las técnicas de investigación fueron la revisión y análisis de documentos histórico, hemerográficos y bibliográficos, así como la consulta en bases de datos especializadas, sobre los desarrollos tecnológicos de la comunicación y su aplicación en las campañas electorales.

El término tecnología deriva de dos vocablos: *tekne* que significa técnica o arte; y *logia* que significa, estudio, tratado o destreza. Fue Jacob Bigelow quien por primera vez uso este término en 1829, señalando que la tecnología era la aplicación de la ciencia para facilitar algo o generar algo útil en beneficio de una persona o de la sociedad en su conjunto (Basalla, 2011). Aunque es importante precisar que no solo el ser humano utiliza la tecnología para facilitar su sobrevivencia. Por ejemplo, si un chimpancé utiliza una piedra para quebrar una nuez, está utilizando una tecnología que le facilita o le ayuda a romperla, lo que se traduce en un menor esfuerzo y en un beneficio para ayudarlo en su alimentación y sobrevivencia.

De acuerdo con la Plataforma Estatal de Asociaciones del Profesorado en Tecnología (PEAPT), la tecnología es un conjunto de conocimientos y técnicas aplicadas de forma lógica y ordenada, que permite al ser humano modificar su entorno material o virtual, para satisfacer sus necesidades. Esto es, un proceso combinado de pensamiento y acción con la finalidad de crear soluciones útiles. La tecnología no implica solo artefactos y herramientas, sino también técnicas, métodos, conocimientos y saberes.

3. Resultados

En 1927, la BBC de Inglaterra inició las primeras transmisiones de televisión y en 1930, la CBS y NBC en los Estados Unidos de Norteamérica (Faus, 1995). Sin embargo, no fue sino hasta la década de los cincuenta del siglo XX, cuando se socializó la televisión y se convirtió en el medio de comunicación por antonomasia.

La televisión apoyó por primera vez las campañas electorales en 1952, cuando el militar y héroe de guerra Dwight David Eisenhower fue candidato a la presidencia de la república por el Partido Republicano en los Estados Unidos de Norteamérica. Fue en ese proceso electoral cuando, por primera vez, se usaron los spots o cuñas publicitarias de un candidato a un puesto de representación popular. A partir de esta fecha, los spots de televisión con contenido político se hicieron una práctica común durante las campañas electorales en el mundo. Pero fue en 1960, cuando se transmitió por primera vez en los Estados Unidos de Norteamérica, el primer debate presidencial entre John F. Kennedy y Richard Nixon. A partir de ese año, la televisión se convirtió en el medio de comunicación más importante, desplazando a la radio y a otros medios tradicionales.

La socialización de la televisión posibilitó que las campañas electorales se desarrollaran principalmente por medio de la "pantalla chica", logrando un mayor alcance y penetración entre los electores, incidiendo determinantemente en los resultados de las elecciones. La Internet fue creada con fines de comunicación militar en el año 1962, en los Estados Unidos de Norteamérica en el contexto internacional de la denominada Guerra Fría (García, 2013). Surgió debido a la necesidad de comunicar directamente diferentes ordenadores o computadoras que estaban localizadas en diferentes zonas del país, como parte de una actividad militar secreta conocida como Advanced Research Proyects Agency (Haro *et al*, 2012).

Sin embargo, no fue sino hasta 1993 cuando se creó la World Wide Web, lo que posibilitó el desarrollo y socialización de los servicios de la internet, la edición de páginas web y los correos electrónicos, entre otros (García, 2013). Con el surgimiento y desarrollo de la Internet, se revolucionó la informática y las comunicaciones y también se generó un cambio en la forma tradicional de hacer política al incorporar nuevas tecnologías digitales (blogs, páginas web, etc.) y formatos multimedia en la comunicación (Rueda *et al*, 2017).

Con la unión de la telefonía celular y la internet, se posibilitó la creación de las redes sociales (Facebook, Twitter, Youtube e Instagram) que modernizarían la forma de comunicación política. Las primeras tecnologías que sustentan la creación de las redes, como hoy día se conocen, se desarrollaron a partir del nacimiento de la internet a inicios de la década de los noventas. Sin embargo, las redes sociales surgieron a partir de 1994 cuando se funda GeoCities, la primer red de inter-conexión entre dos o más individuos

vía una plataforma tecnológica. A partir del año 2003, las redes inician una etapa de expansión iniciando con Myspace en el 2003, Facebook en el 2004 y Twiter en el 2006 (Lacy, 2017).

La primera campaña electoral que se sustentó en el uso intensivo de las redes sociales fue la de Barack Obama en los Estados Unidos de Norteamérica, en el año 2008. Las redes sociales posibilitaron la conexión y comunicación inmediata no solo de los candidatos con los electores, sino de los electores con otros ciudadanos (Swam, 2012). De esta manera, las redes sociales posibilitaron que las campañas electorales se convirtieran en movimientos sociales reivindicatorios del cambio político (Pérez, 2008).

Las redes sociales juegan un papel muy importante en la comunicación política moderna y en las campañas electorales. Permiten estar en contacto permanente con los ciudadanos para persuadirlos e impulsarlos para que participen y orienten su voto a favor de una determinada opción política. Además de conocer mejor a los electores, saber sus opiniones y problemas, así como indagar sobre los temas de mayor interés y preocupación.

Es evidente que toda campaña electoral moderna utiliza las redes sociales como un medio para poder alcanzar sus objetivos estratégicos y obtener el mayor número posible de votos de los ciudadanos, tratando de evitar el triunfo de los opositores.

En el mismo sentido, las redes sociales han dado origen al ciber activismo, a las ciber *troops*, a los ciber mítines, a las ciber estrategias y a las ciber tácticas. También han aparecido los denominados *bots* y *trolls,* como parte de las estrategias políticas de candidatos y partidos políticos que se disputan el voto de los electores.

La internet posibilitó, además, el desarrollo de los GPS y los geo localizadores, como nuevas tecnologías que también apoyan a las campañas electorales en materia de logística, organización y movilización electoral.

En suma, la internet y las nuevas redes sociales han modernizado la forma de hacer campaña electoral, transformando las estrategias usadas por los candidatos y partidos políticos en la lucha por la conservación o acceso al poder político.

El término inteligencia artificial fue acuñado por John McCarthy en 1956 para referirse a los sistemas computacionales que actúan y piensan como humanos. Es decir, que imitan las funciones cognitivas y racionales de los seres humanos, generando diversas soluciones a los problemas que se plantean. La Inteligencia artificial incluye el aprendizaje y la solución de problemas complejos (García, 2017). Se puede aplicar en diferentes áreas del desarrollo, ya sea con el uso de robots, los simuladores, las súper-computadoras, las redes neuronales, la automatización de procesos o la minería de datos, entre otros (Rodríguez, 2017).

En el caso de la política, la inteligencia artificial se emplea para diagnosticar la opinión pública, el sentir de los ciudadanos, conocer su personalidad y poder definir estrategias orientadas para persuadirlos. La primera campaña sustentada en la inteligencia artificial fue impulsada en el Reino Unidos en el 23 de junio del año 2016, cuando la mayoría de los electores participantes (51.9%) en este referéndum decidieron salir de la Unión Europea. La segunda gran elección sustentada en la inteligencia artificial fue la celebrada

el 8 de noviembre del 2016, cuando Donald Trump resultó electo como presidente de los Estados Unidos de Norteamérica.

La inteligencia artificial permite recoger y analizar grandes cantidades de datos con rapidez y precisión sobre la personalidad, simpatías, antipatías, filias y fobias de los votantes, además de identificar patrones y tendencias de comportamiento de los electores. Sugiere a los candidatos utilizar determinados temas de campaña de acuerdo a los gustos y disgustos de los votantes, ayudando también a programar eventos de campaña en ciertas zonas clave de la geografía electoral, que pueden ser determinantes para el éxito de las elecciones.

De esta manera, al conocer a profundidad a los electores, la inteligencia artificial realiza, adecua y envía de manera automatizada una serie de mensajes y estrategias propagandísticas para influir en el comportamiento de los electores. Todo esto se hace de manera invisible para la sociedad y de manera individualizada para persuadirlos y reclutarlos en torno a una idea (Anderson y Horvath, 2017).

La inteligencia artificial a través del análisis y uso de datos generados por lo que hacen y dicen los electores en sus redes sociales, también posibilita la manipulación de noticias, la distorsión de voces, mensajes e imágenes de personas, la propagación de noticias falsas y rumores, los ataques a los adversarios y toda una serie de campañas negativas a través de *trolls* y *bots,* con el fin de conservar o alcanzar posiciones de poder político.

Por eso, algunos críticos de la inteligencia artificial, la han catalogado como maquinaria de manipulación emocional y de propaganda política automatizada, invisible y aditiva (Anderson y Horvath, 2017).

De esta forma, la inteligencia artificial usada en la política como una poderosa maquinaria de comunicación e influencia, no solo puede servir como instrumento de persuasión y movilización de los votantes a las urnas, sino también puede incluso lograr cambios en su ideología y comportamiento en una perspectiva de mediano y largo plazo. Es decir, la inteligencia artificial también conocidas como las campañas del *big data*, transformará profundamente la forma como se concibe, se realiza, y se procesa las campañas electorales en el mundo.

4. Conclusión

Las campañas electorales han experimentado, a lo largo de la historia, una serie de transformaciones importantes generadas por los cambios producidos en materia política, social y tecnológica.

En materia política, los procesos de democratización de los sistemas políticos han generado procesos electorales más reñidos entre los candidatos y partidos políticos que compiten por los puestos de representación pública. Hoy día, el acceso al poder implica ganar la mayoría del voto de los electores en elecciones periódicas y con altos niveles de competitividad política.

En materia social, la construcción de ciudadanía y los cambios demográficos de los últimos tiempos han generado también transformaciones en la forma como los electores entienden, procesan y actúan durante las campañas electorales, haciendo

cada día, más complejo el poder persuadirlos y movilizarlos a las urnas durante los procesos electorales.

Finalmente, la tecnología de la comunicación ha revolucionado la forma como se realizan las campañas electorales, mejorando a través de los años, los instrumentos y las estrategias de influencia y persuasión de los electores. Es decir, de cierta manera, las campañas electorales no solo se ganan a nivel estratégico y táctico, sino también a nivel instrumental, donde las tecnologías de la comunicación han jugado un papel muy importante.

Desde la palabra como instrumento de comunicación, pasando por el cartel, la imprenta, el megáfono, el telégrafo, el teléfono, la fotografía, el cine, la radio, la televisión, la internet y la inteligencia artificial han sido, a través del tiempo, las tecnologías las que han posibilitado el avance de la comunicación política y han incidido en las estrategias de persuasión de los votantes durante las campañas electorales. Dicho de otra forma, la historia de las campañas electorales es, de cierta manera, la historia de la evolución del uso de la tecnología en el proceso de comunicación política, ya que la tecnología ha impactado sustancialmente la forma de cómo se desarrollan las campañas electorales.

Los objetivos que se han buscado alcanzar con el uso de la tecnología en las campañas electorales han sido lograr una mayor visibilidad social de los candidatos y de sus propuestas, alcanzar una mayor capacidad de influencia entre los votantes y, sobre todo, conseguir un mayor número de votos durante los procesos electorales.

El impacto que las tecnologías de la comunicación, usadas en las campañas electorales, han generado en los procesos electorales han sido generalmente favorables al fomento de una mayor participación política de los votantes en estos procesos, logrando un mayor alcance y difusión de ideas, propuestas y proyectos políticos, ayudando a mejorar su organización y, sobre todo, posibilitando la obtención de un mayor porcentaje de votos para las opciones políticas que se han convertido en usuarios de dichas tecnologías. Además, las tecnologías han cambiado, de cierta manera, la historia de las campañas electorales, han hecho más accesible para los ciudadanos la información sobre los candidatos y sus propuestas y, además han posibilitado la crítica y contraste de las diferentes opciones políticas que se presentan.

Ahora bien, las diferentes tecnologías de la comunicación, a las cuales tienen acceso no solo los ciudadanos, sino también los diferentes candidatos y partidos que compiten por un puesto de representación pública, también han ayudado para que las campañas electorales sean más competitivas y, en consecuencia, los sistemas democráticos se fortalezcan, en la medida que se fortalece el nivel de pluralidad y competencia política.

En este sentido, se puede decir que históricamente la tecnología no sólo ha incidido en la forma como se realizan las campañas electorales y en las estrategias de persuasión de los votantes, sino también en el impulso de los procesos de transición y consolidación de la democracia electoral. Desde el intercambio de información verbal en forma de discurso en el ágora durante la democracia ateniense hasta el intercambio de información con las redes sociales en las democracias modernas, la tecnología ha jugado un papel muy importante en la política (en lo general), y en las campañas electorales, (en lo particular), buscando no solo informar, sino también persuadir a los ciudadanos.

Las tecnologías de la información y la comunicación en sí mismas, genera patrones de comportamiento social y se constituyen en medios para comunicar ideas y propuestas políticas. Una de las consecuencias más evidentes del uso de este tipo de tecnologías ha sido, hasta ahora, el impulso del proceso de pluralidad política y democratización, ya que el acceso a más información por parte de los ciudadanos y la facilidad para comunicar ideas y propuestas, en un marco de libertad de expresión, ha incidido en la democratización de los sistemas políticos modernos.

Referencias

Anderson, B. y Horvath, B. (2017). Inteligencia artificial al servicio de la propaganda política, Portal Scout, recuperado de https://scout.ai/story/the-rise-of-the-weaponized-ai-propaganda-machine

Arguello, R. (2016). Los Destinos de la Palabra. México: Iztacihuatl.

Aristegui, C. (2018). Reportan Múltiples Llamadas contra AMLO, disfrazadas de "encuesta" en CDMX, Jalisco, Tabasco. Recuperado de https://aristeguinoticias.com/0706/mexico/reportan-multiples-llamadas-contra-amlo-disfrazadas-de-encuesta-en-cdmx-jalisco-tabasco/

Aristóteles (2016). Retórica. España: Alianza.

Arnanzi, J. (2009). Historia de la radio y su papel en las dos guerras mundiales. España: De Calvo.

Aróstequi, Julio (1995). La investigación histórica: Teoría y método. Argentina: Ed. Crítica.

Astorgano, A. A. (2012). La historia de la restauración del telégrafo grecolatino y el abate aragónes Vicente Regueno (1743-1811). Iluil, 35 (75), pp. 37-80.

Báez, F. (2015). Los primeros libros de la humanidad. El mundo antes de la imprenta y el libro electrónico. México: Océano.

Barthes, R. (2013). La cámara lúcida. Nota sobre la fotografía. España: Paidos comunicación.

Basalla, G. (2011). La evolución de la tecnología. España: Crítica.

Brea, F. J. (1989). "Campañas electorales", IIDH/CAPEL: Diccionario electoral, San José de Costa Rica.

Carbajal, R. M. F. (2007). Elecciones Federales 2006, México: IFE. Universidad de las Américas.

Castells, M. (2001). Conclusión: la sociedad en red. En La era de la información: economía, sociedad y cultura, 1 (3). México: Siglo veintiuno editores.

Cicerón, Q. T. (2017). Cómo ganar elecciones. España: Rialp.

Coppens, Y. (2006). La Historia del Hombre. España: Tusquets.

Corral, A. M. (2017) La imprenta un hito en la historia del libro. Recuperado de https://archivisticafacil.wordpress.com/2017/02/08/la-imprenta-y-el-libro/

Cousins, M. (2015). Historia del cine. España: Blume.

Christakis, N. A. y Fowler, J. H. (2010). Conectados, el sorprendente poder de las redes sociales y cómo nos afectan. Taurus.

De Vera, B. (2018). Del Telégrafo al Smartwatch: la historia del teléfono, Recuperado del sitio https://nmas1.org/material/2018/03/07/telefono-historia.

Dieter, N. (2011). Elecciones y sistemas de partidos en América Latina, IIDH/CAPEL, San José de Costa Rica.

Faus, B. Á. (1995). España: editoriales Internacionales Universitarias.

Fraenkle Jack R. Y Norman E.Wallen (1996). How to design and evaluate research in education. USA:Mc Graw Hill.

García, M. P. (2013). Historia de la internet. España: Tirant Humanidades.

García, S. A. (2017). Inteligencia Artificial: Fundamentos, práctica y aplicaciones. España: Alfa/omega.

Gartizia, U. y López, A. A. (2002). Los carteles políticos. Imagen y crítica del poder. Sancho el sabio, 16, pp. 183-200.

Godínez, G. J. y Cornejo, O. J. (2017). La Nueva Guerra: El Marketing político. México: Universidad de Guadalajara.

Gómez, T. (2010). Pioneros: Inventos y descubrimientos calves de la historia. España: Maeva 2000.

Gustavson, T. (2016). Historia de la cámara fotográfica. México: Librero.

Haro, S. M. y Grandio, M. M. y Hernández, M. (2012). España: Universidad de Murcia.

Jackson, W. M. (2003). Los inventores del telégrafo y el teléfono. España: del Cardo.

Kemp, S. C. y Frayling, P. (2016). Cine. Toda la historia. España: Blume.

Lacy, S. (2017). The Facebook story. USA. TechCrunch.

Mendé, M. (2003). Campañas Electorales, La Modernización en América latina. México: Trillas.

Montero, D. J. y Paz, R. M. (2014). El cine informativo, 1895-1945. España: Ariel.

Pérez, C. J. (2008). En la campaña de Obama: El Movimiento que cambio la Historia de los Estados Unidos. España: Universidad Oberta de Catalunya.

Rodríguez, R. P. (2017). Inteligencia artificial: Como cambiará el mundo (y tu vida). España: Deusto.

Rueda, J. L. y Galán, F. E. y Rubio, Moranga, A. L. (2014). Historia de los medios de comunicación. España: alianza Editorial.

Sáens, L. (2013). Antología Universal del Discurso Político. México: Sambors.

Sartori, Giovanni (2015). La democracia en 30 lecciones. España: Debolsillo.

Swam, L. R. (2012). El Método Obama. España: De bolsillo.

Williams, R. (1992). Historia de la comunicación. De la imprenta a nuestros días. 2. España: Icaria.

Williams, T. I. (2015). Historia de la tecnología, desde 1750 a 1990, II (3). México: Siglo 21.

Wistrich, R. (1998). Hitler y el Holocausto. España: De Bolsillo.

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

Recebido/Submission: 19/11/2018
Aceitação/Acceptance: 05/12/2018

Sistemas de Recomendación: un enfoque a las técnicas de filtrado

Paola Gómez[1], Teresa Guarda[1,2,3], Jairo Cedeño[1], Arturo Benavides[1], Carola Alejandro[1], German Mosquera[1], Tatiana Garcia[1], Verónica Benavides[1]

paogomez73@hotmail.com, tguarda@gmail.com, manuelcepi23@hotmail.com, abenavidesr@hotmail.com, alejandrocarola73@hotmail.com, gmosquera71@hotmail.es, rotagavi@gmail.com, veronicadtamayo@hotmail.com, gmosquera71@hotmail.es

[1] Universidad Estatal Península de Santa Elena, Santa Elena, Ecuador – UPSE, Av. La Libertad, Santa Elena, Ecuador

[2] Universidad de las Fuerzas Armadas – ESPE, ESSUNA, Salinas, Ecuador

[3] Algoritmi Centre, Minho University, Guimarães, Portugal

Pages: 286–293

Resumen: Un sistema recomendado (SR) busca predecir la preferencia que un usuario daría a un producto en uso, brinda información personalizada, para la identificación de artículos, generando sugerencias que sean beneficiosas y ágiles para la búsqueda de los ítems o actividades requeridas. El usuario puede aceptar las recomendaciones proporcionando información que se almacena en una base de datos, y genera nuevas sugerencias. Estos sistemas son utilizados en las plataformas más destacadas como sitios web y redes sociales. Estas técnicas de filtrado de información se centran en las propiedades y características principales de artículos y usuarios. Este trabajo presenta un análisis a los sistemas recomendados y los componentes que intervienen en el desarrollo de sus funciones. Se muestra un enfoque individual de las técnicas de filtrado, clasificación de los SR, posibles combinaciones de técnicas de filtrado y para finalizar las conclusiones obtenidas en el análisis de los Sistemas Recomendados.

Palabras-clave: Recomendación; filtrado; basado en contenido; ítems.

Recommendation Systems: a focus on filtering techniques

Abstract: A recommended system (SR) seeks to predict the preference that a user would give to a product in use, provides personalized information for the identification of articles, generating suggestions that are beneficial and agile for the search of items or activities required. The user can accept the recommendations of information that is stored in a database, and generates new suggestions. These systems are used in the most prominent platforms such as websites and social networks. These information filtering techniques focus on the properties and main characteristics of articles and users. This paper presents an analysis of the recommended systems and the components that intervene in the development of their functions- Select the focus of the filtering techniques, the classification of the

SR, the options of filtering techniques and the latest conclusions in the analysis of the recommended systems.

Keywords: Recommendation; filtered out; based on content; articles.

1. Introducción

Actualmente, Internet ha originado una transformación fundamental en la sociedad. Gracias a Internet tenemos acceso on-line y de forma gratuita a enciclopedias, diccionarios de toda clase, podemos consultar las noticias de todo el mundo, comprar cientos de objetos o pagar por una serie de servicios. Las posibilidades que nos ofrece Internet son prácticamente infinitas y la mayor limitación que tenemos es el tiempo que invertimos en descubrirlo que necesitamos o sencillamente en buscar algo que nos agrade (Gonzaga-Perez, 2009).

Como resultado de este obstáculo las personas necesitan la asistencia de expertos para señalar de manera práctica y rápida, sus preferencias y posibilidades disponibles. Para ayudar a los usuarios a lidiar con la gran cantidad de información, muchas empresas han implementado sistemas de recomendación para guiar a sus usuarios. La investigación en el terreno de los sistemas de recomendación ha estado en curso durante casi medio siglo, pero el interés todavía sigue siendo alto debido a la amplitud de las aplicaciones (Kaushik, Gupta, & Bhatia, 2018).

Los sistemas de recomendación se originan como resultado al exceso de información expuesta en diversos ámbitos, que limita a los usuarios a determinar los productos (artículos comerciales, contenidos de televisión, cursos educativos, etc.) que son relevantes para ellos. Como su nombre indica, este tipo de sistemas se encargan de recomendar o sugerir a los usuarios que lo utilizan, productos relacionados a sus preferencias, de entre la gran cantidad de opciones disponibles (Tovar, Montoya, & Martelo, 2018).

Se ha planteado una serie de medios que son utilizados como base para los sistemas de recomendación. Este trabajo permite mostrar un análisis a la técnica de filtrado que utiliza métodos para recuperar la información, cuyos procesos utilizan diferentes algoritmos de filtrado y su importancia para producir las recomendaciones proporcionadas al usuario en relación a sus gustos y preferencias. El presente artículo está estructurado del siguiente modo: la sección 2, presenta definición y detalle en particular de los elementos y técnicas de filtrado de los SR; la sección 3 contiene una matriz con la clasificación de técnicas utilizados en la recomendación de productos; un cuadro que presenta las posibles combinaciones de las técnicas de filtrado y finalmente en la sección 4 se especifican las conclusiones y recomendaciones obtenidas en el análisis.

2. Estado del arte

Precisamos conocer para seleccionar una alternativa que contribuya con conocimientos para la búsqueda y obtención de la información requerida. Los Sistemas Recomendados son una alternativa para alcanzar conocimiento sin tener que buscar entre todas las posibilidades existentes. Existen varias técnicas e instrumentos de software útiles para plantear sugerencias y recomendaciones al usuario en la toma de decisiones.

Un SR es un sistema que recoge y analiza las preferencias de los usuarios, generalmente en un sitio web, comercios, redes sociales, sitios de emisión o selección de música o películas, etc. La premisa básica de los SR es que usuarios con actividades similares continúen compartiendo preferencias en el futuro. Cuando se sugiere a un usuario servicios o tareas que otros usuarios con criterios afines han seleccionado anticipadamente, el nivel de acierto se inclina a ser superior al de las sugerencias basadas en preferencias sin personalizar (Benitez, Escudero, & Kanaan, 2013).

La función principal de los sistemas recomendados depende de los objetivos que hayan sido planteados al momento de su definición e implementación; pero en términos generales suelen utilizar tres tipos de objetos: ítems, términos que se van a sugerir; usuarios, los tipos de usuarios ordenan los requisitos y prioridades de un usuario dentro del sistema; y transacciones, interrelaciones entre el usuario y el sistema y consiguen ser recopilados implícitamente o explícitamente (Solis, Jacqueline; Chacón-Rivas, Mario; Garita, Cesar, 2014).

Los SR trabajan con información previa al proceso de recomendación (datos base). Los datos de entrada que son facilitados por el usuario y un algoritmo para integrar los datos base y de entrada que suministre sugerencias. Los sistemas de recomendación utilizan (Gonzaga-Perez, 2009):

1. Datos de contexto: la información que el sistema tiene antes de que el proceso de recomendación empiece;
2. Datos de entrada: la información que el usuario comunica al sistema para generar una recomendación;
3. Algoritmo de recomendación: un algoritmo que combine los datos de contexto con los datos de entrada para generar las recomendaciones (Gonzaga-Perez, 2009) .

Existen varias técnicas de filtrado que utilizan algoritmos de recomendación: basado en contenido; filtrado colaborativo; e híbridos.

2.1. SR basados en Contenido

El estudio de los SR basados en el contenido se apoya en la recuperación de información, depurando los métodos de obtención de datos. Los sistemas se enfocan en recomendar artículos que contengan texto de información, como documentos, sitios web (URL). La mejora sobre el tradicional enfoque de recuperación de información proviene del uso de perfiles de usuario que contienen información sobre los gustos de los usuarios, preferencias y necesidades La información de perfil puede ser provocado explícitamente por los usuarios, por ejemplo, por medio de cuestionarios, o implícitamente aprendido de su comportamiento transaccional a través del tiempo. Formalmente los sistemas basados en contenido están diseñados principalmente para recomendar artículos basados en texto, el contenido de estos sistemas suele ser descrito con palabras claves (Adomavicius & Tuzhilin, 2005).

Un SR basado en contenido recomienda elementos similares a los que a un usuario le gustaba en el pasado. En particular, se comparan varios elementos candidatos con elementos previamente calificados por el usuario y los mejores artículos son recomendados. Más formalmente, permite que el perfil basado en contenido, sea el

perfil del usuario conteniendo gustos y preferencias de este usuario. Estos perfiles son obtenidos analizando el contenido de los elementos previamente vistos y calificados por el usuario y generalmente se construyen utilizando metodologías de estudio de términos clave desde la información recuperada (Adomavicius & Tuzhilin, 2005).

2.2. Técnica de filtrado colaborativo

El filtrado colaborativo es una técnica para hacer pronósticos acerca de las preferencias de un usuario, en función de la información sobre los gustos de distintos usuarios. La suposición subyacente es que, si la persona A tiene la misma opinión que la persona B en algunos asuntos, entonces A es más probable tener opiniones similares como B sobre diferentes temas. Existen dos formas populares de filtrado colaborativo: basado en el usuario y basado en elementos (Kaushik, Gupta, & Bhatia, 2018).

En el enfoque basado en el usuario: la lista de elementos recomendados se crea en función de los clientes. La similitud entre los usuarios se utiliza para predecir los niveles de producto preferencia. El filtrado colaborativo basado en usuario, tiene velocidades de procesamiento rápidas y es fácil de implementar (JinHyun, SangWon, & GeunDuk, 2016).

En el enfoque basado en elementos: se crea la lista basado en los productos. La similitud entre diferentes productos se calcula en función de los productos que los usuarios han revisado para predecir los niveles de preferencia del producto. Con la colaboración basada en filtrado de elementos, el algoritmo es complicado e implica una gran cantidad de cálculos, ya que la similitud se estima para cada elemento, de modo que la precisión del algoritmo es pobre cuando los usuarios tienen preferencias diferentes (JinHyun, SangWon, & GeunDuk, 2016).

2.3. Técnica de filtrado híbrido

La técnica de filtrado híbrido combina varias técnicas de recomendación para obtener una mejor optimización del sistema para evitar algunas limitaciones y dificultades de los sistemas de recomendación puros. La idea detrás de las técnicas híbridas es que una combinación de algoritmos proporcionará recomendaciones más precisas y efectivas que un solo algoritmo, ya que las desventajas de un algoritmo pueden ser mejoradas por otro algoritmo. El uso de múltiples técnicas de recomendación puede suprimir las debilidades de una técnica individual en un modelo combinado. La combinación de enfoques se puede realizar de cualquiera de las siguientes maneras: implementación separada de algoritmos y combinación del resultado, utilizando algunos filtros basados en contenido en enfoque colaborativo, utilizando algunos filtros colaborativos en enfoque basado en contenido, creando un sistema de recomendación unificado que brinde juntos ambos enfoques (Isinkaye, Folajimi, & Ojokoh, 2015).

3. Análisis de las técnicas de filtrado

Los SR que se han revisado inicialmente tienen distintas características según las técnicas de filtrado. En la tabla 1 presentamos un resumen de las técnicas; suponemos que I es el conjunto de objetos sobre los cuales podemos hacer recomendaciones, U es el conjunto de usuarios cuyas preferencias son conocidas, u es el usuario para el que

queremos generar recomendaciones, e *i* es un objeto para el que nos gustaría predecir las preferencias de *u*, $i \in I'$ con $I' \subseteq I$ (Gonzaga-Perez, 2009).

Técnicas	**Características**		
Colaborativo	Valoración por parte de U de los objetos de I	Valoraciones por parte de u de los objetos de I	Identifica usuarios en U similares a u y predice la valoración de i a partir de las valoraciones de esos usuarios.
Basado en Contenido	Características de los objeto de I	Valoraciones de objetos de I	Genera un clasificador que ajusta el comportamiento de las valoraciones de u y lo usa en i
Demográfico	Información demográfica sobre U y la valoración de los objetos de I	Información demográfica sobre u	Identifica a los usuarios que son similares demográficamente a u y a partir de las valoraciones de estos usuarios, predice la valoración de i
Basado en Utilidad	Características de los objetos de I	Una función de utilidad sobre los objetos en I que describen las preferencias de u	Aplica una función a los objetos y determina la ordenación de i
Basado en conocimiento	Características de los objetos de I. Conocimiento de cómo estos objetos satisfacen las necesidades del usuario.	Una descripción de las necesidades o intereses de u	Infiere una relación entre i y las necesidades de u

Tabla 1 – Técnicas de recomendación (Fuente: (Gonzaga-Perez, 2009))

Este enfoque se inclina a recomendados que combinan información de diferentes fuentes, ya que estas son las más comúnmente implementadas y las que tienen la mayor promesa para solucionar el conflicto del arranque en frío, se ha identificado 7 tipos, entre ellos tenemos:

Componente híbrido Ponderado que combina la evidencia de ambos recomendados de una manera estática, y por lo tanto parece ser apropiado cuando los recomendados de componentes tienen una potencia relativa constante o precisión en todo el espacio del producto (Robin, 2007). El Componente Híbrido Mixto presenta recomendaciones en una lista combinada. Las técnicas típicas incluyen la fusión basada en la calificación pronosticada o en la confianza del recomendador (Robin, 2007).

Por otra parte, tenemos el Componente Híbrido de Conmutación, que selecciona un único recomendador de entre sus componentes en función de la situación de recomendación. (Robin, 2007). El Componente Híbrido de Combinación de características inyecta características de una fuente (como la recomendación colaborativa) en un algoritmo diseñado para procesar datos con una fuente diferente (como una recomendación basada en el contenido (Robin, 2007). Componente Híbrido Aumento de características es más flexible. Además, el principal recomendador en una combinación de características

híbridas debe confrontar la agregación dimensional de los datos de entrenamiento más grandes y agrega un número menor de características a la entrada del recomendador principal (Robin, 2007). Otro componente es el híbrido de Cascada que crea un híbrido estrictamente jerárquico, uno en el que un recomendador débil no puede revertir las decisiones tomadas por uno más fuerte, sino que simplemente puede refinarlas. Y para terminar tenemos al híbrido de Meta Nivel que usa un modelo aprendido por un recomendador como entrada para otro (Robin, 2007).

En la tabla 2 se muestra la combinación de los cinco enfoques de recomendación y las siete técnicas de hibridación produce 53 posibles híbridos de dos partes, Este número es mayor que 5x7 = 35 porque algunas de las técnicas son sensibles al orden.

Tabla 2 – Las posibles combinaciones de los sistemas de recomendación (Robin, 2007)

	Ponderado	**Mixto**	**Conmutación**	**FC**	**Cascada**	**FA**	**Meta**
CF/CN							
CF/DM							
CF/KB							
CN/CF							
CN/DM							
CN/KB							
DM/CF							
DM/CN							
DM/KB							
KB/CF							
KB/CN							
KB/DM							

FC= Combinación de características, FA= Aumento de características
CF= Colaborativo, CN = Basado en contenido, DM = Demográfico, KB = Basado en conocimiento

Redundante No es posible Existe Implementación

Una forma de construir sistemas híbridos de recomendación es implementar sistemas separados de colaboración y basados en el contenido. Por lo tanto, podemos tener dos escenarios diferentes. Se puede combinar las salidas (clasificaciones) obtenidas de sistemas de recomendación en una recomendación final utilizando ya sea una combinación lineal de calificaciones (Claypool, y otros, 1999). Alternativamente, podemos usar uno de los recomendadores, en cualquier momento dado, elegir el mejor, basado en alguna métrica de «calidad» (Adomavicius & Tuzhilin, 2005).

Dado que ningún método de recomendación atiende mejor a todos los clientes, sitios web como Netflix suelen ser equipados en varias técnicas de recomendaciones que van desde simples recomendaciones basadas en la popularidad, hasta técnicas sofisticadas.

Netflix lanzó un conjunto de datos que contenía aproximadamente 100 millones de clasificaciones de películas anónimas y desafió a investigadores y profesionales a desarrollar sistemas de recomendación que superaran la exactitud del sistema de recomendaciones de la compañía, Cine match (Bennet & Lanning, 2007). Aunque solo se presentaron datos presentados en una pequeña fracción de los datos Gracias a su tamaño y calidad, se convirtió rápidamente en un estándar en la comunidad de minería de datos y aprendizaje automático. El conjunto de datos contenía clasificaciones en la escala entera de 1 a 5, que iban acompañadas de fechas. Se suministraron películas, títulos y años de liberación. No se proporcionó ninguna información sobre los usuarios. Las predicciones publicadas fueron evaluadas por el editor de réplicas cuadradas (RMSE) en un conjunto de datos calificativos que contienen más de 2817,131 citas no conocidas. De los 20,000 equipos registrados, 2000 equipos presentaron al menos un conjunto de respuestas (Linyuan, y otros, 2012).

4. Conclusiones

En los últimos tiempos los sistemas recomendados alcanzaron un ascenso importante en el campo de la recomendación, debido a que múltiples proyectos basados en contenido y colaboración, se combinaron formando los denominados métodos híbridos. De este modo se desarrollaron diversos sistemas orientados a ofrecer servicios a los usuarios, como es el caso del comercio electrónico y sitios web, estos sistemas utilizaron técnicas de filtrado y algoritmos de búsqueda para generar las sugerencias a los consumidores. No obstante, aunque el progreso de los SR es considerable, en la actualidad los recomendados examinados en este artículo todavía demandan mejoras para que los métodos de recomendación sean más eficaces en una escala creciente de nuevos sistemas.

En este documento se ha revisado los siete tipos de combinaciones que hacen referencia a las técnicas de SR: ponderado, conmutación, mixto, combinación de características, aumento de características, cascada y meta-nivel. En la Tabla 2 del capítulo 3, se determina las 53 posibles combinaciones entre los sistemas recomendados, se identifica la viabilidad entre ellos, es decir si es posible la combinación, si son redundantes o si se ha implementado. Existen limitaciones de las técnicas de recomendación en la actualidad que se podrían mejorar otorgándole mayor importancia a los usuarios e ítems; buscando apoyo en los diversos criterios y recopilación de información para dar paso a un proceso de recomendación que sea más flexible que los existentes hasta ahora.

Referencias

Adomavicius, G., & Tuzhilin, A. (2005). Toward the Next Generation of Recommender Systems: A Survey of the State-of-the-Art and Possible Extensions. *IEEE Transacctions on Knowledge and data Engineering*, 734-749.

Benitez, R., Escudero, G., & Kanaan, S. M. (2013). *Inteligencia artificial avanzada*. Barcelona: UOC.

Bennet, J., & Lanning, S. (2007). The Netflix prize . *Proceedings of KDD Cup and Worksho*, 3-6.

Castro Gallardo, J. (2012). *Un nuevo modelo ponderado para Sistemas de Recomendación Basados en Contenido con medidas de contingencia y entropía*. Jaén.

Claypool, M., Gokhale, A., Miranda, T., Murnikov, P., Netes, D., & Sartin, M. (1999). Combining Content-Based and Collaborative Filters in an Online Newspaper. *Workshop Recommender Systems: Algorithms and Evaluation*.

Gonzaga-Perez, L. (2009). *Modelos de recomendación con falta de información*. Recuperado el 11 de 07 de 2018, de Catálogo del Centro de Documentación y Publicaciones del Servicio de Información y Documentación, Estudios y Publicaciones de la Secretaría General Técnica de la Consejería de Turismo, Comercio y Deporte de la Junta de Andalucía: http://www.juntadeandalucia.es/turismocomercioydeporte/publicaciones/36570.pdf

Isinkaye, F., Folajimi, Y., & Ojokoh, B. (2015). Recommendation systems: Principles, methods and evaluation. *Egyptian Informatics Journal*, 261-273. Obtenido de https://doi.org/10.1016/J.EIJ.2015.06.005

JinHyun, J., SangWon, B., & GeunDuk, P. (2016). *Implementation of a Recommendation System Using Association Rules and Collaborative Filtering*. Obtenido de https://doi.org/10.1016/J.PROCS.2016.07.115

Kaushik, A., Gupta, S., & Bhatia, M. (2018). *A movie recommendation System using neural network*. Recuperado el 11 de 07 de 2018, de https://www.ijariit.com/manuscripts/v4i2/V4I2-1373.pdf?872128&872128

Linyuan, L., Matúš,Medo, Chi Ho, Y., Yi-Cheng, Z., Zi-Ke, Z., & Tao, Z. (2012). Recommender Systems. *Elsevier B.V*, 1-49.

López Puga, J. G. (2007). Las redes bayesianas como herramientas de modelado en psicología. Anales de Psicología . *Redalyc*, 307-3016.

Matich, D. J. (2001). *Redes Neuronales: Conceptos básicos y aplicaciones*. *Cátedra de Informática Aplicada a la Ingeniería de Procesos–Orientación*. Rosario.

Robin, B. (2007). Hybrid Web Recommender Systems. *The Adaptive Web*, 377-408.

Rueda M, M. (2011). *Modelos de Recomendación basados en Redes Bayesianas*. Recuperado el 23 de Junio de 2018, de Universidad de Granada: http://docplayer.es/9002034-Universidad-de-granada.html

Solis, Jacqueline; Chacón-Rivas, Mario; Garita, Cesar. (2014). *Agente Híbrido Recomendador de Objetos de Aprendizaje*. Obtenido de Research Gate: https://www.researchgate.net/publication/270341748_Agente_Hibrido_Recomendador_de_Objetos_de_Aprendizaje

Tovar, L., Montoya, J., & Martelo, R. (2018). Sistema ecléctico de filtrado de información basado en inteligencia computacional para recomendación de atractivos turisticos del Caribe Colombiano. Recuperado el 11 de 07 de 2018, de http://revistas.sena.edu.co/index.php/LOG/article/download/1521/1692

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

Recebido/Submission: 30/10/2018
Aceitação/Acceptance: 11/12/2018

Tendencias de la Tecnología e-Learning

Carmen Loor[1], Teresa Guarda[1,2,3], Freddy Villao[1], Samuel Bustos[1], Washington Torres[1], José Sanchez[1], Giovanna Murillo[2], Evelin Banchon[4]

carmenk74@hotmail.com, tguarda@gmail.com, fvillao@upse.edu.ec, samuelbustos@yahoo.com, wtorresguin@gmail.com, jaquino@upse.edu.ec, giovi.morillog@gmail.com, evelinbanchon@yahoo.es

[1] Universidad Estatal Península de Santa Elena, Santa Elena, Ecuador – UPSE, Av. La Libertad, Santa Elena, Ecuador

[2] Universidad de las Fuerzas Armadas – ESPE, ESSUNA, Salinas, Ecuador

[3] Algoritmi Centre, Minho University, Guimarães, Portugal

[4] Centro Tecnológico Naval - CETNAV, Salinas, Ecuador

Pages: 294–301

Resumen: En el presente artículo se analiza la tendencias de las tecnologías e-learning, observando la forma en cómo influye en a nivel económico, social, empresarial y educativo, presentando las ventajas y desventajas que esta posee en cada ámbito. Dado a que la forma de adquirir conocimientos con el pasar del tiempo va evolucionando, mejorando y adecuándose al ritmo de vida de las personas, con la ayuda de la tecnología esto se ha facilitado, debido al internet de las cosas. Por tal motivo se puede desarrollar tecnologías que ayuden a la superación intelectual, constando en una de estas la formación e-learning, siendo de gran beneficio, en vista de que existen varias plataformas en las que se puede acceder a recursos de autoaprendizaje.

Palabras-claves: e-learning; tecnología de aprendizaje; cambios de aprendizaje; tendencias.

Trends in e-Learning technology

Abstract: This article analyzes the trends of e-Learning technologies, observing the way in which it influences at the economic, social, business and educational levels, presenting the advantages and disadvantages that this has in each area. Given that the way of acquiring knowledge with the passage of time is evolving, improving and adapting to the pace of life of people, with the help of technology this has been facilitated, due to the Internet of things. For this reason you can develop technologies that help the intellectual improvement, consisting of one of these e-Learning training, being of great benefit, given that there are several platforms in which you can access self-learning resources.

Keywords*:* e-learning; learning technology; learning changes.

1. Introducción

El desarrollo y auge de las tecnologías de la información ha llegado a ser muy popular desde la introducción del internet en conjunto con los avances tecnológicos los cuales han logrado un gran impacto en el aspecto económico y social de los países. En vista de este fortalecimiento alcanzado es una de las mejores opciones para el desarrollo y generación de conocimiento ayudando a mejorar las oportunidades en el ámbito laboral, educativo y profesional. El aprendizaje e-Learning facilita la comprensión y la educación por computadora para capacitadores, maestros y profesionales de recursos humanos. De tal importancia han sido las tecnologías que se logra visualizar los efectos que esta ha provocado en la sociedad, puesto que, ha cambiado en la forma de hacer negocios, diversión, educación y comunicación como se expresan en el libro La brecha digital (Arturo Serrano Santoyo, 2003).

Con el avance de la tecnología y de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) han logrado que sea sencillo la introducción de la formación e-Learning, debido a que las herramientas tecnológicas se han convertido en fuente importante para que los países y grupos sociales evolucionan, alcanzando así que la adquisición del conocimiento de las personas sea más fácil, puesto que están a disposición de las mismas a través de un click.

Se puede decir que e-Learning (enseñanza-aprendizaje) es una instrucción que se llevan a cabo mediante el uso del Internet, dejando de lado obligación de la presencia de los estudiantes a las aulas de clases con sus docentes, teniendo en cuenta que, si existe la comunicación o interacción continúa entre estos para la respectiva valoración de la adquisición del conocimiento. Este tipo de aprendizaje tiene sus ventajas y desventajas, detalladas más adelante.

Las TIC y la formación online facilitan la formación académica y profesional, dejando a los alumnos estudiar por su cuenta obteniendo su calificación final a través de sistemas de autoevaluación en los que interviene el profesor mediante una revisión, la formación e-Learning está revolucionando la manera clásica de aprender (Palazón, Ballesteros, Puente, & Marcelo, 2000).

La tendencia e-Learning utilizan dispositivos que a través de una cuenta, se puede acceder a recursos de aprendizaje, tanto de interés personal como los solicitados por las empresas o entidades educativas; que regularmente envían a realizar estas capacitaciones para el mejoramiento de la calidad del trabajo de sus empleados; teniendo en cuenta que algunos de estos cursos conllevan algún costo económico lo cual hace que este autoaprendizaje sea certificado por los entes que ofrecen el servicio. La facilidad que estas tienen suelen ser muy beneficiosas, puesto que, con un poco de disponibilidad de tiempo (a cualquier hora que esta sea) se puede aprender.

El presente documento presenta la siguiente estructura: en la sección 2 se detallan las tendencias e-learning, describiendo sus características y componentes; por su vez en la sección 3 se describen las ventajas y desventajas de esta formación; la sección 4 se refiere al impacto de la formación e-leraning en la educación, y finalmente la sección 5 se narra el punto de este trabajo es decir la conclusión.

2. Tendencias e-learning

Se puede definir e-Learning como un proceso de enseñanza/aprendizaje, el cual se orienta a la adquisición de una variada formas de competencias y destrezas por parte del alumno (Pardo & Garcia, 2018), haciendo uso de las tecnologías basadas en la web, que disponen de contenido estructurado y de una estrategia que aportan flexibilidad de interacción del estudiante y profesor (Caro, 2008).

El crecimiento de la utilización de las tecnologías de la información tiene un gran apogeo, debido a que, es la denominada generación de los nativos digitales (aquellas personas que nacieron en una "nueva cultura"[1]); denominados de esta manera por el escritor americano y conferencista sobre educación Mark Pensky; es por tal motivo que la incorporación de las tecnologías en la educación ha tenido un punto de vista positivo, porque ayuda a la incorporación de conocimiento autónomo e incentiva el interés de las personas para aprender de una forma independiente lo que le agrade logrando que sea más eficiente, pudiendo así obtener mejores oportunidades de trabajo y desarrollo social (Martínez & Duart, 2016).

En el sitio web de e-Learning master (Elearning, 2018), indica que las tendencias cubren algunas áreas de estudio, tales como: la gamificación, pasando por la inteligencia artificial hasta el machine learning, descriptos en la tabla 1.

Tendencia	Descripción
Gamificación	Utilización de juegos para el aprendizaje, obteniendo gratificaciones que compensen las habilidades del estudiante (Espinoza & Eguia, 2017).
Microlearning	Diseñadas para la enseñanza orientada a las habilidades de los estudiantes en pequeños lapsos de tiempo.
Aprendizaje Social	Denominado aprendizaje grupal informal. Permitiendo la interacción entre colaboradores para un aprendizaje global (Lucia, Cabada, & Lugo, 2015).
Realidad Virtual (RV) y Realidad Aumentada (RA)	La tendencia a la experimentación de la educación en un mundo imersivo, se da por la facilidad que estas 2 tecnologías permiten realizar al usuario.
Inteligencia Artificial	Permite que el sistema se adapte a las habilidades del estudiante.
Machine learning	El machine-Learning guía al estudiante basado en la rapidez de aprendizaje del mismo. Debido a esto se ha desarrollado los programas chatbox los cuales permiten interactuar simulando que una conversación con la máquina. Se pretende alcanzar la adaptabilidad y personalización de los sistemas con respecto al aprendizaje del alumno de una forma autónoma.
Aprendizaje Adaptativo	Con la recopilación de información se pueden generar patrones de tendencias en la formación de los aprendices, lo cual se retribuye en la adecuación de la formación de estos de acuerdo a sus capacidades y habilidades. (Fernández, Vázquez, & Cornejo, 2018)

Tabla 1 – Cuadro de tendencias tecnologías.

[1] Se define como "nueva cultura" al conocimiento que las nuevas generaciones tienen sobre el avance de las tecnologías.

2.1. Caracteristicas de e-learning.

Entre algunas de las caracteristicas que posee el e-Learning tenemos: la separación física entre tutor y el estudiante en la cual el estudiante obtiene ayuda del tutor a traves de los materiales que este le proporciona por medio de la plataforma de aprendizaje, el estudiante nunca esta solo en su proceso de enseñanza, siempre esta en contacto con su tutor de acuerdo a la metodologia que este utilize para llevar el control del enseñanza-aprendizaje. Esto es posible ya que, a través de la utilización de tecnologías de información y comunicación (TIC) puesto que utilizan plataformas de internet, las cuales pueden ser accedidas desde cualquier dispositivo tecnologico conectado, permite la comunicación constante las cuales reducen las barreras espacio-tiempo, porque se puede realizar desde la comodidad de su casa o en horas libres dentro del trabajo (Miguel Ángel Conde).

Tambien tenemos que el uso de tecnologías de información y comunicación utilizan las plataformas que con internet pueden ser accedidas desde cualquier dispositivo tecnologico conectado lo cual permite la comunicación constante entre el alumno y el tutor. Debido a que existe mas responsabilidad en el rol de estudiante, este tiene el centro de atencion en esta formación puesto que él es el que gestiona el tiempo y el ritmo de aprendizaje que llevara durante su formación. El educador, pasa de ser un transmisor de contenidos a un tutor el cual tiene el deber de orientar, guiar, ayudar y facilitar los procesos formativos para sus estudiantes (Boneu, 2007), (Guerra, 2012).

2.2. Componentes de e-learning.

Los elementos que existen dentro de las tecnologias e-learning, se componen de: la metodologia, la cual es la base por la que el tutor guiara al estudiante durante el

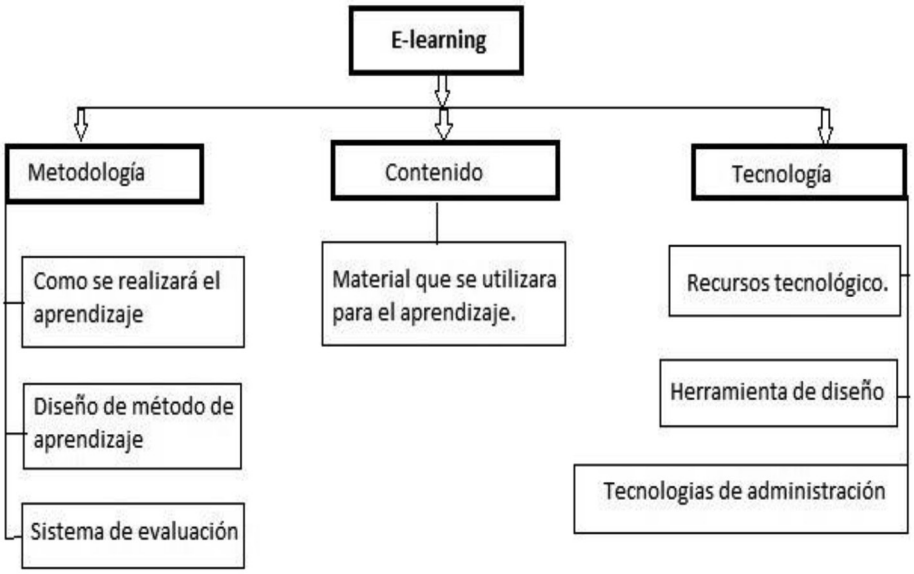


Gráfico 1 – Elementos que componen el e-Learning (adaptado de: (Mimo Lab, 2004)).

transcurso del curso tomado el enfoque didactico que se ofrece; el contenido, el cual es el material informativo que el tutor brinda durante el trayecto del curso, siendo este: pdfs, videos, links, entre otros posibles materiales interactivos estan los videochats, chats, entre otros; y la tecnologia, son los tipos de herramientas informaticas que se utilizan en el desarrollo del curso (Vázquez, 2007).

3. Ventajas y desventajas de la utilización e-learning.

3.1. Ventajas

El eLearning tiene la capacidad de quitar algunas barreras permite superar algunas de las barreras existentes en los sistemas de enseñanza asistida por ordenador. Entre estas tenemos que: elimina las distancias, favoreciendo al alumno con respecto a la flexibilidad de horarios, puesto que no se rigue a un tiempo específico para tomar el curso; es debido a esta flexibilidad de horarios los alumnos pueden seguir varios cursos simultáneamente. Estas tecnologías poseen distintos métodos de enseñanza a los cuales se pueden adaptar los estudiantes. Esta flexibilidad también favorece la comunicación entre los alumnos, debido a que existen grupos donde comparten su opinión, y donde también puede existir el anonimato de este. El seguimiento y tutoría del progreso del alumno, se ve a través de la metodología en el sistema de evaluación establecida por el tutor dentro del curso, en la cual la disponibilidad de materiales dependerá del tutor (Vázquez, 2007).

Representa una gran ventaja en el factor económico representando el coste-beneficio debido a los costos de formación de los trabajadores en las empresas, la formación continua de trabajadores, para la adaptación de los trabajadores a las más nuevas tecnologías con las cuales también se puede hacer uso del recurso digital entregado por el tutor del curso.

Otra de las ventajas más importantes es la alta penetración en la sociedad de las nuevas tecnologías en general y de Internet en particular, favorece la aceptación de nuevas vías información y de comunicación.

3.2. Desventajas

Una de las desventajas de este tipo de tecnología son las multiplataformas que se utilizan para el almacenamiento de la información de los tutores para los alumnos, estas pueden en algún determinado momento cambiar de lugar de alojamiento de los sitios web, ya sea por perdida de dominio o por migración o cambio de URLs.

Para poder acceder a esta enseñanza se necesita siempre de una conexión a internet y un equipo con las características necesarias para ejecutar los programas necesarios para la realización de tareas de la plataforma (Vázquez, 2007).

En muchas ocasiones el tutor o profesor requiere más capacitación, tanto en su materia como en el uso de las herramientas tecnológicas, sabiendo expresarse de una forma clara a través de la escritura debido a que es el medio más utilizado para la interacción entre alumno maestro, debido a la adaptación a las nuevas tecnologías existentes (Ramírez, 2009).

4. Impacto de e-Learning en la educación

Como ha señalado García Aretio (2002) el cambio que conlleva el e-Learning no se encuentra en el uso de las tecnologías de la información (TIC), sino más bien en la idea de la formación por parte del tutor. El cambio en el modelo pedagógico que conlleva el e-Learning debe concentrarse en las decisiones, concepciones e intenciones del tutor en mayor régimen que en el uso de las herramientas de información que este utiliza (Roberto, 2009).

Los cambios que ocurren en la sociedad debido a las influencias de diferentes tendencias han hecho surgir ideas y expresiones relacionadas con los nuevos ejes de valor

En las universidades privadas es donde se destacan ligeramente estudios no presenciales siendo este porcentaje un 3.4% frente a 3,1%, sin embargo en las Universidades Públicas comprenden el 72.1% en los postgrados ofertados en modalidad presencial frente al 12% (Catalán, Catalán, & Jiménez, 2018).

Según las estadísticas realizadas sobre el e-Learning hasta el año 2015, el conocido sistema MOOC (Massive Open Online Course) en entrenamiento corporativo. Actualmente, el 8% de las empresas utilizan MOOC, mientras que otro 7% considera experimentar con MOOC.

Ejemplos: más de 350 empresas cooperan con Coursera y Udacity, Google ya ha inscrito a 80,000 de sus empleados en el curso HTML5 de Udacity.

Al pasar del tiempo se ve el incremento del uso de las tecnologías e-learning, no solo se basa en el uso que este tiene en la formación en las entidades educativas, como se encuentra expresado anteriormente en el porcentaje utilizado por las universidades, sino, en la utilidad que le encuentran las empresas debido a que, baja el costo de la capacitación de sus trabajadores (Caro, 2008).

5. Conclusión

El sistema e-Learning es un proceso que promueve la enseñanza-aprendizaje a través del uso de dispositivos tecnológicos, tales como: las computadoras personales, tablets y algunos dispositivos móviles, con el fin de ser un medio de formación a través de la conexión a internet, sea esta formación básica, avanzada o complementaria. Debido a la flexibilidad de tiempo que esta demanda, la cual es dependiendo de la disponibilidad del tiempo que tenga el estudiante. Este tipo de enseñanza logra que las empresas puedan optimizar sus gastos en la capacitación de sus trabajadores, puesto que no necesitan dejar de realizar sus labores por asistir a un lugar físico a capacitarse. Estas plataformas de e-Learning son de mucha utilidad tanto para los estudiantes como profesionales, debido a que también ofrecen certificaciones que ayudan mucho en el ámbito laboral.

El cambio que se ha visto en la evolución de la formación e-learning, provoca que los mecanismos de enseñanza sean más intuitivos y muchos más inteligente debido al avance de las tecnologías que estas utilizan para llevar a cabo su función dentro del aprendizaje de los estudiantes.

Referencias

Arturo Serrano Santoyo, E. M. (2003). *La Brecha Digital Mitos y Realidades*. Mexico: Universidad Autónoma de Baja California. Obtenido de http://www.labrechadigital.org/labrecha/LaBrechaDigital_MitosyRealidades.pdf

Boneu, J. M. (Abril de 2007). *Revista de Universidad y Sociedad del conocimiento*. Obtenido de Plataformas abiertas de e-Learning para el soporte de contenidos educativos abiertos .

Caro, E. M. (2008). E-Learning un analisis desde el punto de vista del alumno. *RIED*, 151-168. Obtenido de E-LEARNING UN ANALISIS DESDE EL PUNTO DE VISTA DEL ALUMNO: http://e-spacio.uned.es/fez/eserv/bibliuned:revistaRied-2008-11-2-2070/Documento.pdf

Catalán, L. L., Catalán, B. L., & Jiménez, E. P. (2018). *Pixel Bits*. Obtenido de TENDENCIAS INNOVADORAS EN LA FORMACIÓN ON-LINE. LA OFERTA WEB DE POSTGRADOS E-LEARNING Y BLENDEDLEARNING EN ESPAÑA: https://recyt.fecyt.es/index.php/pixel/article/view/63095/38506

Elearning, M. (23 de Enero de 2018). *Elearning Master*. Obtenido de 5 tendencias fáciles y accesibles de e-Learning para 2018: http://elearningmasters.galileo.edu/2018/01/23/5-tendencias-faciles-y-accesibles-de-e-learning-para-2018/

Espinoza, R. S., & Eguia, J. L. (2017). *Experiencias de gamificacion de las aulas*. Barcelona-España: Institut de la Comunicació (InCom-UAB). Obtenido de http://incom.uab.cat/download/eBook_incomuab_15.pdf#page=11

Fernández, M. O., Vázquez, J. J., & Cornejo, J. E. (Marzo de 2018). *Revista Electrónica de Tecnología Educativa*. Obtenido de Revista Electrónica de Tecnología Educativa: http://www.edutec.es/revista/index.php/edutec-e/article/view/1037/pdf

Guerra, L. H. (14 de 04 de 2012). *Elementos del E-learning*. (blogspot.com) Recuperado el 19 de 07 de 2018, de Elementos del E-learning: http://tarealinalugo.blogspot.com/2012/04/elementos-del-e-learning.html

Lucia, B. E., Cabada, R. Z., & Lugo, R. B. (Noviembre de 2015). *Tecnológico nacional de México*. Obtenido de Diseño y desarrollo de una red social deaprendizaje colaborativo para dispositivos móviles: http://www.itcelaya.edu.mx/ojs/index.php/pistas/article/view/391/379

Martínez, R. A., & Duart, J. M. (2016). *Scielo*. Obtenido de Estudios pedagógicos (Valdivia): https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0718-07052016000100017&script=sci_arttext&tlng=en

Miguel Ángel Conde, C. M. (s.f.). *CEUR Workshop Proceedings-Universidad de Salamanca*. Obtenido de E-Learning la revolucion de los procesos de aprendizaje: http://ceur-ws.org/Vol-562/paper1.pdf

Mimo Lab. (2004). *Las Nuevas Tendencias del E-learning. Estado de Arte*. Obtenido de Especialitzación Tecnológica y Sociedad del conocimiento: https://catedratelefonica.upc.edu/ca/documents/articles/copy_of_mimo-lab/working_report_mimol-2004-01.pdf

Palazón, A., Ballesteros, M. Á., Puente, D., & Marcelo, C. (2000). *E-Learning Teleform@ción: Diseño, desarrollo y evaluación de la formación a través de internet*. España. Obtenido de http://personal.us.es/miguelanba/publica/elearning.htm

Pardo, A., & Garcia, F. (2018). *Universidad Salamanca*. (G. d. (GRIAL), Editor) Obtenido de Introducción al elearning: http://antia.fis.usal.es/sharedir/TOL/introelearning/21_definicin_de_elearning.html

Ramírez, L. C. (Octubre de 2009). *Universidad de San Carlos de Guatemala*. Obtenido de Universidad de San Carlos de Guatemala: http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_0435_CS.pdf

Roberto, B. Á. (Julio de 2009). *Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación*. Obtenido de EL E-LEARNING, UNA RESPUESTA EDUCATIVA A LAS DEMANDAS DE LAS SOCIEDADES DEL SIGLO XXI: http://www.redalyc.org/pdf/368/36812381007.pdf

Vázquez, J. M. (03 de 2007). *Estado del arte del eLearning. Ideas para la definición de una plataforma*. Recuperado el 19 de 07 de 2018, de Estado del arte del eLearning. Ideas para la definición de una plataforma: http://www.lsi.us.es/docs/doctorado/memorias/Marquez,%20Jose%20M.pdf

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

Recebido/Submission: 28/11/2018
Aceitação/Acceptance: 03/12/2018

Herramientas Tecnológicas Contribuyendo a la Inclusión de Personas con Necesidades Especiales

Jessica Dominguez[1], Teresa Guarda[1,2,3], Washington Torres[1], Samuel Bustos[1], Freddy Villao[1], José Sanchez[1], Giovanna Murillo[2], Verónica Ponce[1]

jessy.d.b@hotmail.com, tguarda@gmail.com, wtorresguin@gmail.com, samuelbustos@yahoo.com, fvillao@upse.edu.ec, jaquino@upse.edu.ec, giovi.morillog@gmail.com, vponce@upse.edu.ec

[1] Universidad Estatal Península de Santa Elena, Santa Elena, Ecuador – UPSE, Av. La Libertad, Santa Elena, Ecuador

[2] Universidad de las Fuerzas Armadas – ESPE, ESSUNA, Salinas, Ecuador

[3] Algoritmi Centre, Minho University, Guimarães, Portugal

Pages: 302–309

Resumen: Estamos en tiempos donde la tecnología es diseñada para solventar necesidades e incide en grandes cambios socioeconómicos, culturales, tecnológicos, educativos, médicos, entre otros. En la actualidad la sociedad promueve la equidad, afirmando la diversidad y necesidad de inclusión en la educación e integración de las personas que poseen necesidades especiales. Los conceptos de necesidades especiales y de inclusión son impulsados con la reafirmación del derecho elemental de todos a la educación, considerando que cada uno de ellos posee características únicas, intereses, capacidades y necesidades de aprendizajes propios de cada uno. En este artículo se revisa las herramientas pedagógicas o sistemas informáticos diversos que contribuyen a la educación de las personas con necesidades especiales, para fomentar su integración e inclusión a su comunidad, entorno familiar y a la sociedad en general.

Palabras-clave: necesidades especiales; sistemas de información; herramientas tecnológicas; educación inclusiva.

Technological Tools Contributing to the Inclusion of People with Special Needs

Abstract*:* We are in a time when technology is designed to solve needs and affects large socio-economic, cultural, technological, educational, medical changes, among others. At present, society promotes equality, affirming diversity and the need for inclusion in education and the integration of the characteristics of people with special needs. The concepts of special needs and inclusion are promoted with the reaffirmation of the elementary right of everyone to education, considering that each of them has unique characteristics, interests, abilities and learning needs of each one. In this article we review pedagogical tools or computer systems that contribute to the education of people with special needs, to promote their integration and

inclusion in their community, family environment and society in general.

Keywords: special needs, information systems; technological tools, inclusive education.

1. Introducción

En la actualidad la tecnología ha incursionado en la educación cambiando el método de la enseñanza poniendo a su disposición herramientas que ayuden al proceso del aprendizaje, es preciso recalcar que las herramientas tecnológicas han sido de gran ayuda para el aprendizaje de personas que poseen necesidades especiales teniendo sistemas informáticos para cada necesidad con el objetivo de solventar de manera estratégica y adecuada en el aprendizaje curricular dándoles la oportunidad de una inclusión en la sociedad y un desarrollo en el ámbito laboral (Montes, 2012).

Siendo la tecnología como un uso necesario en la vida para facilitar tareas, llegan las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) incursionando en la educación y mejorando oportunidades. Las TIC ha puesto a disposición herramientas que ayudan a la educación especial, con el objetivo de facilitarles a través de estos recursos la comunicación con los demás transformando sus vidas y sus competencias (Fernández., 2010).

En este estudio profundizaremos sobre educación inclusiva y la relación entre las TIC y sus herramientas que contribuyen en mejorar la calidad educativa en la personas con necesidades especiales. Se analizan las principales dificultades que se les presenta a estas personas al momento de desenvolverse a nivel computacional y cuáles son las herramientas que le ayudan al proceso de la comunicación con el objetivo de favorecerlos al desarrollo integral a la sociedad.

Este artículo se encuentra estructurado en cinco secciones: la segunda sección se describe sobre la educación, la discapacidad y las TIC; en la tercera detallaremos las barreras que se enfrentan las personas que poseen discapacidad; por su vez la cuarta sección se presenta concepto de educación inclusiva; la quinta sección tenemos las herramientas tecnológicas y recursos básicos existentes que favorecen la educación inclusiva disponible para las personas con necesidades especiales; para finalizar presentamos las conclusiones alcanzadas.

2. Educación, discapacidad y Tics

El derecho a la educación es mundialmente reconocido desde que en 1948 se proclama la Declaración Universal de Derechos Humanos. Según el informe de la UNESCO establece que la inclusión de la infancia con necesidades especiales es importante para lograr educación para todos, es por eso que en el 2000 se dio como parte integrante de las estrategias de educación (Unesco, 1994).

En 2008, con motivo de la 48ª Conferencia Internacional de Educación de la UNESCO, los Ministros de Educación y Jefes de Delegación de 153 Estados miembro, aseveran que para un desarrollo humano, social y económico es esencial una educación inclusiva de calidad (Cie, 2008).

La educación inclusiva tiene como propósito que todos los niños y niñas aprendan y tenga una educación especializada sin importar en la comunidad en la que viven, condiciones personales, sociales, culturales o que posean necesidades especiales (Dussan, 2011).

Las personas con necesidades especiales son aquellas que poseen cualquier restricción o impedimento en la capacidad de realizar una acción o tarea de manera normal, esto puede ser como consecuencia de un deterioro que pueden ser temporal o permanente, reversibles o no. Las discapacidades se dividen en Física-motriz, sensoriales, psicológicas, intelectuales y mentales o psiquiátricas (Cid-Ruzafa, 1997).

Según estadísticas de la Organización Mundial de la Salud (OMS), hay alrededor de un 10 por ciento de personas que poseen discapacidad permanente (motriz, sensorial, mental y otras), es decir, cerca de 600 millones de personas en el mundo (OMS, 2011).

La Ley de Equiparación de Oportunidades para personas con necesidades especiales y en conjunto a la Convención de los Derechos de la ONU establecieron que la personas tienen o poseen el derecho a la vida, igualdad y no discriminación, la inclusión y libertad, educación, accesibilidad y libre desplazamiento, salud, recreación y turismo, actividades laborales (Constituyente, 2008).

Las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) es un conjunto de todos los recursos de hardware y software que sirven para el proceso, administración y compartir información mediante diversos equipos tecnológicos, tales como: computadoras o laptops, teléfonos móviles, televisores inteligentes, reproductores portátiles de audio y video, videojuegos u otros dispositivos (Chacón, 2012).

En la actualidad las TIC tienen una contribución importante para la sociedad, estos brindan muchos servicios para cualquier tipo de entidad como: correo electrónico, búsqueda de información, sistema bancario, música, cine, comercio electrónico, aplicaciones de estudio, etc. Las TIC están incursionando en diversos ámbitos de la vida, entre ellos comercio, educativo, médico, Industrial y otros (Unesco, 2005).

Los últimos años hemos podido ser testigos del proceso de cambio educativo, que ha tenido su evolución en la enseñanza de la educación especial que había sido apartada a la integración educativa y, desde ahí el derecho primordial de las personas a no ser excluida y hacer parte de una educación inclusiva (Thomas, 2001).

3. Barreras que se enfrentan las personas que poseen discapacidad

Las personas habitualmente tienen que enfrentarse con penurias y dificultades esta puede ser en su hogar, trabajo o simplemente el medio que lo rodea. Sin embargo, ser una persona que posee necesidades especiales (Discapacidades) tiene que enfrentar frecuentemente barreras que les dificulta considerablemente su desempeño e incluso llegar hacerlo imposible (Barton, 2008).

Las barreras de actitud: básicamente tiene que ver con la postura de la persona, esta contribuye a otras barreras que llegan a limitar la participación, actividad o vida cotidiana de la personas con discapacidad, tiene origen social y está ligada directamente con estereotipos, estigma, prejuicio y discriminación de los cuales son víctima debido a esa actitud negativa hacia las personas con discapacidad (Barton, 2008).

Barreras de comunicación: Se refiere a la manera de comunicarse que es diferente de las personas que no tienen discapacidades y se le dificulta una comunicación, esta afecta directamente a las personas que posee discapacidades que le afectan la audición, la lectura, el habla, la escritura, el entendimiento de mensajes auditivos o el uso de lenguaje técnico (Barton, 2008).

Las barreras físicas: se presentan en un entorno en el que se desenvuelve la persona con necesidades especiales creando un obstáculo en su movilidad estos pueden ser estructuras naturales o creadas por el ser humano tales como: escalones, áreas curvas o algún equipo que requiera estar de pie (Barton, 2008).

Barreras políticas: estas nacen al no hacer cumplir las leyes y regulaciones que hacia las personas con discapacidades al no permitir accesibilidad a programas y actividades, esto es debido a la falta de concientización de la sociedad negándoles la oportunidad de participación, beneficio financiación, servicios, beneficios de, realización de funciones (Barton, 2008).

Barreras programáticas: se refiere a la acción o prestación eficaz de un servicio que están limitada a personas con discapacidad estos podrían ser: horarios poco convenientes, falta de equipo accesible especializada para estas personas, poca o ninguna comunicación, actitudes del personal, conocimiento y entendimiento acerca del tema (Barton, 2008).

Barreras sociales: esta se da directamente en las condiciones en las que las personas llevan toda su vida nacer, crecer, vivir, aprender, trabajar, envejecer, salud y todo lo que lleve a la contribución y reducción de las actividades de estas personas (Barton, 2008).

Barreras de transporte: las personas con discapacidad se enfrenta diariamente a una inadecuada infraestructura en el medio de transporte y falta de señalización interfiriendo en su movilidad e independización y función en la sociedad (Barton, 2008).

4. Educación inclusiva

La Educación Inclusiva consiste en eliminar la barrera que impide que todos los alumnos puedan tener un aprendizaje con plena participación, sin discriminación de género, cultural, socio económica y de necesidades especiales (Latas, 2002).

Según el código de la niñez y adolescencia, se reconoce el derecho de los niños, las niñas, adolescentes, jóvenes y adultos a tener una educación de calidad, que considere y respete nuestras diferentes capacidades y necesidades educativas, costumbres, etnia, idioma, discapacidad, edad sin discriminación. (Congreso Nacional, 2003).

Basados en estos derechos ayuda a que los estudiantes con discapacidades reciban una educación especializada asociadas a la discapacidad que poseen haciendo que los beneficie generándoles igualdad de oportunidades (Congreso Nacional, 2003).

5. Herramientas tecnológicas y recursos básicos

Las Herramientas tecnológicas educativas son aplicaciones desarrolladas para ser utilizadas a nivel educativo que les facilite a todos aquellos usuarios a suplir ciertas necesidades en diversas áreas de la educación. Estas herramientas son recursos

aplicados para el intercambiando información, mejorar las clases y a su vez la educación (Valerio, 2002).

La tecnología ha contribuido de muchas formas a las personas que tienen necesidades especiales para lograr su integración a la sociedad. Las herramientas tecnológicas han sido de gran apoyo para igualar sus oportunidades en la vida personal, laboral, social e incluso en el ámbito académico así fundamentando una sociedad justa (Morin, 1998).

Dentro de los espacios reales de aprendizaje inclusivo para personas con necesidades especiales al desarrollar una herramienta tecnológica se deben tomar tres principales siguientes aspectos: pragmáticas deben incluir este aspecto que permita a los estudiantes con discapacidad tales como: intelectual, visual o cognitiva puedan recordar hechos o sucesos aprendidos en una clase; manipulación se refiere al uso, capacidad y facilidad que las herramientas deben poseer para ser manejados por los estudiantes con discapacidad evitando así los sentimientos de frustración y desaliento ante la imposibilidad de manejarlos de forma adecuada; psicológicas que sea dirigido a evitar que los estudiantes con discapacidad tengan sentimientos de temor o miedo ante las dificultades de romper el dispositivo o el manejo de las nuevas tecnologías de información y comunicación (Huidobro, 2007).

Herramienta	**Descripción**	**Discapacidad**
Ampliadores de pantallas	Son programas informáticos diseñados para modificar atributos en una pantalla en cuanto tamaño, forma, color y contraste permitiendo a la personas la navegación en internet o un ordenador	Discapacidad especial visual
Línea Braille	Herramientas diseñadas a la comunicación entre el ordenador y la persona con capacidad especial, estas aplicaciones tienen la posibilidad de transcripción de textos que aparecen en la pantalla a braille	Discapacidad visual
Revisores de Pantallas	Herramientas que capturan la información que se presentan en la pantalla y es enviado a un dispositivo de audio con una síntesis de voz, es decir de audio y braille o viceversa esto podría ser mediante la combinación de teclas del ordenador y el revisor de la pantalla	Discapacidad Visual
Pulsadores	Conecta una computadora u otro aparato que le permite “activar” o “desactivar” cierta función esto podría darse accionando, presionando un botón, soplando, movimiento de mano, rodilla, u otros movimientos	Dirigido a personas con problemas motrices con acceso a computadoras (teclado, pantalla, mouse, etc.)
Sistemas de reconocimiento de voz	Conceden al usuario introducir información a través de órdenes de voz al computador sin tener que recurrir a los dispositivos convencionales más que un micrófono con el que se pueden tener acceso a todo el computador	Discapacidad motora, visual y dificultades auditivas

Herramienta	Descripción	Discapacidad
Impresoras Braille	Como el nombre lo describe sirve para imprimir en braille los textos e imágenes volviéndolo puntos percutidos en papel u otros materiales parecidos	Discapacidad Visual
Pizarra Digital Interactiva	Permite que le usuario interactúe y conozca el entorno mejorando procesos de lecto-escritura ayudando a relacionarse con sus familiares y aprender mediante actividades	Dirigidos para niños que poseen autismo
Máquina inteligente de lectura	Es una aplicación que digitaliza, reconoce voz y lee voz de documentos en diferentes idiomas integrados por un escáner, OCR y sintetizador de voz	Discapacidad visual en la lectura
Magnificador de imagen y texto	Es un equipo conformado por una cámara de ampliación que proyecta la imagen capturada a una pantalla, ayudando a la identificación de objetos	Dirigido a personas con baja visión

Tabla 1 – Herramientas de acuerdo al tipo de discapacidad (Fuente (D., 2016)). Herramientas tecnológicas

6. Conclusiones

El avance de las tecnologías y su innovación para contribuir con la fomentación a la inclusión de las personas con necesidades especiales, dando solución a sus dificultades propias que se derivan de su discapacidad, el uso de estos recursos tecnológicos van favoreciendo a la integración o inclusión de estas personas a la sociedad, laboral y educación mejorando así su calidad de vida.

Siendo así las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) hacen una contribución fundamental para lograr el acceso completo a la educación participativa, comunicación, información, movilidad y al medio físico. Las herramientas informáticas son importante para la inclusión de las personas con necesidades especiales para proporcionarles independencia y autonomía acortando así la brecha o barrera digital en la educación actual para la población con necesidades especiales.

Referencias

Unesco. (1994). *Declaración de Salamanca y marco de acción sobre necesidades educativas especiales*. Unesco.

Alejandra. (2008, Septiembre 4). *Inclucion educativa*. Retrieved from http://inclusioneducativa-rosario.blogspot.com/2008/09/

Alondra. (n.d.). *Cosas de Educación*. Retrieved from https://www.cosasdeeducacion.es/como-influyen-las-tic-en-la-educacion-especial/

Barton, L. (2008). *Superar las barreras de la discapacidad*. Madrid: Ediciones Morata.

Centro para el Control y la Prevencion de enfermedades. (2017, Octubre 4). Retrieved from https://www.cdc.gov/ncbddd/spanish/disabilityandhealth/disability-barriers.html

Chacón, N. V. (2012). Las tecnologias de la información y la comunicación. *Calamêo*, 1.

children, F. o. (2012). *Emerging Technologies and their Impact on Disability*. Retrieved from https://futureofchildren.princeton.edu/

Cid-Ruzafa, J. &.-M. (1997). Valoración de la discapacidad física: el índice de Barthel. *Revista española de salud pública*, 71(2), 127-137.

Cie. (2008). *La Educación Inclusiva: El camino hacia el futuro*. Ginebra: Conferencia Internacional de Educación.

Congreso Nacional. (2003). *Código de la niñez y la adolecencia*. Ecuador: Congreso Nacional. Retrieved from https://inclusioncalidadeducativa.wordpress.com/2016/03/20/inclusion-educativa-el-desafio-de-ensenar-y-aprender-en-y-para-la-diversidad/

Constituyente, A. (2008). Constitución del Ecuador. *Constitución de la República del Ecuador*. Quito, Ecuador: Asamblea del Ecuador.

D., R. C. (2016). *Tecnologías educativas accesibles*.

Dussan, C. P. (2011). Educacion inclusiva: Un modelo de diversidad humana. *Educación y desarrollo social*, 139-150.

Emiliani, P. L. (2011). Technology and inclusion . *Technology and Disability*, 101-114.

Fernández., I. F. (2010). *LAS TICS EN EL ÁMBITO EDUCATIVO*. Retrieved from https://educrea.cl/las-tics-en-el-ambito-educativo/

Ferraz, A. (2002). Ergonomía de la información para estudiantes universitarios con.

formulacion y estudios (Herramientas tecnológicas para personas con discapacidad visual). (2015, Junio 10). Retrieved from https://googleads.g.doubleclick.net/aclk?sa=L&ai=Cauq3 V6EuW8DcFcaimQSduIOwD_7 uvqNSl5 C35a4 HZBABINHdjE5g2wHIAQLgAgCoAwHIA5kEqgSFAk_QLXCxKR_KYXk-72 QhIJCv2iRDkjFxJgD9th-7 A2ZA_eode5_M8r0yYyd0A9L6DAaV7 mOjtcP-RKvwut26 lB-0zmpwHJ55 KGa-BU7nfavVIbTkJ7 HUbExrWVaBzD9IH

González, A. M. (2010). Relación entre formación y tecnologías en la sociedad de la. In *Nuevas tecnologías y educación* (pp. 59-62).

Huidobro, J. (2007). Tecnologías de información y comunicación. . *Universidad Politécnica de Madrid*, 2.

Latas, A. P. (2002). Educación inclusiva. *Revista de Educación nº 327.*, 11-29.

Méndez, D. (n.d.). *Edu@conTic (Recursos TIC para Necesidades Educativas Especiales)*. Retrieved from http://www.educacontic.es/blog/recursos-tic-para-necesidades-educativas-especiales

Montes, j. A. (2012). *Aprendizaje y Mediación Pedagógica con Tecnologías Digitales*. . Zaragoza - España: Universidad Nacional Autónoma de México - Facultad de Estudios Superiores Zaragoza.

Morin, J. &. (1998). Gestión de los recursos tecnológicos. *Fundación Cotec para la Innovación Tecnológica*.

OMS. (2011). *Informe mundial sobre la discapacidad*. Ginebra: Organización mundial de la salud. Retrieved from http://www.who.int/disabilities/world_report/2011/summary_es.pdf

ostomizados, A. d. (n.d.). *Conceptos de deficiencia, discapacidad y minusvalía* . Retrieved from http://www.asociaciondeostomizados.com/pdf/documentos/diferencia-y-minusvalia.pdf

Salud, O. M. (2011). *Informe Mundial sobre la Discapacidad*.

Thomas, L. (2001). *Una mirada sobre las TIC y la Educación inclusiva*. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/275521588_Una_mirada_sobre_las_TIC_y_la_Educacion_Inclusiva

TIC y Educacion especial. (n.d.). Retrieved from http://escritorioeducacionespecial.educ.ar/datos/tic-educacion-especial.html

UNESCO. (2003). *Superar la inclusión mediante planteaminetos integradores en la educación (Documento Conceptual)*. Paris: CREAGRAPHIE.

Unesco. (2005). *Las tecnologias de la información y comunicacion en la enseñanza*. Paris, Francia: División de Educación Superior. Retrieved from http://unesdoc.unesco.org/images/0013/001390/139028s.pdf

UNESCO. (2008). *Informe de Seguimiento de la EPT en el Mundo*. Paris: UNESCO.

Valencia, U. d. (2013, Septiembre 7). *Entornos virtuales de formación*. Retrieved from https://www.uv.es/bellochc/pedagogia/EVA1.wiki

Valerio, G. (2002). Herramientas tecnológicas para administración del conocimiento. Transferencia, . *Transferencia*, 19-21.

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

Recebido/Submission: 20/10/2018
Aceitação/Acceptance: 16/12/2018

Esquema Gubernamental de Seguridad de la Información EGSI y su aplicación en las entidades públicas del Ecuador

Christian Muyón[1], Teresa Guarda[1,2,3], Gabriela Vargas[1], Geovanni Ninahualpa Quiña[1]

christian.muyon.rivera@gmail.com, tguarda@gmail.com, gava312negra@gmail.com, gninahualpa@espe.edu.ec

[1] Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, Centro de Postgrados, 170511, Quito, Ecuador

[2] Universidad Estatal Península de Santa Elena, Santa Elena, Ecuador – UPSE, Av. La Libertad, Santa Elena, Ecuador

[3] Algoritmi Centre, Minho University, Guimarães, Portugal

Pages: 310–317

Resumen: Con el avance de las nuevas tecnologías, la diversificación de la información y la importancia que tiene actualmente en las organizaciones, ha surgido la necesidad de mantener la información segura en vista de cualquier acontecimiento que pudiera poner el riesgo tan importante activo. En Ecuador teniendo en cuenta esta necesidad se ha decidido emitir un documento con buenas prácticas y estándares que ayuden a la gestión de la información pública y de gobierno. Este artículo es una revisión del Esquema Gubernamental de Seguridad de la Información (EGSI) y su ámbito de acción. Se detalla los procedimientos y los estándares que lo integran con el fin de conocer el nivel de abstracción y madurez de los procesos de seguridad para activos de información que el EGSI imparte para su aplicación de manera obligatoria para las entidades públicas del Ecuador.

Palabras-clave: EGSI; Seguridad de la información; ISO/IEC 27001; ISOIEC /27002.

Government Information Security Scheme EGSI and its application in public entities of Ecuador

Abstract: With the advancement of new technologies, the diversification of information and the importance it currently has in organizations, the need has arisen to keep information safe in view of any event that could put such an important asset at risk. In Ecuador, taking into account this need, it has been decided to issue a document with good practices and standards that help the management of public and government information. This article is a review of the Information Security Manual (EGSI) and its scope of action. The procedures and values that they integrate in order to know the level of abstraction and maturity of the security processes for the users of information that the EGSI provides for their mandatory application for public entities of Ecuador were detailed.

***Keywords**:* EGSI; Information Security; ISO/IEC 27001; ISOIEC /27002.

1. Introducción

La seguridad de la información en la actualidad es uno de los procesos más importantes en cualquier organización que manipule activos de información, es un proceso agregador de valor a nivel de negocio y que en el Ecuador a través del Esquema Gubernamental de Seguridad de la Información EGSI emitido mediante acuerdo ministerial 166 del 19 de septiembre del 2013 es obligatorio su implementación en cualquier organismo e institución que esté regido bajo la administración pública central.

Con la masificación de las tecnologías de la información se ha incrementado paralelamente los problemas para mantener la información integra, disponible y confidencial, es por ello que para reducir riesgos y evitar daños a los activos de información se propone poner énfasis en el aseguramiento adecuado de la seguridad de la información. La familia de estándares ISO 27000 proveen las guías, mecanismos y controles para alcanzar el nivel adecuado de seguridad de información que cada entidad requiere de acuerdo a sus necesidades y objetivos (Kersten, Reuter, & Schröder, 2005).

El EGSI está basado en las normas ISO/IEC 27001 e ISO/IEC 27002, es un marco que detalla las mejores prácticas en lo que tiene que ver con políticas de seguridad de información, gestión de activos, seguridad de recursos humanos, seguridad física y del entorno, control de acceso, gestión de incidentes etc. Procesos que dentro de las entidades públicas del ecuador son relevantes y que son necesarios evaluar para conocer si están siendo correctamente gestionados.

El objetivo de este artículo es presentar una conceptualización del Esquema Gubernamental de Seguridad de la información, dando a conocer su aplicabilidad, restricciones, practicas sugeridas, beneficios y sus posibles desventajas. El artículo está estructurado de la siguiente manera: en la sección 2 se presenta una descripción de la norma ISO/IEC 27001, su estructura, políticas, procedimientos, mecanismos de tratamiento de información y controles; en la sección 3 se detalla la norma ISO/IEC 27002 y sus directrices de implementación; en la sección 4 se realiza una descripción general del Esquema Gubernamental de Seguridad de la Información y su aplicación de manera específica en el Ministerio de Educación, se analiza los controles implementados en esa cartera de estado para verificar el nivel de cumplimiento de la norma EGSI; en la sección 5 se exhiben las conclusiones finales.

2. ISO/IEC 27001

La norma ISO/IEC 27001 proporciona pautas específicas para el diseño e implementación de un adecuado sistema de gestión de seguridad de la información en una organización, proporcionando mecanismos y controles para el aseguramiento de la protección de los activos de información y reducir el riesgo a niveles aceptables.

ISO/IEC 27001 tiene su origen de un código de buenas prácticas publicado por el departamento de comercio e industria del Reino Unido en 1989 (Sheikhpour & Modiri, 2012), este estándar se ha diversificado tanto que actualmente es usado en todo el mundo por organizaciones comerciales y de gobierno como base para una adecuada

administración de políticas de seguridad. Este estándar es adaptable y altamente flexible para poder ser implementado en cualquier tipo de organización de un amplio rango de sectores.

ISO/IEC 27001 adopta el modelo de mejora continua PHVA de Edward Deming como es ilustrada en la Figura. 1.

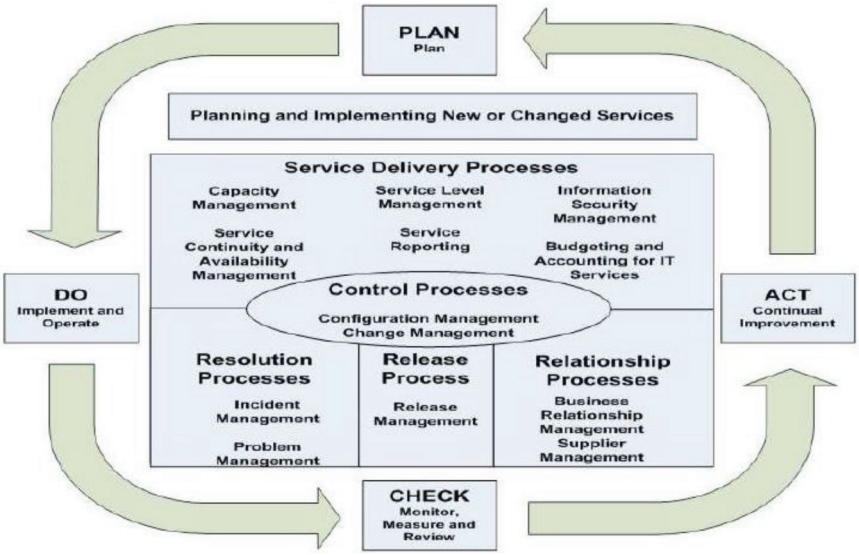


Figura 1 – Modelo de mejora continua PHVA (Kersten, Reuter, & Schröder, 2005).

El modelo PHVA se basa en la verificación y monitoreo continuo de los controles implementados para manejar los riesgos, de tal forma que si estos controles no son efectivos tienen que pasar por un proceso de mejora.

El ciclo PHVA se divide en cuatro fases: a) "Planificar" esta fase establece las políticas, objetivos, procesos y procedimientos para gestionar los riesgos y mejorar la seguridad de la información con el fin de entregar resultados que se alineen a los objetivos generales de la organización. b) "Hacer" en esta fase se implementan las políticas, controles, procesos y procedimientos descritos en la fase anterior. c) "Verificar" en esta fase se realiza un monitoreo, revisión y evaluación del rendimiento de las políticas y controles implementados, se reporta los resultados a la dirección para su revisión. d) "Actuar" en esta fase se toma acciones correctivas y preventivas basadas en las revisiones realizadas en la fase precedente para lograr una mejora continua de los procesos y políticas (Boehmer, 2008).

3. ISO/IEC 27002

La norma ISO/IEC 27002 es un estándar para la gestión de sistemas de seguridad de la información el cual básicamente es un código de buenas prácticas que determina una serie de controles y objetivos específicos para el aseguramiento de la seguridad

de la información (Nowak, 2015). El objetivo de este estándar es proveer a las partes responsables la implementación de estándares de seguridad para mejorar la confiabilidad de la información en las organizaciones.

Esta norma define un total de 133 estrategias de control de seguridad que están bajo 11 estrategias principales, el estándar enfatiza la importancia de la gestión del riesgo en el cual además se recalca que no es estrictamente necesario implementar cada una de las guías redactadas en el estándar si no solamente escoger las que se estiman son las más relevantes de acuerdo a cada organización.

Es así como podemos ver la correlación existente entre la familia de estándares de la ISO 27000 en la Figura 2.

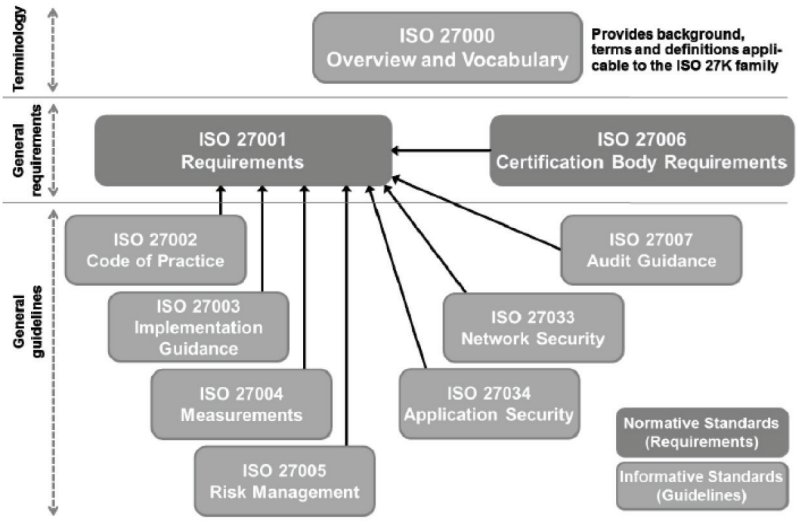


Figure 5. Interrelations within the ISO 27 K family of standards [9].

Figura 2 – Interrelaciones de los estándares de la familia ISO 27000 (ISO/IEC 27000, 2009).

Tal y como se indica en la Figura 2. La familia de normas ISO definen las diversas formas en las que se puede mantener la información segura con la aplicación de buenas prácticas y estándares

4. Esquema Gubernamental de Seguridad de la Información y su aplicación

El Esquema Gubernamental de Seguridad de la Información fue emitido por la Secretaría Nacional de la Administración Pública mediante el acuerdo ministerial No. 166 del mes de septiembre del 2013, el mismo fue diseñado para asegurar el cumplimiento de las normas básicas de seguridad de la información en el ámbito de gobierno.

El EGSI contiene acuerdos, restricciones, controles y normas que buscan asegurar la confidencialidad y seguridad de la información, todas estas directrices se encuentran

detalladas y distribuidas tal y como se indica en la Tabla 1 en 11 capítulos y 714 ítems de control, cada uno de ellos con políticas y lineamientos que deben ser cumplidos por las instituciones que adopten el esquema.

Capítulo	**Número de items de control**	**Número de items de control prioritarios**
1. Política de Seguridad de la Información	3	2
2. Organización de la seguridad de la información	50	10
3. Gestión de los activos	47	20
4. Seguridad de los recursos humanos	25	3
5. Seguridad física y del entorno	61	12
6. Gestión de comunicaciones y operaciones	173	28
7. Control de acceso	105	30
8. Adquisición, desarrollo y mantenimiento de sistemas de información	138	2
9. Gestión de los incidentes de la seguridad de la información	20	2
10. Gestión de la continuidad del negocio	30	0
11. Cumplimiento	62	0
TOTAL	714	109

Tabla 1 – Capítulos del EGSI (Secretaría Nacional de la Administración Pública, 2013)

Como se indica en la Figura 3. El Esquema Gubernamental de Seguridad de la Información se encuentra distribuido en fases secuenciales para la implementación que detallan el proceso de implementación y ciclo de vida del esquema, el mismo se detalla en la imagen siguiente.

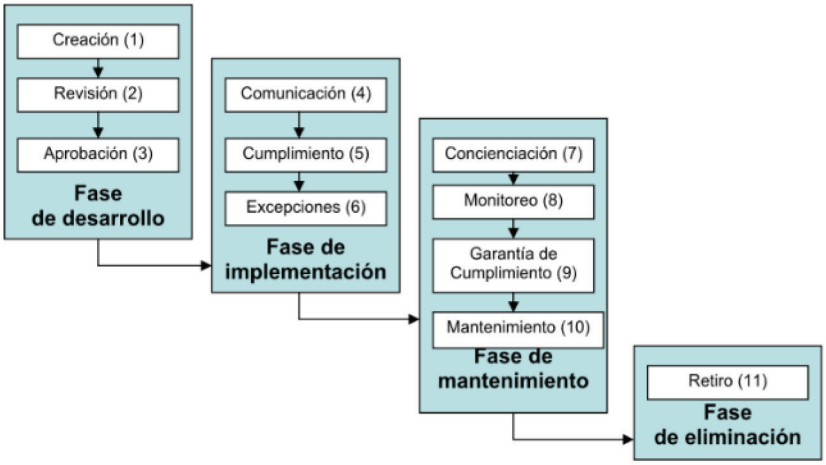


Figura 3 – Fases implementación EGSI (Secretaría Nacional de la Administración Pública, 2013)

4.1. Evaluación

Para poder verificar el nivel de cumplimiento del Esquema Gubernamental de Seguridad de la Información se procedió a realizar un caso de estudio, el mismo se basa en una investigación realizada en el Ministerio de Educación (Edificio Planta Central). Para obtener información valedera sobre las prácticas que el personal de esta cartera de estado realiza en lo referente a la seguridad de la información se utilizó una encuesta online enviada a través de un correo masivo con el visto bueno de la unidad de Seguridad de la Información, las preguntas en la encuesta fueron diseñadas para evaluar si el personal operativo se encuentra utilizando adecuadamente en su trabajo diario las buenas prácticas y comportamientos adecuados descritos en el EGSI. La encuesta utilizada contiene preguntas variadas sobre diversas prácticas de seguridad de la información que fueron evaluadas en un rango de acuerdo o desacuerdo.

4.2. Resultados positivos

En general, el estudio muestra que las personas encuestadas conocen y aplican medidas preventivas de seguridad más básicas. Cien por ciento de los encuestados bloquean o apagan sus computadoras al final de la jornada laboral, más del 91% de las respuestas reflejan que las personas abren adjuntos de correos electrónicos que únicamente provienen de fuentes de su confianza.

Cuando fueron consultados acerca de si revelan la contraseña de su computadora, la mayoría indicó que no lo hacen. Incluso es importante indicar que solo siete de todas las personas encuestadas en ocasiones han revelado sus contraseñas a compañeros de trabajo por motivo de toma de vacaciones, lo cual no es una buena práctica. Sin embargo, analizando los resultados en forma general estos indican que la mayoría de las personas encuestadas aplican las medidas de seguridad más fundamentales.

4.2. Resultados negativos

A pesar de las buenas prácticas y resultados positivos descritos en la sección anterior el estudio reflejó también que existen ciertos temas técnicos que las personas encuestadas no conocen, entre ellas se puede listar el uso regular del antivirus, respaldos de información, uso de contraseñas fuertes y seguras, o el uso de protectores de pantalla para evitar la visualización de información por terceros cuando se deja el puesto de trabajo por un pequeño periodo de tiempo.

Únicamente el 27% de los encuestados afirman que “usan el programa de antivirus instalado en su computador para ejecutar un escaneo de virus por lo menos una vez a la semana”. Solo el 63% de las respuestas afirman que “la información en la PC está respaldad por lo menos una vez por semana”, es desconocido por el usuario que ellos disponen de una plataforma en la nube para poder respaldar la información que ellos consideren relevante, lo cual involucra un desuso de las herramientas informáticas del Ministerio.

52% de los encuestados afirman que “entienden que es una contraseña fuerte, y que siempre la utilizan para entrar a cualquier sitio que requiera uso de la misma” sin embargo muchos ellos desconocen que una contraseña fuerte es aquella que está compuesta por letras, números, mayúsculas, minúsculas y caracteres alfanuméricos, por lo que en respuesta a esto el área de infraestructura ha implementado la política

de un cambio de cada 3 meses de contraseña para todos los funcionarios, misma que debe contener las consideraciones de una contraseña fuerte y no haber sido utilizada anteriormente por el usuario.

Una falencia detectada en la Institución es en el Control de Acceso físico ya que Únicamente el 47% de los encuestados afirman que "Utilizan la credencial institucional para ingresar a las instalaciones del Edificio de Planta Central" lo cual refleja que hay una falencia en el control de acceso físico, ya toda persona que desee ingresar al edificio debe poseer una credencial de funcionario del Ministerio o de visitante.

Por último, un punto negativo que se ha podido evidenciar y que no corresponde con aspectos técnicos es algo que se relaciona con un elemento simple de la seguridad de la información: lectura y comprensión de las políticas organizacionales de seguridad. En respuesta a la pregunta final de la encuesta, 53% de las personas están en desacuerdo con la siguiente afirmación: "He leído y entendido las políticas de seguridad de mi organización". Esta tendencia muestra que los empleados y funcionarios operativos deben ser incentivados a leer las políticas de seguridad que han definido el Ministerio para su aplicación.

5. Conclusiones.

El esquema gubernamental de seguridad de la información describe las actividades que se establecen para dar protección a los activos de información contra riesgos de pérdida, mal uso, divulgación o daño en las entidades públicas del Ecuador, su aplicación es obligatoria y es evaluada por la Contraloría General del Estado.

Todo esto se debe a la necesidad de establecer una serie de buenas prácticas que ayuden al aseguramiento del nivel adecuado de seguridad de la información estatal. Sin embargo, existe la necesidad latente de la ejecución de programas de educación y concienciación de seguridad de la información ya que si bien es cierto las políticas se encuentran muy bien detalladas pocas personas tienen conciencia de una cultura de seguridad de la información ni lo que abarca este tópico. Por lo que es necesario que las instituciones sobre las cuales se rige esta normativa promuevan a los funcionarios los beneficios de buenas prácticas y comportamientos de seguridad de la información ofreciendo beneficios o recompensas por la buena cultura de seguridad aplicada.

Los funcionarios públicos a los cuales abarca la EGSI están aplicando solamente las prácticas más fundamentales de seguridad, sin embargo, se debe hacer mucho más. Cada individuo debe tener más implicación de la seguridad de su información. A continuación, señalo ciertas recomendaciones que considero deberían implementarse para mejorar ciertos aspectos de la seguridad de la información: incentivar el respaldo de información de los ordenadores personales de los funcionarios por lo menos 1 vez a la semana; exigir el uso de contraseñas fuertes; promover el uso de protectores de pantalla con contraseña; promover el uso de los antivirus; no compartir contraseñas

Para culminar las recomendaciones mencionadas deberían aplicarse para la obtención de mejores resultados con la aplicación del EGSI, pero estas deben alinearse con las políticas ya establecidas por la Unidad de Seguridad de la Información de cada institución, si bien es cierto el EGSI plantea los procedimientos y controles a implementarse, queda a disposición de cada organismo su implementación de acuerdo al entorno y las condiciones propias de la entidad.

Referencias

Kersten, H., Reuter, J., & Schröder, K. W. (2011). IT-Sicherheitsmanagement nach ISO 27001 und Grundschutz. Vieweg+ Teubner, 1, 978-3834801784.

Sheikhpour, R., & Modiri, N. (2012). A best practice approach for integration of ITIL and ISO/IEC 27001 services for information security management. Indian Journal of Science and Technology, 5(2), 2170-2176.

Boehmer, W. (2008, August). Appraisal of the effectiveness and efficiency of an information security management system based on ISO 27001. In Emerging Security Information, Systems and Technologies, 2008. SECURWARE'08. Second International Conference on (pp. 224-231). IEEE.

Nowak, G. J. (2015). Information Security Management with accordance to ISO27000 Standards: Characteristics, implementations, benefits in global Supply Chains. Logistyka, (2, CD 1), 639-654.

ISO/IEC 27000. (2009). Information technology–security techniques–information security management systems–overview and vocabulary. International Organization for Standardization.

Secretaría de la Administración Pública. (2014). Ranking de Cumplimiento del EGSI.

Secretaría Nacional de la Administración Pública. (2013). Acuerdo Ministerial No. 166. Esquema Gubernamental de Seguridad de la Información

Solarte, F. N. S., Rosero, E. R. E., & del Carmen Benavides, M. (2015). Metodología de análisis y evaluación de riesgos aplicados a la seguridad informática y de información bajo la norma ISO/IEC 27001. Revista Tecnológica-ESPOL, 28(5).

Fernández, L. G., & Álvarez, A. A. (2012). Guía de aplicación de la Norma UNE-ISO/IEC 27001 sobre seguridad en sistemas de información para pymes. AENOR.

Andrés, A., & Gómez, L. (2009). Guía de aplicación de la Norma UNE-ISO/IEC 27001 sobre seguridad en sistemas de información para pymes. AENOR.

Guato, G., Fernando, H., Muenala, Q., & Geovanna, M. (2016). Aplicación de las normas técnicas iso/iec 27001 e iso/iec 27002 para el cumplimiento del esquema gubernamental de seguridad de la información (egsi) en la infraestructura del sistema nacional de nivelación y admisión (SNNA) (Bachelor's thesis, Quito, 2016.).

Cáceres Tarco, C. E., & Mena González, C. E. (2015). Elaboración de la guía de implantación de las normas prioritarias del esquema gubernamental de seguridad de la información EGSI en las entidades de la administración pública central (Bachelor's thesis, Quito, 2015.).

Pino Vera, J. A. (2014). Marco de referencia para la implementación de un esquema gubernamental de seguridad de la información (EGSI), basado en la norma técnica ecuatoriana inen iso/iec 27001: 2010 y en concordancia con el acuerdo 166 (Master's thesis, Quito: Universidad de las Américas, 2014).

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

Recebido/Submission: 10/11/2018
Aceitação/Acceptance: 09/12/2018

Obtención de claves en redes WLAN/WPS usando Wifislax y Denegación de Servicios con Kali Linux

Gabriela Vargas[1], Teresa Guarda[1,2,3], Christian Muyón[1], Geovanni Ninahualpa Quiña[1]

gava312negra@gmail.com, tguarda@gmail.com, christian.muyon.rivera@gmail.com, gninahualpa@espe.edu.ec

[1] Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, Centro de Postgrados, 170511, Quito, Ecuador

[2] Universidad Estatal Península de Santa Elena, Santa Elena, Ecuador – UPSE, Av. La Libertad, Santa Elena, Ecuador

[3] Algoritmi Centre, Minho University, Guimarães, Portugal

Pages: 318–331

Resumen: El objetivo de este articulo es dar a conocer que tipo de situaciones problemáticas en términos de seguridad informática podemos encontrar en una red de comunicaciones, a nivel de redes o sistemas locales, empresariales u organizaciones internacionales. Estableciendo soluciones preventivas o correctivas, en particular para las situaciones encontradas durante un caso de estudio realizado de manera experimental y demostrativa. A fin de cumplir con este objetivo, en el articulo se abarca temas y conceptos relacionados con detección de vulnerabilidades, tipos de ataques, herramientas para pen testers, herramientas de auditoría, procedimientos de mitigación y más temas de influencia en el mundo de la informática y las TI.

Palabras-clave: Vulnerabilidades, Ataques, Redes, Hacking ético.

How to obtaining keys in WLAN / WPS networks using Wifislax and Denial of Services with Kali Linux

Abstract: The objective of this paper is to know what type of problem situations in terms of security can be found in a communications networks, at level of networks or systems locals, business or international organizations. Establishing preventive or corrective solutions, particularly for situations encountered a case study conducted in experimental and demonstrative manner. To meet this objective, the paper studied topics and concepts related to vulnerability detection, types of attacks, pentesters tools, auditing tools, procedures and mitigation topics influence in the world of information and IT.

Keywords*:* Vulnerabilities, attacks, network, ethical hacking

1. Introducción

En la actualidad se habla de la seguridad informática cada vez con más fuerza (Portantier, 2012) y conforme disminuye la denominada brecha digital entre el usuario y las TICs (Robles y Molina, 2007), esto se ve reflejado en las inmensurables cantidades de información digital que se intercambia día tras día entre personas, empresas u organizaciones a nivel local, nacional e internacional (Delarbre, 2001). Mientras más importante o crítica sea la información que trasmitimos en nuestras redes de comunicación, estaremos más propensos a ataques informáticos (Cristian L) y por tal motivo es importante conocer qué tipo de vulnerabilidades podemos tener en nuestras redes y qué tipo de ataques existen.

Tener ciertos niveles de seguridad dependiendo del ambiente en que nos encontramos es importante para garantizar de alguna manera la confidencialidad de nuestra información al ser transmitida o procesada (Portantier, 2012), una manera eficaz de evidenciar las vulnerabilidades de nuestras redes es realizar un hacking ético con la finalidad de reflejar dichos resultados en mecanismos de preventivos y correctivos.

2. Metodología

El presente es un estudio de enfoque cuantitativo explicativo exploratorio, pues trata de buscar el porqué de los hechos, estableciendo relaciones de causa-efecto en problemáticas de tipo particulares o poco frecuentes (M. O. Elsa, 2013).

3. Sujetos

El nivel de población a la que está dirigida la investigación no tiene cifras exactas, dado que, una auditoria de red o sistema se la puede reflejar a una red sencilla (pero no menos importante) de un domicilio u oficina, o una compleja de una empresa u organización. Diferentes estudios nos muestran como dato referencial que en la actualidad aproximadamente 3200 millones de personas (el 43% de la población mundial) está conectada y maneja redes informáticas y TICs (Castells, 2001)

4. Fundamento Teórico

4.1. Redes de comunicación

Una red de comunicación básicamente está formada por un equipo transmisor, un medio de transmisión (físico o inalámbrico) y un equipo receptor, interconectados entre sí con el objetivo de intercambiar información de manera unidireccional o bidireccional (Galeano, 1997). Una red es un medio que permite a personas o grupos compartir información y servicios. La tecnología de las redes informáticas constituye el conjunto de las herramientas que permiten a los ordenadores compartir información y recursos. Una red está constituida por equipos llamados nodos, las redes se categorizan en función de su amplitud. Para comunicarse entre ellos los nodos utilizan protocolos, o lenguajes, comprensibles para todos ellos (Atelin, 2006)

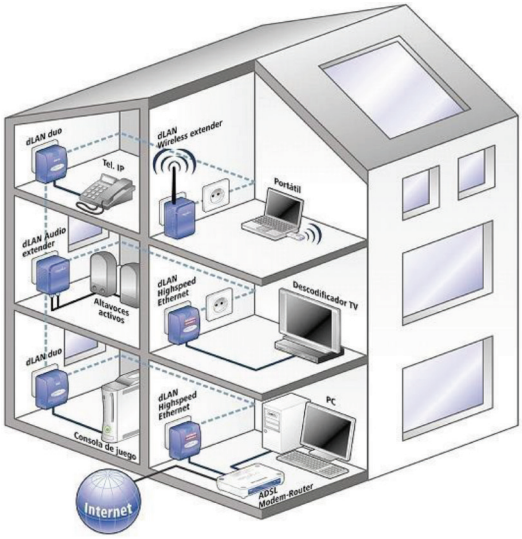


Figura 1 – Red de comunicación mixta (cableada-inalámbrica).

4.2. Vulnerabilidad

Una vulnerabilidad es la posibilidad de ocurrencia de la materialización de una amenaza sobre los activos (Fernandez y Alonso, 2013). Las vulnerabilidades asociadas a los activos, incluyen las debilidades en el nivel físico sobre la organización, los procedimientos, el personal, la gestión, la administración, los equipos, el software o la información. Una vulnerabilidad, por si misma, no causa daño alguno; es simplemente una condición o conjunto de condiciones que pueden permitir que una amenaza afecte a un activo (Areitio, 2008). En términos de seguridad, la palabra vulnerabilidad hace referencia a una debilidad en la red permitiendo a agentes maliciosos romper la confidencialidad, integridad, disponibilidad, control y consistencia de la red. Las vulnerabilidades son el resultado de fallos en el diseño del sistema o también pueden ser el resultado de las propias limitaciones tecnológicas (no existe sistema 100% seguro).

Las vulnerabilidades son el resultado de fallos en el diseño de la red desde distintos puntos de vista como: físico (está relacionado con el acceso físico al sistema, comprende todo lo referente al acceso al cuarto de equipos que contienen la información); natural (son todo tipo de desastres causados por la fuerza de la naturaleza que causan daño a la red explícitamente o a su entorno físico); hardware (las vulnerabilidades de hardware hacen referencia al mal funcionamiento de componentes físicos de la red, ya sea por desgaste por tiempo de operación, falta de mantenimiento o resultado de un mal diseño); software (cada programa que forma parte de la red lógica puede ser usado como medio de ataque, debido a errores de programación (bugs), deficiente control de acceso, bajo nivel seguridad lógica, etc); red (una red es altamente vulnerable, dado que basta vulnerar un solo equipo para tener acceso a toda la red. La prioridad de una red es la transmisión de información y completa disponibilidad de la misma, las vulnerabilidades de las redes llegan a ser una combinación de vulnerabilidades de

hardware, software, físicas e incluso naturales); y factor humano (el factor humano es el más difícil de controlar y más propenso a ser vulnerado, las vulnerabilidades de origen humano más comunes son la falta de capacitación y concienciación, lo que puede dar lugar a la negligencia en el seguimiento de las políticas de seguridad, mal uso del equipos u objeto de ingeniería social) .

4.3. Ataques

Un ataque a las redes de datos, consiste en aprovechar una vulnerabilidad de un sistema informático (sistema operativo, programa de software o sistema del usuario) con propósitos desconocidos por el operador del sistema y que, por lo general, causan un daño (Alonso, 2014). Un ataque a una red es un método por el cual un agente interno o externo intenta desestabilizar, dañar o tomar el control de la red sin autorización y con fines de perjuicios a equipos o robo de información. Existen un gran número de ataques posibles de realizar, entre los más conocidos tenemos: Cross Site Scripting (XSS) (consiste en insertar código o script en un sitio web y el visitante al ingresar al sitio lo ejecuta y está susceptible a robo de sesiones o datos vulnerables); Fuerza bruta (procesos automatizados que mediante prueba y error logran dar con el usuario y contraseña, generando estos mismos al azar usando combinaciones o diccionarios); Scanning (es la técnica para la identificación de puertos abiertos y servicios disponibles en una red para la búsqueda de vulnerabilidades); Denegación del servicio (DOS) (el atacante aprovecha algún error en la programación del sitio web y hace que utilice desmesuradamente los recursos como procesador y memoria del servidor hasta llegar al punto límite de operación y colapsar); Phishing (el objetivo del atacante es obtener datos personales de su víctima, una de las más conocidas es suplantar páginas web, crean un sitio similar al sitio original con el fin de que el visitante ingrese y deje sus datos personales como claves, números de tarjetas, etc.); Spoofing (consiste en suplantar la identidad de la máquina de la víctima, a través de sustitución de datos. Por lo general una máquina externa a la red se hace pasar por la otra utilizando datos como la IP de la máquina, existen variaciones de este tipo de ataque como DNS spoofing y WEB spoofing que operan bajo el mismo concepto de suplantación de identidad); Sniffing (es un ataque realmente efectivo, ya que permite la obtención de gran cantidad de información sensible enviada sin encriptar, este método consiste en emplear Sniffers u olfateadores en entornos de red basados en difusión activando una de las interfaces de red del sistema en modo promiscuo); Ingeniería social (el atacante busca obtener información relevante de una persona que esté relacionada con la administración o uso de la red que se desea atacar, esto mediante llamadas telefónicas, mensajes de texto o haciéndose pasar por falsos funcionarios); Troyano(este ataque informático consiste en instalar programas espías dentro de un equipo, para realizar diversas acciones en él como manejo remoto, cambio de archivos, robo de información, captura de datos personales, entre otras).

4.4. Hacking ético

Hacking ético es un distintivo para referirnos al acto de una persona o entidad al usar sus conocimientos de informática, seguridad y manejo de herramientas para realizar pruebas en redes/sistemas y encontrar vulnerabilidades, para luego reportarlas y que se tomen medidas necesarias para solventarlas (sin realizar daño alguno).

El objetivo es tener el conocimiento de cuales elementos dentro de una red son vulnerables y corregirlo antes que ocurra un ataque en alguna de sus variaciones; estas pruebas se llaman pruebas de penetración (penetration tests), en donde se intenta de múltiples formas burlar la seguridad de la red de una organización para afectar a su integridad y desempeño, para finalmente reportarlo a sus responsables y así mejorar su nivel de seguridad.

Para lograr tal cometido son necesarias herramientas de penetración, entre las más conocidas tenemos: Nmap; Metasploit; Cain and Abel; THC Hydra; Nessus; Kali Linux (Backtrack); Wifislax.

4.5. Detección de vulnerabilidades

A causa de la presencia de amenazas y riesgos, es necesario mantenernos protegidos con esquemas de seguridad que permitan detectar y reducir los niveles de vulnerabilidad en una red o sistema. El análisis de riesgos informáticos es un proceso que comprende la identificación de los activos informáticos, sus vulnerabilidades y amenazas, a los que se encuentran expuestos. También analiza su probabilidad de ocurrencia y el impacto de las mismas, a fin de tomar medidas oportunas para aceptar, disminuir, transferir o evitar la ocurrencia del riesgo 12.

Para la detección de vulnerabilidades a nivel físico y lógico de una red u organización se recomienda seguir un proceso de levantamiento de procesos y políticas en base a las normas ISO de la familia 27000, con todas sus variantes y necesarias según sea el tipo de situación a la cual se la aplicará, y complementada con el estándar de seguridad ISO-7498-2 si fuese necesario.

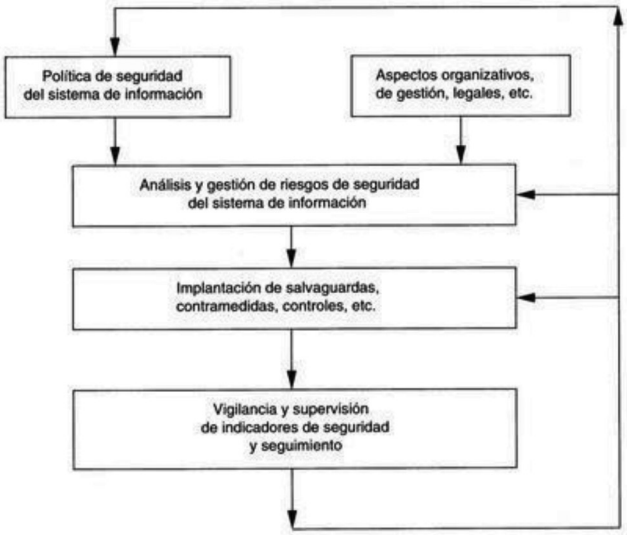


Figura 2 – Esquema de ciclo de vida de la gestión de seguridad (Areitio, 2008)

4.6. Mitigación de ataques

Para enfrentar un ataque es fundamental conocer las diferentes etapas que conforman un ataque informático, además, aprender a pensar como los atacantes y a jamás subestimar su mentalidad. En el esquema siguiente se muestra las fases que comúnmente se debe tomar en cuenta para realizar un ataque y directamente para mitigarlos con métodos preventivos y correctivos.

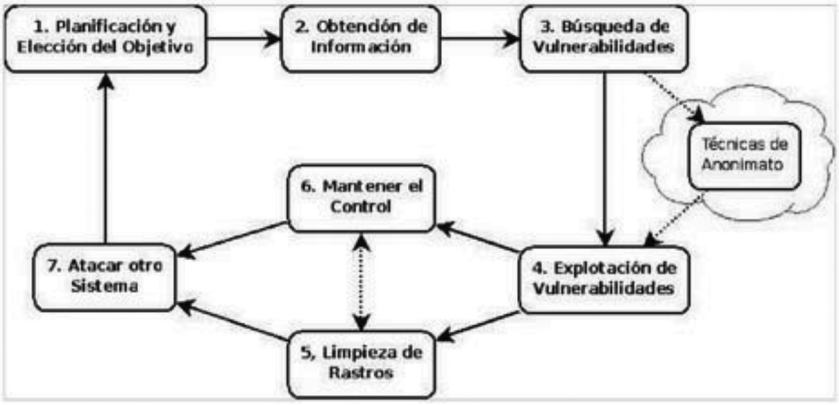


Figura 3 – Esquema de etapas de un ataque (Areitio, 2008)

La seguridad de toda red se basa en tres elementos fundamentales que forman parte de los objetivos que intentan comprometer los atacantes, elementos como la confidencialidad, la integridad y la disponibilidad de los recursos, bajo esta perspectiva, el atacante intentará explotar las vulnerabilidades de una red o sistema para encontrar una o más debilidades en alguno de los tres elementos. A continuación, se mencionan los principales métodos para mitigar ataques: conocer los elementos de la red o sistema; monitoreo de la infraestructura y enlaces; mantener respaldos lógicos y físicos (backups); limitar y controlar el acceso a la red (firewall); Limitar el número de puntos de entrada (filtrado IP/MAC); Utilizar proxy; definir políticas de seguridad internas y externas; utilizar sistemas de cifrado y encriptación; usar protocolos seguros, ACL, DMZ, VPNs, VLAN y más herramientas seguras; capacitación al factor humano sobre ética profesional e ingeniería social.

5. Configuración del experimento

5.1. Herramientas

En el apartado anterior se enumeró las principales herramientas con las que se puede trabajar en un hacking ético, se analizaron cada una de ellas y en base a los objetivos que se pretende cumplir y alcances que brinda cada herramienta, se optó por “Wifislax” para la obtención de claves en redes WLAN/WPS y “Kali Linux” para el ataque de denegación de servicio (DoS). A continuación, se detallan cada una de las herramientas elegidas:

5.1.1. Kali Linux

Kali (antes conocida como Backtrack) es una distribución de Linux que posee todo tipo de herramientas preinstaladas que sirven para realizar Penetration Testing. Posee un menú muy extenso con más de 300 herramientas para pentesters y se las puede categorizar de la siguiente manera: information gathering (son herramientas orientadas a la recolección de datos que ofrecen información sobre los objetivos, especialmente herramientas de DNS, dominios y direcciones IP. Nmap está en esta categoría); aplicaciones web (herramientas diseñadas para realizar análisis en sitios web a nivel de servidores. Nikto y w3af para encontrar vulnerabilidades en los sitios); ataques a contraseñas (herramientas para hacer cracking de contraseñas, de manera que se prueban ataques de fuerza bruta o diccionario para encontrar las contraseñas de acceso correctas a un formulario o sistema); ataques inalámbricos (herramientas permiten analizar la red y diagnosticar su seguridad, con el fin de conectarse a la red wireless (WLAN) y poder ejecutar algunos ataques, especialmente interceptar información que está siendo transmitida); herramientas de explotación (Metasploit Framework multiplataforma escrito en Ruby que abstrae las tareas típicas de una intrusión, ofreciendo un esquema modular donde combinar e integrar distintos tipos de exploits); Sniffing/Spoofing (con Wireshark y Ettercap es posible ver el tráfico de red que podría permitir el acceso a información confidencial y algún otro tipo de ataque); ingeniería inversa (Ollydbg es uno de los mejores debuggers que podrían ayudar a comprender qué acciones realiza un archivo en el sistema por medio de un proceso de ingeniería inversa); forense (posee una serie de herramientas para realizar análisis forenses sobre un sistema, es decir, se puede analizar el estado de un sistema justo en el momento que ocurrió determinado incidente; además se identifican acciones pasadas o archivos ocultos en el mismo, entre otros).

5.1.2. Wifislax

Es una distribución Gnu/Linux basada en Slackware y especializada en la auditoria de redes inalámbricas además de poseer herramientas de gestión y uso cotidiano como, Reparadores de arranque, procesadores de texto, etc.

Prácticamente todas las herramientas de auditoria de ataques a los protocolos de seguridad y encriptación de routers se basan en la suite Aircrack-ng y Poseen un menú que permite acceder a tres lanzadores gráficos, correspondientes a la habilitación del modo monitor, al snifado de redes wireless y al análisis de claves wireless; las herramientas que posee esta distribución se las puede categorizar de la siguiente manera: Suite Aircrack-ng; herramienta Wep (Airoscript, GOYScript Wep, Minidwep- gtk); herramientas WPA, (Goyscript, WPA, BrutusHack, GOYscript DIC, StrinGenerator WPA- gui-QT, Airlin); herramientas WPS (Wash, Reaver, WPS PinGenerator, GOYscript WPS); herramientas de Hacking en red (Cookies Moster, El Cazador Cazado, AirSSL).

5.2. Obtención de claves (Vulneración con Wifislax)

Este proceso se basa en trabajar con herramientas para vulnerar al protocolo WPS (Wi-Fi Protected Setup) en redes WPA (Wi-Fi Protected Access) para la obtención de la clave de acceso a la red inalámbrica. Posteriormente se detalla los pasos a seguir:

Select WPSPinGenerator: Herramienta que nos muestra los objetivos con WPS activado y además coteja su dirección MAC con su base de datos para comprobar si el router utiliza un pin con patrón conocido o genérico.

Figura 4 – Elección de la herramienta de vulneración

Escanear: Nos pedirá que seleccionemos interface para montar en modo monitor (wlan0/mon0), después el tiempo que estará reaver escaneando (por defecto 30segundos), y por último los canales en los que queremos escanear (por defecto de 1 al 14).

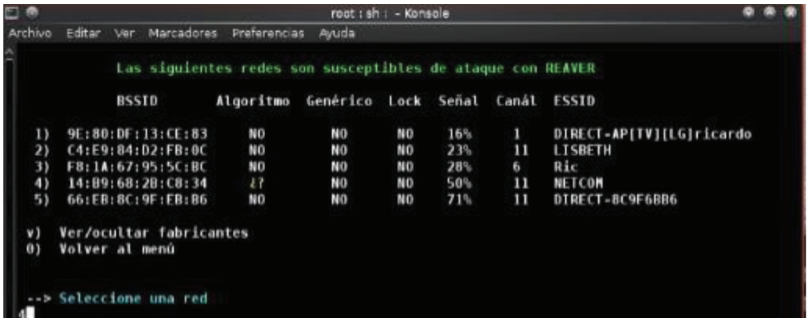


Figura 5 – Lista de redes que tienen activado el protocolo WPS

Obtener clave: Si la MAC, no se encuentra en la base de datos, probará un pin genérico por si acaso y si no es válido, nos lo indicará y nos pedirá que seleccionemos otra red. Las MAC que están en la base de datos se muestra con un "SI" de color verde, seleccionamos la red a auditar y seguidamente seleccionamos la opción 2 obtener clave con reaver, finalmente nos mostrará el pin y la clave, y la guardará en: /root/swireless/ WPSPinGenerator/Keys/nombre de la red y dirección mac.txt.

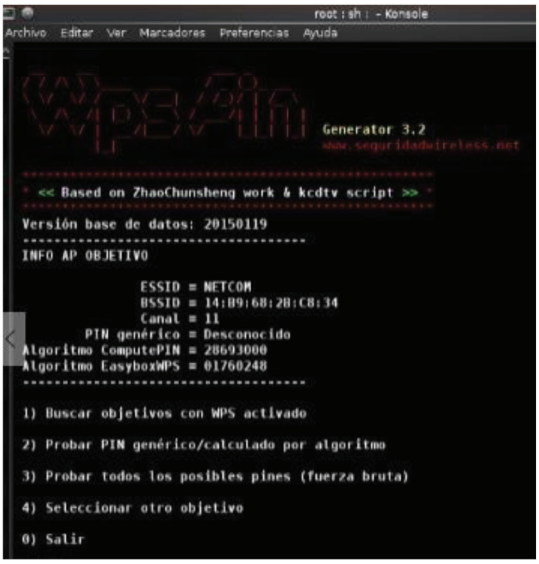


Figura 6 – Detalles de la red objetivo.

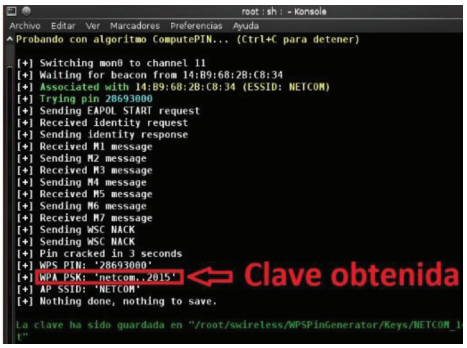


Figura 7 – Obtención de la clave.

Denegación **de Servicio (Ataque con Kali Linux)**: Este caso se basa en el ataque denominado DoS que se lo realiza en base a un script escrito en leguaje Perl llamado "slowloris.pl", este script implementa una potente e inteligente manera de generar una denegación de servicio sobre un servidor Web Apache, mediante la saturación de los puertos con flujo de información, haciendo que el servidor se sobrecargue y no pueda seguir prestando servicios; por eso se lo denomina "denegación", pues hace que el servidor no de abasto a la cantidad de solicitudes.

Script: Ingresamos la siguiente dirección en nuestro navegador para obtener el script slowloris: ha.ckers.org/slowloris/slowloris.pl, copiamos el código y lo guardamos en un archivo en el escritorio con el nombre slowloris.pl.

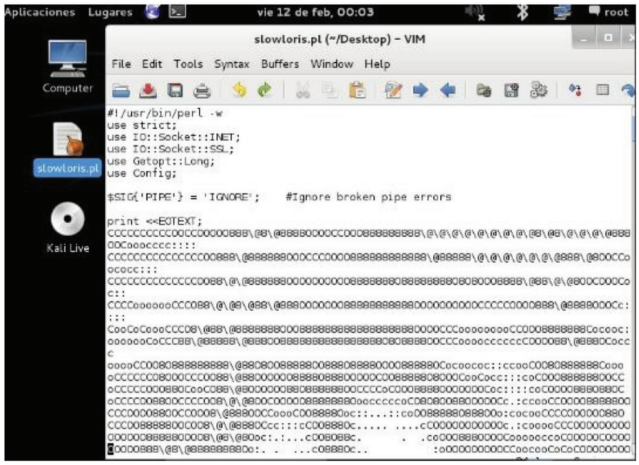


Figura 8 – Script slowloris.pl.

Requisitos: Este es un programa Perl que requiere el intérprete Perl con los módulos: IO::socket::INET; IO::Socket::SSL; Getopt;

Para e llo instalamos de la siguiente manera: perl -MCPAN e install; IO::Socket::INET; Perl olGetopt MCPAN; IO::Socket::SSL; sudo apt-get install libgetopt- mixed-perl; sudo apt-get install perl-doc.

Ataque: Una vez instalados los componentes necesarios procedemos a realizar el ataque DoS, para ello debemos dar permisos sobre el archivo creado slowloris.pl, mediante: # cd Escritorio, # chmod 777 slowloris.pl,

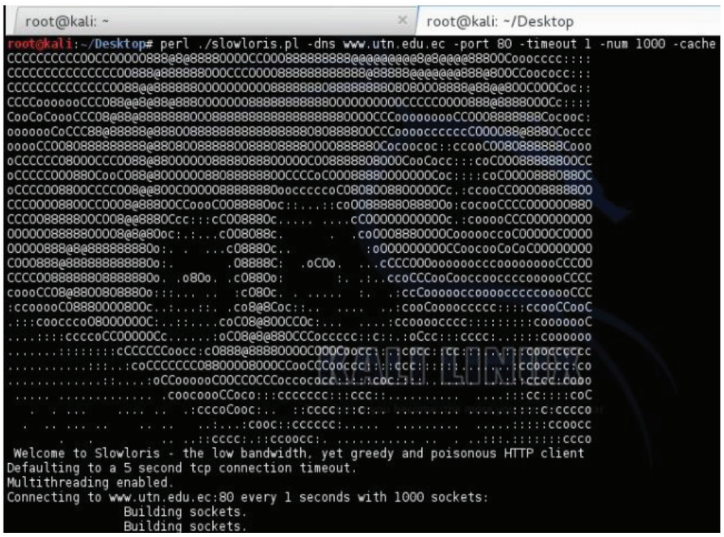


Figura 9 – Desarrollo del ataque DoS

DoS: Ejecutamos el ataque a un servidor WEB objetivo mediante la instrucción: perl ./slowloris.pl -dns www.dominio.com -port 80 - timeout 1 num 1000 -cache

6. Resultados Experimentales

6.1. Esquema de red

El esquema de red nos sintetiza gráficamente lo que se logró después del proceso de obtención de clave y ataque, en la parte izquierda de la figura nos representa la vulneración y conectividad a la red objetivo, en la parte derecha nos expone el ataque DoS hacia un servidor WEB.

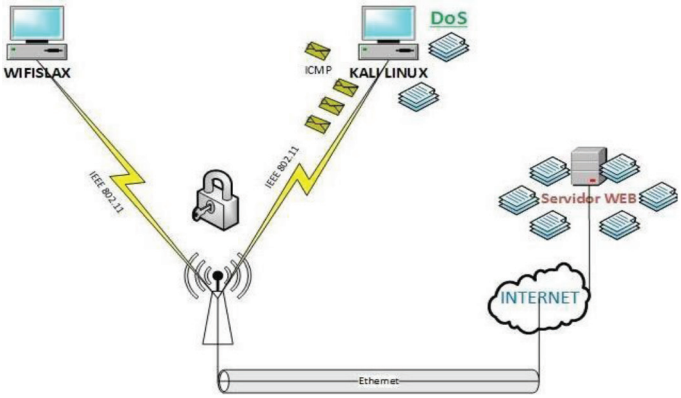


Figura 10 – Diagrama de red.

6.2. Conexión a la red vulnerada

En la figura 11 se observa que posterior a la autenticación con la clave obtenida, se ha logrado conectividad con la red objetivo.

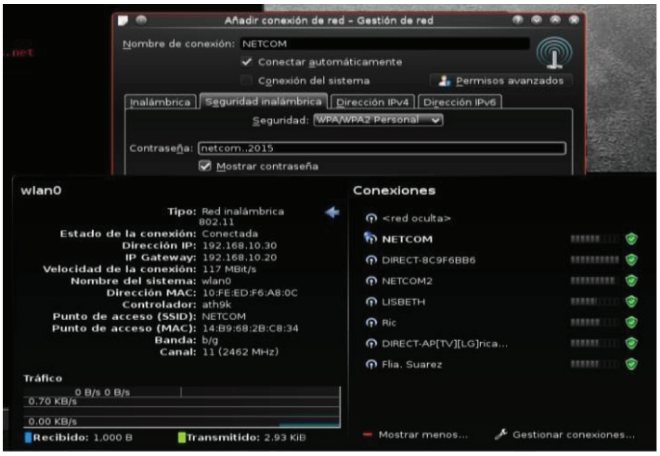


Figura 11 – Conexión a la red.

6.3. Denegación de servicio a una página web

La figura 12 nos muestra la repuesta de un ping extendido hacia la ip/dominio del objetivo, y en la figura 13 se observa que la repuesta de dicho objetivo es nula y nos indica que el servicio web ha colapsado.

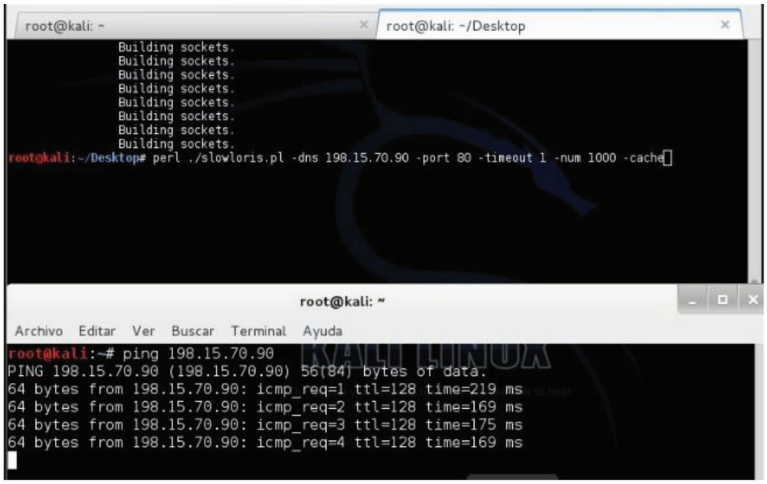
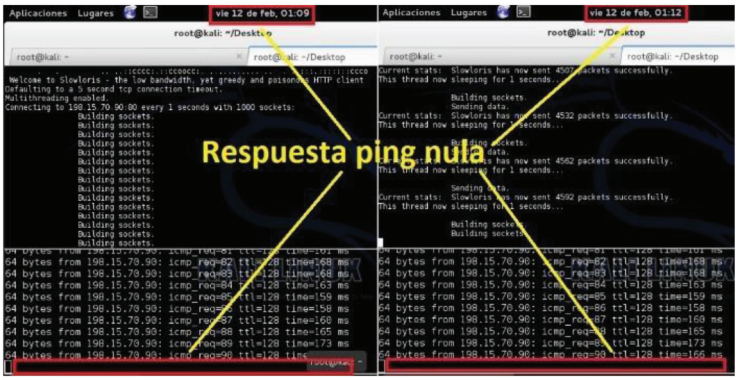


Figura 12 – Respuesta ping antes del ataque



F igura 13 – Respuesta ping después del ataque

7. Conclusiones y trabajos futuros.

No importa el tamaño de nuestra red, siempre es importante mantener un ambiente de seguridad informática adecuada para garantizar la confidencialidad de nuestra información y estabilidad de nuestra red o sistema. Al hablar de seguridad, no solo comprende los espacios físicos, hardware y software que conforman una red o sistema, también es un factor fundamental y muy crítico el recurso humano que opera o tiene acceso a él. Por más rigurosos niveles de seguridad tenga la red o sistema, siempre

tendrá acceso un recurso humano y si este recurso fue vulnerado éticamente, entonces, pondrá en grave riesgo la operatividad de la red y manipulación de la información. Las buenas técnicas de uso, y correcta aplicación de procesos y políticas de seguridad, garantizan estabilidad operacional en las empresas u organizaciones y confiabilidad en la información que procesan. Con el detalle de tener en cuenta que la tecnología avanza día a día e indirectamente con ello las herramientas de vulneración o ataques. Es por tal razón que (Pardo de Vega, 2014) afirman que ninguna red o sistema es 100% seguro y debemos estar siempre alerta.

Los resultados y análisis técnicos permiten confirmar la tesis impuesta en un comienzo, es posible vulnerar de manera sencilla y casi transparente una red inalámbrica con bajo o medio nivel de seguridad (WPA/WPS). Así también, realizar un ataque de denegación de servicio (DoS) a un determinado objetivo que carezca de métodos de seguridad operativa eficientes. Solo es necesario utilizar las herramientas informáticas adecuadas y tener propósito (ético) de hacerlo, yaque por la versatilidad e interfaz amigable de las herramientas no se necesita amplios conocimientos en el tema para lograrlo. Estos resultados coinciden en gran porcentaje (No todos los ambientes de operación son iguales) con lo expuesto en las páginas oficiales de los desarrolladores de las herramientas de hacking ético y auditoria (K. O Security, 2018). Como trabajo futuro se plantea efectuar otros tipos de ataques a nivel de diferentes herramientas para establecer parámetros de mitigación.

Referencias

F. Portantier, Seguridad informática: USERSHOP,2012.

J. M. Robles and O. Molina, “La brecha digital:¿ una consecuencia más de las desigualdades sociales? Un análisis de caso para Andalucía,” Empiria. Revista de metodología de ciencias sociales, pp. 81-100, 2007.

R. T. Delarbre, “Vivir en la sociedad de la información: orden global y dimensiones locales en el universo digital,” CTS+ I: Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología, Sociedad e Innovación, p. 1, 2001.

L. Cristian, C. David, and L. F. Valeria, “Ethical Hackers.”

M. O. Elsa, “Marco Metodológico Tipo, Alcance y Diseño de la Investigación,” 2013.

M. Castells, “Internet y la sociedad red,” La Factoría, vol. 14, p. 15, 2001.

E. C. Galeano, Modelos de comunicación: Macchi, 1997.

P. Atelin, “Redes informáticas: Conceptos fundamentales,” ENI ed, 2006, pp. 10-11.

J. Fernández and E. F. Alonso, “Seguridad en Informática,” ed: Aprocal. Obtenido de http://www. aprocal.mx/files Obtenido de http:// aprocal. mx/ files/2200/03SeguridadenInfor/2200/03SeguridadenInformaticaV1. 0. pdf,

J. Areitio, “Seguridad de la Información: Redes, informática y sistemas de información,” Paraninfo ed, 2008, p, 23

J. Alonso, “Ataques en redes de datos IPv4 e IPv6,” Segunda ed: ZeroxWord Computing, 2014.

V. C., “Sistemas informáticos y redes locales, Para info ed, 2014, pp, 156-157” Parainfo ed, 2014, pp. 156-157.

C. Pardo de Vega and i. Rodil, Operaciones auxiliares para la configuración y la explotación, 2014.

K. B. O. SECURITY. (20 de Marzo). Página oficial Kali Linux. Available: https://www.kali.org/

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

Recebido/Submission: 31/10/2018
Aceitação/Acceptance: 22/12/2018

Políticas de Segurança e Privacidade: Forma e Fundo

Isabel Maria Lopes[1], Teresa Guarda[2], Pedro Oliveira[3]

{isalopes, pedrooli }@ipb.pt, tguarda@gmail.com

[1,3] School of Technology and Management, Polytechnic Institute of Bragança, Portugal

[2] Universidad Estatal Peninsula de Santa Elena – UPSE, Ecuador

Pages: 332–342

Resumo: As organizações manipulam cada vez mais, grandes quantidades de informação em suportes tecnológicos, por isso são imprescindíveis controlos de segurança cada vez mais rigorosos e abrangentes. O processo tecnológico pode funcionar como um catalisador de ameaças, mas por si só não é suficiente para garantir a efetiva segurança da informação. De entre as medidas de segurança, as políticas assumem na literatura um papel central. Este estudo tem como objetivo a apresentação de diferentes abordagens sobre Políticas de Segurança e Privacidade no que diz respeito aos elementos e caraterísticas que deve contemplar, na perspetiva de diferentes autores. Com base nesse estudo é feito um levantamento, para verificar na prática que elementos e características são tidos em conta na elaboração de uma Política de Segurança e Privacidade em organizações reais, comparando sete organizações, diferentes em termos da sua atuação e localização geográfica. Os resultados são discutidos à luz da literatura e identificam-se trabalhos futuros com vista a contribuir para o melhor entendimento sobre que componentes e características uma política de segurança deve contemplar.

Palavras-chave: Política de segurança e privacidade; elementos de uma política de segurança; características de uma política de segurança.

Security and Privacy Policies: Shape and Background

Abstract: Organizations handle increasingly larger quantities of information in technological formats, hence the indispensability of increasingly more rigorous and comprehensive security controls. The technological process may work as a threat catalyst, but is not by itself sufficient to ensure the effective security of information. Among other security measures, policies assume a central role in literature. This study aims to present different approaches on Security and Privacy Policies with regard to the elements and features they should include according to different authors. Based on that study, and in order to assess which elements and features are taken into account in the drafting of a Security and Privacy Policy in real organizations, a survey was conducted comparing seven organizations which are different as far as their activity and geographical location are concerned. The results are discussed in light of the literature and future works are identify aiming to contribute to a better understanding of the components and features that a security policy must observe.

Keywords: Security and privacy policy; elements of a security policy; characteristics of a security policy.

1. Introdução

Num mundo 4.0 cada vez mais digital, com as organizações cada vez mais conectadas, os riscos de segurança evoluíram consideravelmente. A implementação e adoção de medidas mais ou menos tecnológicas em segurança passaram a ser críticos nas organizações, independentemente da sua dimensão, localização geográfica e área de negócio.

Esta era digital, onde todos os tipos de informações são acessíveis eletronicamente a todo o momento, as organizações em todo o mundo lutam para manter seus ativos de informação seguros. Curiosamente, a maioria dos incidentes de segurança dos sistemas de informação organizacional são o resultado direto ou indireto de erros humanos (Haeussinger & Kranz, 2017).

No entanto, além dos controles técnicos usuais, há também uma considerável dependência da participação humana e deste fator humano na segurança da informação (Yupanqui, & Oré, 2017) que está diretamente relacionada com o comportamento e com o conhecimento humano (Kruger et al, 2011). Os autores (Ahmed et al, 2012) observaram que a comunidade de pesquisadores de segurança reconheceu que o comportamento humano tem um papel crucial em muitas falhas de segurança, na literatura sobre segurança da informação, os seres humanos são geralmente chamados de elo mais fraco da cadeia de segurança. Pesquisadores como Vroom & von Solms (2004), Stanton et al (2005),.e Pahnila et al (2007). indicaram que é provável que organizações que prestam atenção aos meios técnicos e não técnicos de proteção dos seus ativos e recursos do sistema de informação são mais bem sucedidos em suas tentativas para proteger os seus principais ativos.

Assim, devido a possíveis falhas humanas e riscos na troca de informação pela rede mundial de computadores é necessário gerir os sistemas de informação de um modo mais seguro, para que haja um bom desempenho dentro das organizações através das novas tecnologias de informação, para isso torna-se necessário que as organizações definam uma política de segurança, concebida de modo rigoroso e que ajude a regular o uso da sua plataforma tecnológica, a fim de proteger os seus ativos (Lopes, & Oliveira, 2016).

Uma política de segurança da informação é considerada uma declaração, ou uma coleção de declarações, projetada para orientar o comportamento dos funcionários em relação à segurança dos dados da empresa, ativos, tecnologias e sistemas de informação, etc. Essas políticas de segurança definem quem, o quê e porquê em relação ao comportamento desejado e desempenham um papel importante na postura geral de segurança de uma organização. O objetivo ao escrever uma política de segurança da informação é fornecer orientação e valor relevantes para os indivíduos dentro de uma organização (Dunttan, 2018). Para Sá-Soares (2005) as políticas de segurança consistem, fundamentalmente, em documentos que orientam ou regulam as ações das pessoas ou sistemas no domínio da segurança da informação.

O presente trabalho estruturalmente após esta introdução, prossegue com uma abordagem às políticas de segurança e privacidade da informação. Em seguida na secção 3, apresenta-se a metodologia da pesquisa. Na secção 4, abordamos a forma de uma

forma mais específica a forma e o fundo de uma política. Por último, apresentam-se os resultados e as conclusões à luz dos dados da pesquisa e propõem-se trabalhos futuros.

2. Políticas de Segurança e Privacidade da Informação

É evidente o valor da informação nas organizações atuais, estando os seus sistemas cada vez mais expostos a ameaças. A tríade CIA (Confidentiality, Integrity and Availability) - Confidencialidade, Integridade e Disponibilidade - representa as principais propriedades que, atualmente orientam a análise, o planeamento e a implementação da segurança da informação que se pretende proteger. Outras propriedades estão a emergir (legitimidade e autenticidade) na medida em que o uso de transações comerciais em todo o mundo se massifica através de redes eletrónicas.

Os princípios clássicos podem ser explicados da seguinte forma:

- Confidencialidade - acesso a informação somente às entidades legítimas, ou seja, àquelas autorizadas pelo proprietário da informação.
- Integridade - informação manipulada mantenha todas as características originais estabelecidas pelo proprietário da informação, garantindo que o conteúdo não é alterado de forma inesperada.
- Disponibilidade - a informação esteja sempre disponível para o uso legítimo, sempre que dela se necessite.

Segundo a norma ISO/IEC 17799:2000, [ISO (the International Organization for Standardization) and IEC (the International Electrotechnical Commission)], a segurança da informação pode ser definida como a proteção contra um grande número de ameaças às informações, de forma a assegurar a continuidade do negócio, minimizando danos comerciais e maximizando o retorno de possibilidades e investimentos. Ainda segundo a ISO/IEC 17799:2000 a segurança da informação é caracterizada pela preservação dos três atributos básicos da informação anteriormente focados (ISO/IEC 17799, 2000).

Para atingirem esta proteção, as empresas têm de se preocupar menos com ataques de hackers, ou com implementações de firewall's, ou antivírus, e deslocar a sua atenção para a criação de uma verdadeira política de segurança dos sistemas de informação, que inclui os meios identificados anteriormente, mas que é muito mais abrangente e complexa.

Baskerville & Siponen (2002) afirmam ser consensual que uma boa política de segurança da informação constitui a base da segurança da informação das organizações, no entanto, alegam ter encontrado muita pouca pesquisa no que diz respeito á criação de uma boa Política de Segurança.

Da revisão da literatura efetuada constata-se que os investigadores concentram os seus estudos em tópicos como: importância de uma política; os documentos, elementos e características que devem fazer parte dessa política e os fatores a considerar para o sucesso dessa política de segurança.

3. Metodologia de Pesquisa

O método de análise utilizado para o estudo dos 7 documentos cujo conteúdo são políticas de segurança e privacidade foi a análise de conteúdo.

A análise de conteúdo é um método que permite aos investigadores filtrarem grandes volumes de dados com relativa facilidade de maneira sistemática (Ghiglione & Matalon, 1997; Stemler 2001). Sendo o método de análise de texto estabelecido há mais tempo no conjunto dos métodos empíricos de investigação social (Herkner, 1974; Holsti, 1968; Silbermann, 1974).

É difícil proceder na base de uma compreensão homogénea do método por causa de uma rica e variada literatura sobre este método de análise. Contudo, algumas definições podem ser enunciadas, nomeadamente a proposta por Weber (1990) que define a análise de conteúdo como um método de pesquisa que utiliza um conjunto de procedimentos que permitem inferências válidas a partir de texto. Babbie (1999) expressa que "análise de conteúdo tem a vantagem de fornecer um exame sistemático de materiais em geral avaliados de forma mais impressionista". E ainda, a análise de conteúdo é uma técnica que visa a uma descrição objetiva, sistemática e quantitativa do comportamento simbólico, tendo o objeto o conteúdo da comunicação.

A análise de conteúdo segundo a tão citada definição de Berelson (1952) é uma técnica de investigação para a descrição objetiva, sistemática e quantitativa do conteúdo manifesto da comunicação. Para que seja objetiva, tal descrição exige uma definição precisa das categorias de análise, de modo a permitir que diferentes pesquisadores possam utilizá-las, obtendo os mesmos resultados. Para ser sistemática é necessário que a totalidade de conteúdo relevante seja analisada com relação a todas as categorias significativas. Por último, a quantificação permite obter informações mais precisas e objetivas sobre a frequência da ocorrência das características do conteúdo.

O processo de análise de conteúdo inicia-se com a elaboração de um esquema de categorias constituído pelas várias unidades de análise (componentes mais pequenos de texto nos quais a ocorrência e caracterização de variáveis são examinadas). Os documentos em análise têm de ser transformados em algo passível de interpretação, de modo a que os investigadores possam atribuir-lhes significados, recorrendo, para tal, as já referidas categorias de análise. Os estudos que empregam análise de conteúdo serão tão mais produtivos na medida em que as categorias estejam claramente formuladas e bem adaptadas ao problema e ao conteúdo a analisar (Berelson, 1952). Seguidamente ao estabelecimento do sistema de categorias a empregar na análise, pode-se avançar para a fase de codificação do texto.

Os processos de codificação e de análise podem ser facilitados recorrendo a um variado conjunto de ferramentas, neste estudo utilizou-se o programa ATLAS.ti para apoiar o processo de análise dos documentos.

4. Forma e Fundo de uma Política

Face aos propósitos deste trabalho, o tópico abordar é Políticas de Segurança e Privacidade: Forma e Fundo. No que concerne a definições, elementos, características e caracterização das políticas, verifica-se uma diversidade de autores que abrangem estes temas, mas nem sempre unânimes. No que diz respeito á classificação de políticas de segurança dos sistemas de informação, são expostas as abordagens de dois autores que têm opiniões diferentes sobre este ponto.

Segundo Baskerville e Siponen (2002) as políticas são classificadas em três categorias:

Políticas de alto nível – consistem em planos globais que definem os objetivos gerais de uma política. Um exemplo deste tipo de política é que "os departamentos devem assegurar-se de que as políticas de segurança da informação são implementadas para proteger o conjunto da sua informação. Um plano de segurança da informação deveria ser formulado para lidar com riscos e potenciais ameaças ao seu conjunto de informação de forma comensurada com as prioridades, princípios e objetivos negociais do departamento".

Políticas de baixo nível – resumem os métodos de ação que orientam e determinam as decisões no âmbito da Segurança dos Sistemas de Informação. Por exemplo definição de diretivas para palavra passe.

Metapolíticas – são as denominadas pelos autores em "políticas para as políticas", ou seja, em diretrizes organizacionais para criação e manutenção das políticas. Por exemplo, "quem é o responsável por fazer políticas, e quando é que a política deve ocorrer. A Metapolítica na segurança da informação, tem permanecido implícita, e os processos para as criar (às políticas de segurança) são ad hoc."

Os autores Whitman et al. (2001) reconhecem a existência de três estruturas fundamentais para as políticas de segurança dos sistemas de informação:

Políticas individuais – "nesta estrutura, a organização cria uma política de segurança separada e independente para cada uma das tecnologias e sistemas utilizados".

Política completa – "de acordo com esta estruturação, que segundo os autores é a mais comum, a organização define, controla e gere centralmente um único documento que engloba todas as tecnologias utilizadas e que fornece orientações gerais para todos os sistemas empregues pela organização".

Política completa modular – "esta política é controlada e gerida centralmente, tal como no caso da política completa, e é composta por secções gerais com descrições das tecnologias empregues e por discussões sobre a utilização responsável e apropriada dos sistemas. Difere da estrutura anterior por incluir apêndices modulares que fornecem detalhes específicos acerca de cada tecnologia e que avançam observações, diferenças, restrições e funcionalidades particulares relacionadas com a utilização das tecnologias que o documento da política base não cobre adequadamente. Para os autores esta é a estrutura mais eficaz para as políticas de Segurança dos Sistemas de Informação".

A classificação de políticas de segurança dos sistemas de informação a considerar neste estudo é a Política completa modular. Por parecer a mais clara e efetivamente implementada nas organizações. Consideramos que uma organização deve ter uma política global e várias específicas, facilitando assim as suas revisões, e podendo desta forma ser mais específica e detalhada.

Quanto à forma, ou seja que características deve ter uma Política de Segurança e Privacidade, para Höne e Eloff (2002), o documento deve deixar de fora todos os aspetos técnicos de implementação dos mecanismos de segurança, pois essa implementação pode variar ao longo do tempo. Deve ser um documento de fácil leitura e compreensão, ou seja, não conter demasiado texto, além de resumido (o ideal são 5 páginas). Elevado

nível de abstração. E por fim quanto á sua durabilidade, as revisões devem ser efetuadas periodicamente mas não constantemente.

No que diz respeito ao fundo das Políticas de Segurança, ou seja, as suas componentes, e embora alguns autores advertirem para a dependência da composição destes documentos, da natureza da organização, da sua dimensão e dos seus objetivos, tornando-se desta forma difícil a generalização dos elementos que devem fazer parte de uma Política de Segurança ou Privacidade, mas alguns autores definem esses elementos. Para Höne e Eloff. (2002) e para Forcht e Ayers (2001) os elementos de uma Política de Segurança deve ter a estrutura enumerada na tabela, que contêm alguns pontos em comum nas abordagens destes diferentes autores, embora Forcht e Ayers (2001) se refira a uma política específica para Tecnologias de Informáticas.

Höne e Eloff	**Forcht e Ayers**
1 -Elementos gerais	1 – Coordenador
2 - Necessidade e finalidade da segurança da informação	2 - Alcance
3 - Objetivos da segurança da informação	3 - Definições
4 - Definição de segurança	4 - Responsabilidade
5 - Compromisso da direção	5 - Perfil de risco
6 - Aprovação da política	6 - Requisitos
7 - Finalidades ou objetivos da política	7 - Outras medidas de segurança
8 - Princípios da segurança da informação	8 - Recuperação de desastres
9 - Papéis e responsabilidades	9 - Segurança na internet
10 - Violações e ações disciplinares	10 - Aplicação
11 - Monitorização e revisão	
12 - Declaração do utilizador	
13 - Referências transversais	

Tabela 1 – Componentes das políticas de segurança

Verifica-se na literatura um número considerável de autores que abordam a temática das características e componentes presentes numa política de segurança e privacidade, contudo não existem estudos empíricos com documentos reais, que possam descrever o que realmente esses documentos alocam.

5. Resultados

Com vista as organizações alcançarem um determinado nível de segurança dos seus sistemas de informação, a literatura tem apontado as políticas de segurança e privacidade como o meio mais adequado e indispensável para o lançamento e sustentação do programa de segurança dos sistemas de informação das organizações.

Com o propósito de identificar as componentes mais utilizadas, recorreu-se à comparação de alguns casos reais de políticas de segurança e privacidade, o resultado dessa comparação encontra-se na Tabela 2. Como se pode verificar as componentes mais utilizadas em política reais, ordenadas por ordem decrescente e até a utilização dessa componente por pelo menos cinco organizações, são: Necessidade e Finalidade da Segurança da Informação; Compromisso da direção; Princípios da Segurança da informação (conformidade legal e contratual); distribuição, Objetivos da Segurança da

Informação; Princípio da Segurança da Informação (Planeamento da continuidade do negócio); Declaração do utilizador e autorização; Finalidade ou Objetivos; Gestão do outsourcing e Referências transversais.

Conforme mencionado, todas as componentes referidas no âmbito da Tabela 2 estiveram presentes nas diferentes políticas, denotando-se, no entanto, uma variação muito significativa no que se refere às respetivas frequências de surgimento.

Analisados os documentos que contêm as políticas de segurança e privacidade, relativamente às características desses documentos aqui analisadas, podem-se descrever na sua maioria como documentos de fácil leitura e compreensão, devidamente estruturados e escritos com bastante rigor e com uma linguagem clara e fluida. Contudo, quatro dos documentos são demasiado sucintos e restritos nos aspetos abordados, em contrapartida, três dos documentos são demasiado longos, pecando por excesso de tamanho.

O tamanho dos documentos varia entre o máximo de 24 páginas e o mínimo de uma página, sendo o tamanho médio desses documentos de oito páginas.

Ainda relativamente às características das políticas de segurança e privacidade, no que se refere à aprovação dos documentos, verifica-se que só é referido em 29% dos casos onde ou por quem foi aprovado. Um dos casos referem que foi o executivo municipal que o aprovou e o outro foi a direção da empresa.

Quanto à indicação no documento do intervalo de tempo em que a política deverá ser revista é mencionado em poucos casos. Só um caso se refere a esse período de tempo, daqui decorrendo um potencial desfasamento entre as políticas de segurança e privacidade e os riscos que vão surgindo com a evolução tecnológica. A consignação de um período máximo de vigência ou de um determinado ciclo de revisão ou atualização é fundamental para assegurar a atualidade e eficiência das políticas de segurança e privacidade, pelo que a sua inclusão expressa nos respetivos documentos é altamente recomendável.

As políticas de segurança e privacidade analisadas revelam um elevado grau de imposição ou de prescrição de comportamentos ou condutas, tendo um carácter inegavelmente prescritivo, porém, atento o elevado nível de detalhe ou minúcia com que, algumas das políticas, são abordadas, estes assumem um carácter também descritivo.

Desses documentos, resulta claramente a preocupação preponderante em torno das questões atinentes às matérias tecnológicas e informáticas (regras para a utilização do correio eletrónico, da Internet e utilização do equipamento informático), em detrimento daquelas que se relacionam com os respetivos enquadramentos normativos e componente humana, embora a preocupação acerca dos riscos sucedidos pelos colaboradores da organização mereça destaque.

6. Conclusões

O estudo apresentado teve como base a análise de 7 políticas de segurança dos sistemas de informação, implementadas em diferentes organizações. Com este trabalho procurou-se contribuir para a identificação das componentes e características das políticas de

segurança e privacidade existentes nessas organizações e para o enriquecimento da literatura de sistemas de informação, deficitária em estudos empíricos sobre a temática versada.

Subjacente aos diversos entendimentos apresentados, poder-se-á considerar que as políticas de segurança e privacidade deve ter uma implementação realista, e definir claramente as áreas de responsabilidade dos utilizadores, da direção e dos gestores do sistema e redes. Deve também adaptar-se a alterações na organização, bem como, aos objetivos e missão da mesma. As políticas de segurança fornecem um enquadramento para a implementação de mecanismos de segurança, definem procedimentos de segurança adequados, processos de auditoria à segurança e estabelecem uma base para procedimentos legais na sequência de ataques.

De entre os trabalhos futuros e realizar realça-se a recomendação em forma de proposta dos elementos que uma política poderá conter, servindo de potencial modelo a seguir pelas organizações. No decurso desta proposta poderiam emergir duas propostas de metapolíticas orientadoras para a formulação de políticas.

Apontamos limitações neste trabalho, no que diz respeito ao número de documentos. Embora se creia que com base nas 7 políticas se tenham gerado dados suficientes para os propósitos deste trabalho, facilmente se aceitará que um maior número poderia resultar num conjunto de dados mais rico e mais sustentado.

Elementos e Características	**CMP**	**PayPal**	**Berkeley**	**Visa**	**Canada**	**DGAIEC**	**Illinois**
Necessidade e Finalidade da SI	X	X	X	X	X	X	X
Objetivos da SI		X	X	X	X	X	X
Definição da SI			X				X
Compromisso da Direção	X	X	X	X	X	X	X
Aprovação da Política			X		X		X
Finalidade ou Objetivos da PSI	X	X	X	X			X
Princípios da SI:							
- Conformidade legal e contratual	X	X	X	X	X	X	X
- Consciência e instrução do utilizador		X	X				X
- Prevenção e deteção de vírus			X				X
- Planeamento da continuidade do negócio		X	X	X	X	X	X
- Desenvolvimento do sistema e procedimento		X	X	X			X
- Gestão do risco		X	X	X			X
- Recursos humanos		X	X		X		X
- Gestão do outsourcing		X	X	X	X		X

Elementos e Características	CMP	PayPal	Berkeley	Visa	Canada	DGAIEC	Illinois
- Incidentes		X	X	X			X
- Classificação da Informação			X				X
- Controle de Acessos	X	X	X	X			X
Papéis e responsabilidades			X		X		X
Violações das políticas de SI e ações disciplinares			X				X
Monitorização e revisão		X		X			X
Declaração do utilizador e autorização	X	X	X	X		X	X
Referências transversais/ cruzadas		X	X	X	X		X
Elementos gerais							
Revisão		X		X	X		
Distribuição	X	X	X	X	X	X	X

Tabela 2 – Elementos e Características que as políticas em estudo englobam

Agradecimentos

UNIAG, R&D unit funded by the FCT – Portuguese Foun-dation for the Development of Science and Technology, Ministry of Science, Technology and Higher Education. Project n. º UID/GES/4752/2019.

This work has been supported by FCT – Fundação para a Ciência e Tecnologia within the Project Scope: UID/CEC/00319/2019.

Referências

Haeussinger, F.& Kranz, J. (2017). Antecedents of employees' information security awareness – Review, synthesis, and directions for future research. In Proceedings of the 25th European Conference on Information Systems.

Yupanqui, J.& Oré, S. (2017). Políticas de Seguridad de la Información: Revisión Sistemática de las Teorías que Explican su Cumplimiento. Revista lbérica de Sistemas y Tecnologías de Información, nº 25, pp. 112-134.

Kruger, H., Drevin, L., Flowerday, S. & Steyn, T. (2011). An assessment of the role of cultural factors in information security awareness, 2011 Information Security for South Africa, Johannesburg. pp. 1-7.

Ahmed, M., Sharif, L., Kabir, M. & Al-Maimani, M. (2012). Human errors in information security. International Journal, 1(3), pp. 82–87.

Vroom, C., & Von Solms, R. (2004). Towards information security behavioural compliance. Computers & Security, 23(3) pp. 191–198.

Stanton, J. M., Stam, K. R., Mastrangelo, P. M. & Jolton, J. (2005). Analysis of end user security behaviors. Computers & Security, 24(2) pp. 124–133.

Pahnila, S., Siponen, M. & Mahomood, A. (2007). Employees' Behavior towards IS Security Policy Compliance. In H. Sprague (Ed.), Proceedings of the 40th Hawaii International Conference on System Sciences, Waikoloa, HI.

Lopes, I. & Oliveira, P. (2016). The Security Policies Application Process: Action Research. Álvaro Rocha et al. (eds.). New Advances in Information Systems and Technologies, Advances in Intelligent Systems and Computing, Volume 2. Springer International Publishing, 445, pp. 353-362.

Dunttan, R. (2018). Information Security Policies: Why they are Important your Organization, Linford&CO, April 2018.

Sá-Soares, F. (2005). Interpretação da Segurança de Sistemas de Informação Segundo a Teoria da Acção, Tese de Doutoramento em Tecnologias e Sistemas de Informação, Universidade do Minho, Guimarães.

ISO/IEC 17799 (2000). International Standard ISO/IEC 17799:2000 Code of Practice for Information Security Management.

Baskerville, R. & Siponen, M. (2002). An information security meta-policy for emergent organizations. Logistics Information Management 15 (5/6), pp. 337–346.

Ghiglione, R. & Matalon, B. (1997). O Inquérito: Teoria e Prática. 3ª Ed. (Trad Portuguesa). Oeiras: Celta Editora.

Stemler, S. (2001). An overview of content analysis. Practical Assessment, Research & Evaluation, Vol. 7, nº. 17.

Herkner, W. (1974). Inhaltsanalyse. In Jürgen von Koolwijk & Maria Wieken-Mayser (Eds.). Techniken der empirischen Sozialforschung, Vol. 3. pp. 158-191 (1974).

Holsti, Ole R. (1968). Content Analysis, in Gardner Lindzey & Elliot Aronson (Eds.), The Handbook of Social Psychology, (2nd edn), Vol. 2, pp. 596-692.

Silbermann, A. (1974). Systematische Inhaltsanalyse. In René König (Ed.). Handbuch der empirischen Sozialforschung, Vol. 4, pp. 253-339.

Weber, R. (1990). Basic Content Analysis (Second ed.). Sage University Paper.

Babbie, E. (1999). Métodos de Pesquisa de Survey. Belo Horizonte: Ed. da UFMG.

Berelson, B. (1952). Content Analysis in Communications Research. New York: Free Press.

Baskerville, R. & Siponen M. (2002). An information security meta-policy for emergent organizations. Logistics Information Management, Vol. 15, No. 5/6, pp. 337–346.

Whitman, M. et al. (2001). Information Systems Security and the Need for Policy, In: Dhillon, G. (Ed.) I.S.M.: Global Challenges in the New Millennium, Idea Group Publishing.

Höne, K. & Eloff, J. (2002). Information security policy — what do international information security standards say? Computers & Security 21 (5), pp. 402–409.

Forcht, K. & Ayers, W. (2001). Developing a Computer Security Policy for organizational Use And Implementation. Journal of Computer Information Systems; 41 (2), pp. 52-57.

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

Recebido/Submission: 14/11/2018
Aceitação/Acceptance: 02/12/2018

WE-SAND – Uma Sandbox de Sandboxes para a Segurança Web

Joaquim Carvalho[1], João Paulo Magalhães[1]

8110253@estg.ipp.pt, jpm@estg.ipp.pt

[1] CIICESI, Escola Superior de Tecnologia e Gestão do Politécnico do Porto, 4610-156, Felgueiras, Portugal.

Pages: 343–354

Resumo: Neste artigo analisamos vários sistemas de *sandbox* e apresentamos um protótipo funcional de uma aplicação (denominada WE-SAND) que agrega vários sistemas de *sandbox* para facilitar o processo de análise e identificação de conteúdo malicioso. Realizamos um levantamento dos sistemas de *sandbox* existentes e foram selecionados cinco desses sistemas. Sobre estes foram realizados estudos experimentais, usando artefactos propositalmente maliciosos e artefactos não maliciosos. A análise de eficácia mostrou que existem diferenças significativas entre os sistemas *sandbox* e que alguns têm boas taxas de deteção (acima de 90%). Há artefactos maliciosos que não são detetados pelos sistemas *sandbox* e há artefactos não maliciosos sendo identificados como maliciosos. Outra análise realizada foi a medição do tempo de análise por cada sistema *sandbox*. Tal análise é importante para saber como uma organização pode detetar e mitigar a ocorrência de artefactos maliciosos. O protótipo WE-SAND é funcional e a sua maturidade e adoção permitirão à organizações analisar a existência de conteúdo malicioso nos dados recebidos (por exemplo, e-mails, arquivos, páginas da web) podendo atuar proactivamente na deteção e mitigação dos ciberataques.

Palabras-clave: ciberameaças, *malware*, *sandbox,* análise de artefactos.

WE-SAND – A Sandbox for Web Security

Abstract: In this paper we analyze several sandbox systems and present a functional prototype of an application (named WE-SAND) that aggregates several sandbox systems in order to facilitate the process of analysis and identification of malicious payload. A survey of existing sandbox systems was conducted and five of these systems were selected. Tests over the sandbox systems were conducted, using both purposely malicious artefacts and non-malicious artefacts. The efficacy analysis showed that there are significant differences between sandbox systems and that although some have good detection rates (over 90%), there are malicious artefacts that are not detected by sandbox systems as well as there are non-malicious artefacts being identified as malicious. Another analysis was the measurement of the time required for the analysis by each sand- box system. Such analysis is important to known how timely an organization can detect and mitigate the occurrence of malicious artefacts. The WE-SAND prototype is functional, and its maturity and

adoption will allow organizations to analyze the payload of incoming data (e.g., emails, files, web pages) in order to detect and mitigate the occurrence of cyber-attacks.

***Keywords**:* cyber-threats, malware, sandbox, artefact analysis.

1. Introdução

A cada minuto acontecem coisas incríveis na Internet. De acordo com a informação de L. Lewis e C. Callahan do Cumulus [Lewis e Callahan (2018)], a cada minuto 973000 pessoas fazem *login* no Facebook, são enviados 187 milhões de emails, são gastos $862823 dólares online e são feitas 3,7 milhões de pesquisa no Google. Estes números são impressionantes e dão uma perspetiva das vantagens da Internet. No entanto, juntamente com as vantagens, a Internet abriu portas a um mercado paralelo, muitas vezes definido como mercado negro. É um mercado associado a atividades ilícitas no qual ocorre a venda de narcóticos, venda de armas, tráfico de órgãos humanos, venda de documentos confidenciais, venda de dados pessoais e dados comerciais, venda de informação bancária e feitos pedidos de resgate por ativos digitais. Os ciberataques são divididos por vários tipos e entre os mais frequentes temos: o cibercrime (roubo de dinheiro), o *phishing*, hacktivismo e ciberguerra [Symantec (2015)].

O número de ciberataques e sua complexidade crescem de ano para ano. Existem vários relatórios sobre ciberataques e seus os impactos. De acordo com o estudo publicado em [ThreatSim (2015)], 95% dos ataques de espionagem tiram vantagem do *phishing* e 80% dos ataques por via de *malware* tem origem em *phishing*. De acordo com a Google, em [Sucuri (2018)] e em [Gillman et al (2015)], todos os dias são criados entre 9500 e 10000 sites com conteúdo malicioso. O artigo publicado em [Slashgear (2015)] revela que atores maliciosos atacaram os servidores da Experian e roubaram os nomes e números de segurança social de mais de 15 milhões de pessoas.

O impacto dos ciberataques também evoluiu. O ataque conhecido como Carbanak é um exemplo de tal evolução [Fagerland (2015)]. Os atores maliciosos por detrás do Carbanak atacaram mais de 100 instituições bancárias e roubaram mais de l mil milhões de euros. Os atores maliciosos enviaram emails para os colaboradores dos bancos. Bastou um colaborador abrir o email e o anexo neste contido para instalar o *malware* associado. Após a instalação, o software malicioso forneceu aos atores maliciosos as capturas de ecrã e as teclas pressionadas. Ativou também um porto para acesso remoto. Com esses recursos, foi possível conhecer o funcionamento dos sistemas em cada banco e proceder à transferência de dinheiro entre contas.

Com base nos dados publicados em [Darya Gudkova e Shcherbakova (2016)], no primeiro trimestre de 2016 houve um aumento significativo no número de e-mails não solicitados contendo anexos maliciosos. A empresa Kaspersky, num relatório publicado em [Kaspersky (2018)], refere que a quantidade de spam em 2017 diminuiu em média 1,68% em relação a 2016. Ao mesmo tempo, o número de ataques de *phishing* aumentou. Uma das causas referenciadas diz respeito aos serviços de mineração de moedas, onde os atacantes têm sites disfarçados de investimento em criptomoedas, mas que, na maioria dos casos, apenas levam as vítimas a perder dinheiro. Estudos indicam que a maioria desses serviços é distribuída via e-mail. O e-mail é também o meio mais usado em

ataques de *phishing* e *malware*. A inclusão de links no email que acionam o *download* de malware (*drive-by-download*) também é frequente. Nesse contexto, torna-se cada vez mais importante que as organizações analisem os ficheiros recebidos bem como as páginas Web acedidas pelos seus colaboradores.

Neste artigo, propomos uma solução de sandbox (WE-SAND) baseada em várias sandboxes. O WE-SAND é um sistema projetado para operar no nível da rede com dois modos de operação: *inline* e *out-of-band*. No modo *inline*, ele intercetará os dados (por exemplo, acesso à Web, e-mail) e analisará o conteúdo para determinar em tempo quase real se os dados transmitidos apresentam algum risco ou não. No modo *out-of-band*, ele replicará o fluxo de dados da organização (de *logs*) ou aceitará artefatos a serem analisados para determinar se são potencialmente prejudiciais para o utilizador/organização. Considerando o desafio e a complexidade de colocar uma nova solução em modo *inline*, neste artigo focamos o desenvolvimento e o teste da solução no modo *out-of-band*. O principal objetivo do WE-SAND é reduzir o acesso a conteúdos ilegítimos/maliciosos, mas para atingir esse objetivo há outros que devem ser atendidos, nomeadamente:

- -Ser capaz de identificar o acesso a sites maliciosos (análise de conteúdo);
- Ser capaz de identificar ficheiros maliciosos que entram na organização (*drive-by-download* ou anexos de e-mail)
- Ser capaz de analisar diferentes tipos de artefactos;
- Fornecer análises com uma boa precisão (boas taxas de falsos negativos e verdadeiros positivos);
- Fazer análises num curto espaço de tempo;
- Permitir a análise de artefactos sem a necessidade de elevado know-how.

Sendo o *drive-by-download* uma das formas mais populares de disseminar *malware* e o *phishing* via Web/e-mail uma ameaça que continua a crescer, a criação de uma ferramenta como WE-SAND ajudará a equipa de TI a obter uma visão global e oportuna sobre o conteúdo dos dados que entra e sai da organização. Desta forma, a equipa de TI terá um melhor conhecimento sobre o acesso a sites potencialmente perigosos ou e-mails com conteúdo maliciosa, permitindo-lhe adotar medidas de mitigação e, assim, melhorar a postura de segurança da organização.

O artigo está organizado da seguinte forma. A seção 2 apresenta o trabalho relacionado, descrevendo tipos comuns de ciberataques e o papel dos sistemas *sandbox* para suportar a análise de artefactos. O projeto e a implementação do WE-SAND são apresentados na seção 3. Na seção 4, apresentamos os resultados sobre a análise de eficácia realizada sobre o WE-SAND. A seção 5 conclui o artigo.

2. Estado da arte

A existência de sistemas como *firewalls*, antivírus, sistemas de deteção de intrusão (IDS) são, sem dúvida, importantes para a proteção das organizações. Mas são insuficientes e essa insuficiência é justificada pelo número de ataques que chegam ao público afetando grandes organizações equipadas com tecnologias de ponta. Este facto é apresentado em [Kaspersky (2016)], onde os autores referem que organizações

maduras, como seguradoras, empresas de retalho, instituições bancárias, apesar de terem boas soluções de segurança, continuam a ser alvo de atores mal-intencionados. A existência de vulnerabilidades em aplicações, erros humanos, a instalação de aplicações adulteradas, a exploração por meio de engenharia social, ataques internos, e-mails contendo artefactos maliciosos, mobilidade e conectividade são exemplos de meios usados pelos atores maliciosos para contornar os sistemas de segurança tradicionais. A esse respeito, os atores maliciosos estão constantemente a melhorar suas técnicas. Estas mudanças constantes são apresentadas sob a sigla TTP (Ferramentas (*Tools*), Técnicas e Procedimentos), isto é, as constantes mudanças que os atores maliciosos executam para evitar/contornar os sistemas de segurança.

Uma das formas mais expressivas de ataque é o uso de software malicioso - *malware*. Relatórios, como o apresentado em [DATA (2018)], revelam que o número de softwares maliciosos está a evoluir de forma quase linear ao longo dos anos. Segundo o relatório, em 2016 foram detetados mais de 7,4 milhões de amostras de *malware*. O *malware* é difundido de várias maneiras, sendo o e-mail a forma mais comum. Esses e-mails podem conter *links* que apontam para o *download* de softwares maliciosos ou o próprio software malicioso é enviado sob a forma de anexo.

Detetar conteúdo malicioso sobre o que os utilizadores descarregam e executam no sistema é muito importante para evitar ataques. Para facilitar a deteção de conteúdos maliciosos, existem sistemas de *sandbox* que permitem abrir ou executar o software num ambiente isolado e, a partir daí, realizar a análise do artefacto. De acordo com o artigo [Vasilescu et al (2014) Vasilescu, Gheorghe e Tapus], esses sistemas permitem, por exemplo, a triagem de ficheiros não confiáveis, afim de proteger os utilizadores e os sistemas. Os autores exploram a integração entre os sistemas *sandbox* e a *firewall* para analisar o conteúdo e determinar a existência de conteúdo malicioso nos dados que circulam na rede.

Os autores em [Yoshioka et. al (2011] apresentam uma lista de sistemas de *sandbox*, descrevem sua importância e também as preocupações que eles têm em relação ao uso de *sandboxes online*. Eles argumentam que esses *sanboxes* podem ser explorados pelos agentes maliciosos para influenciar as análises.

O WE-SAND não pretende ser um sistema de *sandbox*, mas sim um sistema que agrega vários sistemas de *sandbox*. A WE-SAND recolherá, sempre que possível, os artefactos e enviará o mesmo para vários sistemas de *sandbox*, apresentando os resultados num *dashboard*. A principal vantagem do WE-SAND é permitir análises realizadas por vários sistemas *sandbox* em paralelo, facilitando a comparação dos resultados e a definição de um grau de risco com maior precisão. Considerando uma instalação *inline,* o WE-SAND permitirá detetar e prevenir os ataques numa fase inicial.

3. WE-SAND: Análise de requisitos e especificação

Nesta seção, descrevemos os passos relacionados com a análise de requisitos e especificação do WE-SAND. O WE-SAND pode funcionar em modo *inline* e *out-of-band*. No modo *inline*, ele deve ser colocado na rede corporativa sob a forma de uma *appliance* e deve ter acesso aos dados que atravessam a rede. No modo *out-of-band*, apenas recebe artefactos para análise. Os artefactos podem ser, por exemplo, registos de

acesso à web. Os *logs* são reproduzidos e conteúdo associado a cada pedido é analisado. A lista de e-mails e os seus anexos que precisam ser verificados para determinar se contêm conteúdo malicioso também são artefactos. Os ficheiros enviados pelos utilizadores para análise são outra fonte de artefactos para análise. Considerando a necessidade de análise sobre o funcionamento dos sistemas *sandbox* e a confiança necessária para colocar o WE-SAND em modo *inline*, neste trabalho consideramos a sua adoção no modo *out-of-band*.

A Figura 1 dá uma visão lógica da estrutura WE-SAND que é composta por vários módulos e pressupõe a ocorrência de várias etapas.

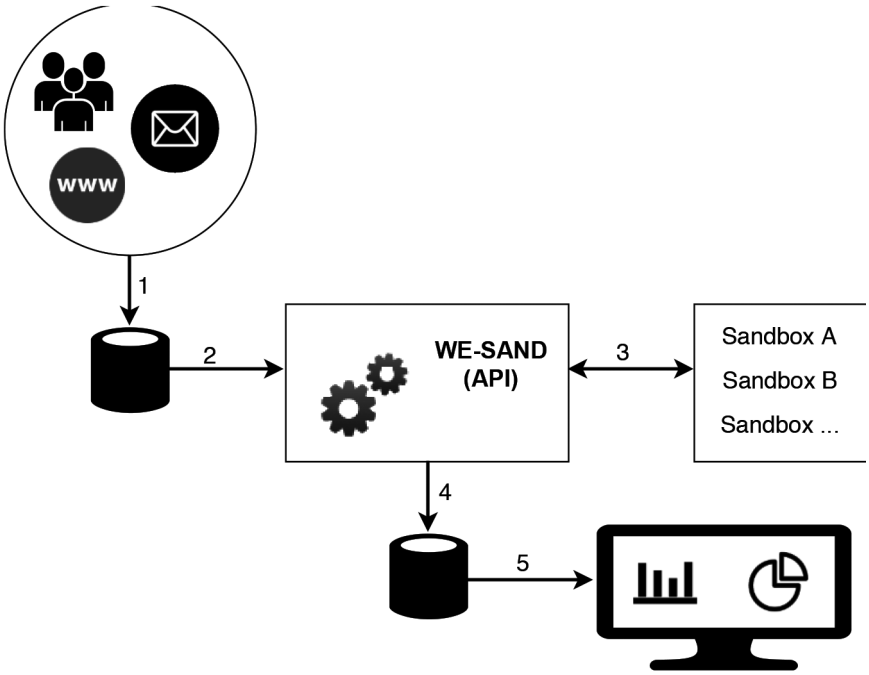


Figura 1 – Módulo do WE-SAND e etapas para a análise de artefactos

De acordo com a Figura 1, o WE-SAND reúne os artefactos e envia-os para análise. Durante a configuração do sistema, o utilizador deve indicar a localização dos artefactos (repositório) e o tipo dos mesmos (ficheiro/logs). De seguida, o sistema pega nos artefactos (etapas 1 e 2) e submete-os aos vários sistemas de *sandbox* (etapa 3) através de uma API. Os resultados da análise são armazenados numa base de dados (etapa 4) e o utilizador pode consultar os resultados através de um *dashboard* (etapa 5). Cada artefacto é identificado por uma chave *hash* (por exemplo, MD5, SHA) que resulta de seu próprio conteúdo. Essa chave é verificada e, se já existir na base de dados, o sistema retorna o resultado da mesma sem envolver os sistemas de *sandbox*.

Os artefactos submetidos para análise podem ser de dois tipos diferentes. Ficheiros ou *logs* que contêm, por exemplo, as URLs acedidas pelos funcionários da empresa. Os sistemas *sandbox* são geralmente específicos em termos de análise. Existem *sandboxes*

que realizam análise de conteúdo da Web e outros que fazem análise de ficheiros. Estes últimos podem até ser divididos por tipo de ficheiro. Como o WE-SAND é um agregador de sistemas de *sandbox*, é necessário configurar a *interface* entre o WE-SAND e o *sandbox*, bem como o tipo de análise que fornece. Assim, dependendo do tipo de artefacto para análise, WE-SAND invoca os sistemas de *sandbox* mais apropriados para a análise.

4. Estudo comparativo entre sistemas de sandbox

Nesta seção, apresentamos um estudo comparativo sobre os sistemas de *sandbox*. O estudo considera artefactos maliciosos e não maliciosos e diferentes tipos de sistemas *sandbox*. O estudo pretende responder a duas questões principais:

1. Qual é a eficiência fornecida por cada um dos sistemas *sandbox*?
    - Para analisar a precisão do sistema de *sandbox*, são considerados vários tipos de artefactos. Mais especificamente, é medida a taxa de acertos de cada sistema considerando vários tipos de ficheiros com e sem conteúdo malicioso.
2. Qual é o tempo necessário, por sistema de *sandbox*, para realizar a análise?

4.1. Ambiente de testes

O ambiente de teste consiste num Notebook equipado com um processador Intel Core i7-4700HQ, 16 GB de RAM, um HDD com 500 GB e com o sistema operativo Windows 10 Home. O sistema esta ligado à rede através de uma LAN Ethernet com 31Mbps de *download* e 4Mbps de *upload*.

Para a seleção de sistemas *sandbox*, consideram-se fatores como a disponibilidade (código aberto) e a facilidade de integração com o WE-SAND. Resumindo, para o estudo comparativo, foram selecionados os seguintes sistemas de *sandbox*:

- VxStrem Sandbox: sistema de análise automática com inúmeras funcionalidades e extensa base de conhecimento;
- Malwr: baseado no Cuckoo, um dos sistemas de *sandbox* mais populares;
- JOTTI: sistema que usa vários antivírus (Avast, AVG, ESET, ...) para a análise de ficheiros;
- VirusTotal: sistema em evolução fornecido com bibliotecas para integração simples;
- SCANNI: pouco conhecido, mas incluído para a comparação entre sistemas mais comuns e menos comuns.

Em termos de seleção de artefactos - conjuntos de dados – foram selecionados 106 artefactos. Os artefactos foram obtidos *online* e selecionados de forma aleatória. Os artefactos são divididos em duas partes iguais, 53 referem-se a artefactos não confiáveis e os outros 53 a artefactos confiáveis. Os artefactos são divididos em 13 formatos de dados diferentes: JS, BAT, BIN, EXE, HTML, ZIP, PDF, PHP, PL, PNG, TXT, XLS, XLSM. Todos os ficheiros foram classificados previamente como confiáveis ou não confiáveis/maliciosos.

Os artefactos foram colocados em dois diretórios denominados maliciosos e não maliciosos e enviados para análise. Os resultados foram analisados em quatro pontos principais:

- Tempo decorrido entre a submissão do artefacto até o resultado ser fornecido pelo sistema de *sandbox*;
- Precisão dos *sandboxes* (Verdadeiro Positivo quando um artefacto é malicioso e é identificado como malicioso pelo *sandbox* e Falso Negativo quando um artefacto não é malicioso e não é identificado como malicioso) Os casos intermediários (Verdadeiro Negativo e Falso Positivo) também são relevantes para a análise;
- Cobertura / Casos de Teste - Cada sistema de *sandbox* agrega múltiplos sistemas de deteção (por exemplo, antivírus) que suportam a análise. Nesse sentido, e por exemplo, um resultado de 15/57 indica que foram envolvidos 57 sistemas de deteção, mas apenas 15 identificaram o artefacto como malicioso;
- Nível de ameaça - número de deteções dividido pelo número de casos de teste.

4.2. Experimentação: Eficácia perante artefactos não maliciosos

Nesta subseção são apresentados os resultados obtidos considerando a análise de artefactos não maliciosos. A Figura 2 mostra o resultado da análise de doze ficheiros JS (JavaScript) não maliciosos. Os ficheiros foram analisados por cinco sistemas de *sandbox*.

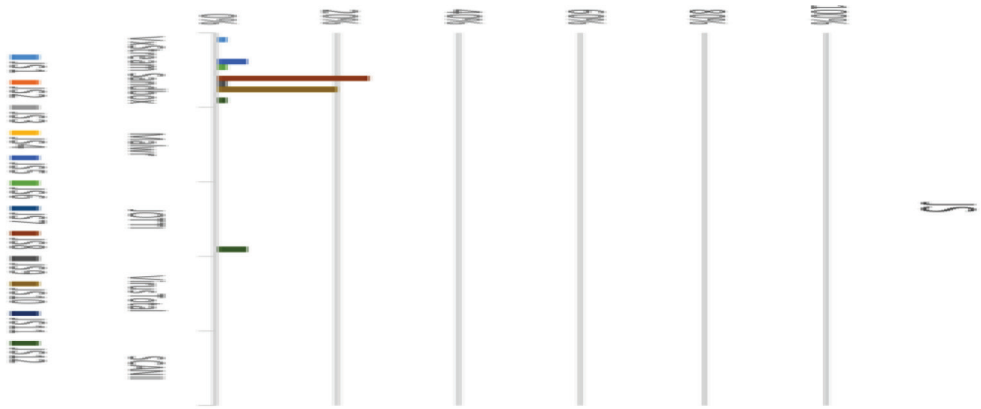


Figura 2 – Resultado da análise de ficheiros JS não maliciosos

Tal como ilustrado na Figura 2, dois dos sistemas de *sandbox* (VxStream e JOTTI) apresentaram resultados falso positivos. Eles identificaram os ficheiros como maliciosos quando na verdade não são. Na Figura 3 são ilustrados os resultados obtidos na análise de ficheiros binários (executáveis) não maliciosos.

Tal como ilustrado na Figura 3, um dos sistemas de *sandbox* (VxStream) identificou *malware* em ficheiros binários não maliciosos (falso positivo).

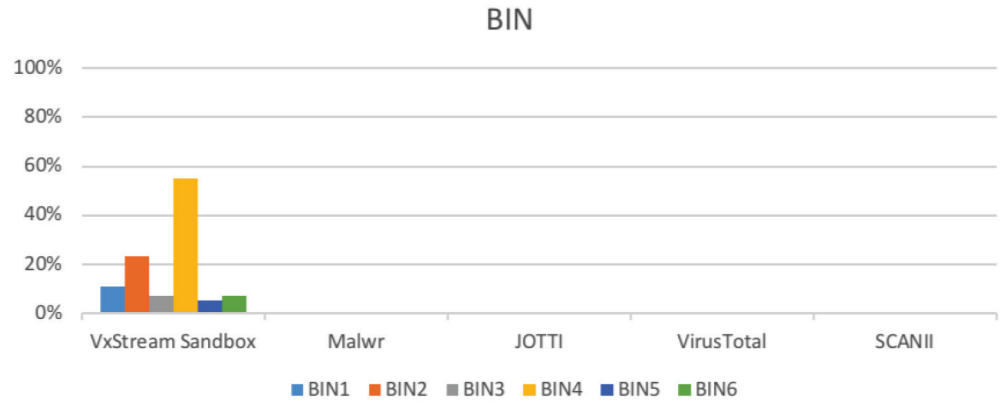


Figura 3 – Resultado da análise de ficheiros binários não maliciosos

Para cada um dos sistemas de *sandbox* em teste, determinou-se a taxa de falsos positivos, ou seja, a taxa de artefactos não maliciosos identificados como maliciosos. Os resultados observados são: Sandbox VxStrem - 62%; Malwr-6%; JOTTI - 6%; VirusTotal - 4%; SCANNI - 0%. Com base nas percentagens anteriores, pode-se verificar que o Sandbox VxStrem falha na deteção da maioria dos casos.

4.3. Experimentação: Eficácia perante artefactos maliciosos

A análise dos verdadeiros positivos também foi efetuada. Na Figura 4 são ilustrados os resultados obtidos após a análise de artefactos maliciosos de JavaScript.

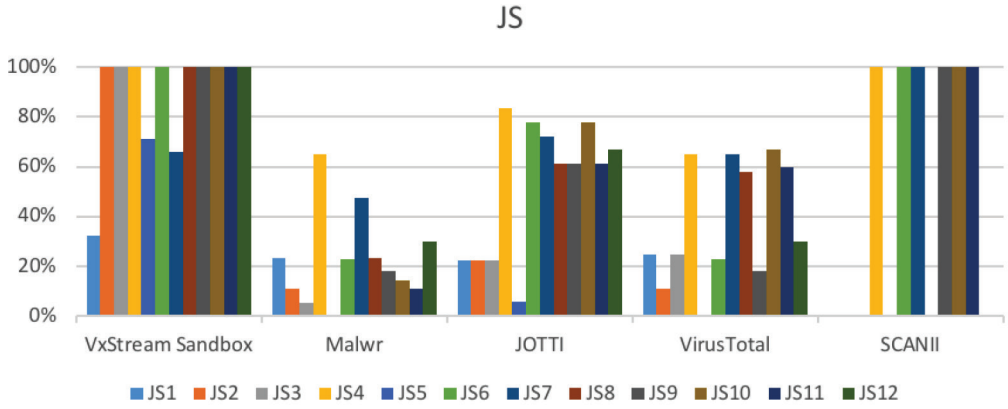


Figura 4 – Resultado da análise de ficheiros JS maliciosos

Tal como ilustrado na Figura 4, os JavaScripts maliciosos foram identificados como maliciosos por quase todos os sistemas de *sandbox*. Há algumas exceções, como aquela verificada com o ficheiro JS5 que não foi identificado como malicioso por dois

dos sistemas de *sandbox* (Malwr, VirtusTotal). O sistema de *sandbox* SCANII também não conseguiu detetar dois dos artefactos maliciosos (JS2 e JS6), mas tudo o restante que detetou foi com um alto grau de certeza. Os melhores resultados de deteção foram obtidos pelo VxStream e os menos positivos pelo Malwr.

Na Figura 5 são apresentados os resultados da análise de ficheiros binários maliciosos.

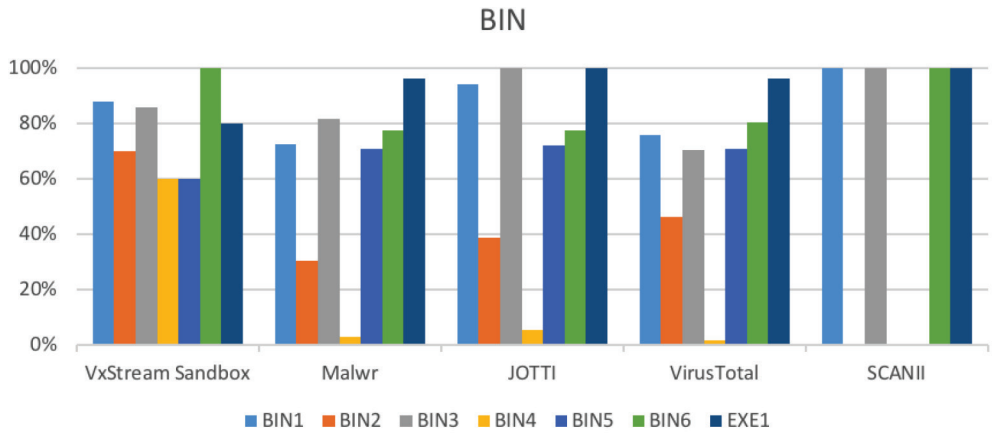


Figura 5 – Resultado da análise de ficheiros binários maliciosos

Tal como ilustrado na Figura 5, a maioria dos sistemas identificou os artefactos como maliciosos. O SCANII não conseguiu detetar dois dos sete artefactos. O sistema de *sandbox* mais confiável foi o VxStream e o menos assertivo foi o SCANII.

Para cada um dos sistemas *sandbox*, foi determinada a taxa de verdadeiros negativos, ou seja, a taxa de artefactos maliciosos identificados como não maliciosos pelos sistemas de *sandbox*. Os resultados obtidos foram: VxStrem Sandbox - 32%; Malwr-6%; JOTTI - 8%; VirusTotal - 4%; SCANNI - 42%. Com base nas percentagens anteriores, é possível concluir que o VxStrem e o SCANNI, são os sistemas de *sandbox* que, na maioria das vezes, não identificam os ficheiros maliciosos como tal.

4.4. Experimentação: Tempo necessário para a análise

O tempo necessário por cada sistema de *sandbox* para proceder à análise dos artefactos é um aspeto importante. Esse tempo pode determinar a capacidade do sistema de detetar e evitar conteúdo malicioso. Para esta análise, considerou-se o tempo necessário para analisar os ficheiros maliciosos e o tempo necessário para verificar os ficheiros não maliciosos.

A Figura 6 mostra o tempo de análise em segundos para os vários artefactos não maliciosos. O tempo necessário para análise variou de 1 a 250 segundos.

A partir da Figura 6, verifica-se que o sistema Malwr foi o pior em relação ao tempo necessário para análise. O sistema mais rápido foi o VxStrem Sandbox. O seu desempenho

deve-se à base de conhecimento que possui, permitindo determinar se um determinado artefacto é malicioso ou não num tempo menor.

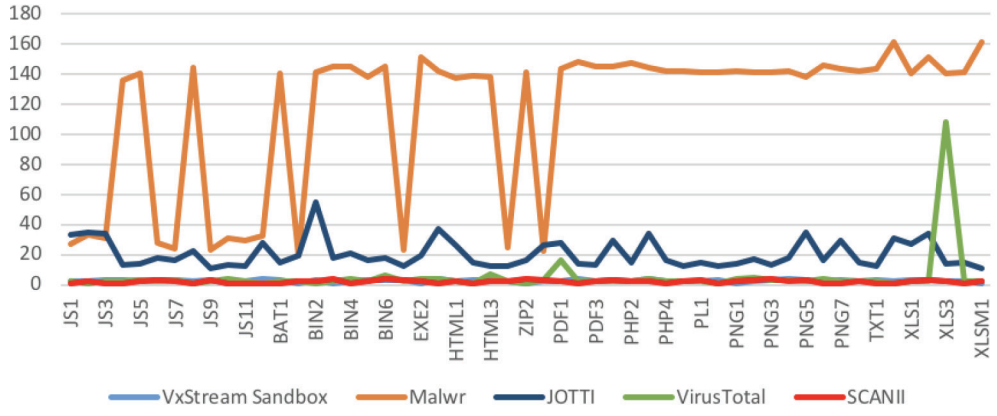


Figura 6 – Tempo necessário para análise dos vários ficheiros não maliciosos

A Figura 7 mostra o tempo de análise em segundos para vários artefactos maliciosos. O tempo de análise variou de 1 a 142 segundos.

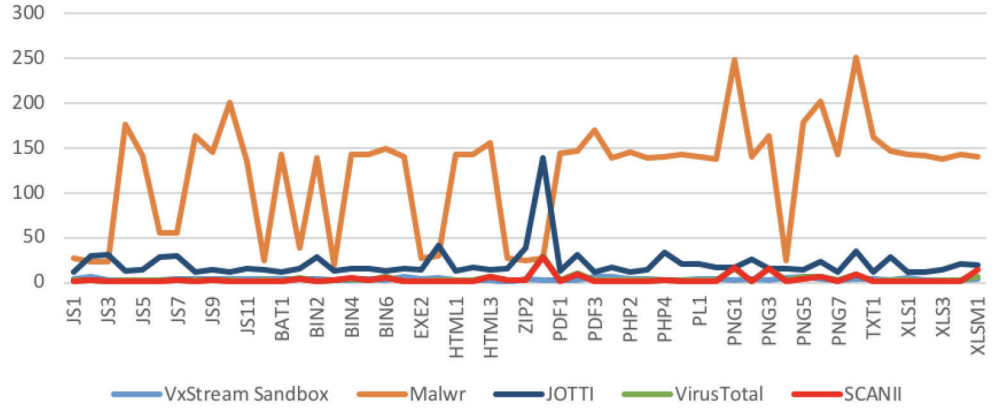


Figura 7 – Tempo necessário para análise dos vários ficheiros maliciosos

Considerando os resultados ilustrados na Figura 7, verifica-se que o sistema mais rápido foi o SCANNI e o mais demorado a analisar os artefactos foi o Malwr. Os resultados mostram também que o tempo não varia significativamente em relação ao tipo de artefacto, evidenciando que o tempo é o que o próprio sistema requer para a análise, independentemente do tipo de dados.

5. Conclusão

O número de ciberameaças e de ciberataques, assim como a sua complexidade, eleva o desafio e a necessidade de detetá-los e mitigá-los em tempo útil. A deteção e mitigação de ciberameaças e dos ciberataques não se restringe a uma tecnologia, mas sim a várias camadas de tecnologia, processos e pessoas conscientes. O WE-SAND apresentado neste artigo é mais uma camada de tecnologia criada para que as organizações, mais especificamente as equipas de segurança de TI, possam identificar ameaças e atuar sobre as mesmas o mais rápido possível. Existe um vasto número de tecnologias de *sandbox*, o que dificulta o processo de análise em tempo útil. Neste contexto, o WE-SAND, integrando várias tecnologias de *sandbox*, facilita o processo de análise e deteção de artefactos maliciosos direcionados às empresas numa base diária.

Algo crítico à implementação do WE-SAND, que não foi encontrado no estado da arte, foram os estudos sobre a eficácia de vários tipos de sistemas *sandbox*. Para o efeito, realizamos um estudo experimental, que consistiu em verificar a precisão de cada sistema *sandbox* em relação à existência de artefactos maliciosos e não maliciosos e também medir o tempo necessário para cada análise. Os resultados obtidos evidenciaram a existência de verdadeiros negativos, ou seja, a não deteção de artefactos maliciosos quando na verdade são maliciosos e ainda a existência de falsos positivos, ou seja, a identificação pelos sistemas de *sandbox* de artefactos como sendo maliciosos quando na verdade não o são. Conhecer a eficácia destes sistemas é extremamente relevante pois permite o fornecimento de resultados combinados às equipas de segurança com base no nível de confiança de cada sistema.

Referências

Lewis L, Callahan C (2018) This is what happens on the internet in one minute in 2018. URL http://www.visualcapitalist.com/ internet- minute- 2018/

Symantec (2015) Internet security threat report 2015. Tech. Rep. 20 [ThreatSim(2015)] ThreatSim (2015) State of the phish — 2015. URL http://cdn2.hubspot.net/ hubfs/372792/ThreatSim-Phish2015 FINAL.pdf

Sucuri (2018) How to remove google blacklist warning. URL https://sucuri.net/guides/ how-to-remove-google-blacklist-warning

Gillman D, Lin Y, Maggs B, Sitaraman RK (2015) Protecting websites from attack with secure delivery networks. Computer 48(4):26–34, DOI 10.1109/MC.2015.116

Slashgear (2015) 15m t-mobile consumers hacked: Ssn and more taken. URL https://www.slashgear.com/15m-t-mobile-customers-hacked-ssn-and-more-taken-01407526/

Fagerland S (2015) Carbanak/anunak in the bluecoat mal- ware analysis appliance. https://www.bluecoat.com/security-blog/2015-02-18/carbanakanunak-bluecoat-malware-analysis-appliance

Darya Gudkova ND Maria Vergelis, Shcherbakova T (2016) Spam and phishing in q1 2016. URL https://securelist.com/spam-and-phishing-in-q1-2016/74682/

Kaspersky (2018) Kaspersky lab spam and phishing report: Fifa 2018 and bitcoin among 2017's most luring topics

Kaspersky (2016) Kaspersky security intelligence services — Kaspersky lab pt. URL http://www.kasp ersky.com/pt/enterprise- security/intelligence- services

DATA G (2018) A new malware strain was discovered every 4.2 seconds in q1 2017. URL https://www.gdatasoftware.com/news/2017/04/29692-a-new-malware-strain-was-discovered-every-4-2-seconds-in-q1-2017

Vasilescu M, Gheorghe L, Tapus N (2014) Practical malware analysis based on sandboxing. In: 2014 RoEduNet Conference 13th Edition: Networking in Education and Research Joint Event RENAM 8th Conference, pp 1–6, DOI 10.1109/RoEduNet-RENAM.2014.6955304

Yoshioka K, Hosobuchi Y, Orii T, Matsumoto T (2011) Your sandbox is blinded: Impact of decoy injection to public malware analysis systems. JIP 19:153–168, URL http://dblp.uni- trier.de/db/journals/jip/jip19.html#YoshiokaHOM11

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

Recebido/Submission: 21/10/2018
Aceitação/Acceptance: 09/12/2018

VALI: Desarrollo y Evolución de un Robot Para Neutralizar Explosivos

Ramirez H.F[1],Garcia-Bedoya O.[2], Aviles O.[1]

hoffman.ramirez@unimilitar.edu.co , olmer.garciab@utadeo.edu.co, oscar.aviles@unimilitar.edu.co

[1] Universidad Militar Nueva Granada, Bogotá, Colombia.

[2] Universidad de Bogota Jorge Tadeo Lozano, Bogotá, Colombia.

Pages: 355–368

Resumen:. Este documento muestra de manera cronológica, el desarrollo del proyecto VALI (Vehículo Antiexplosivos Liviano), destinado a apoyar las labores de neutralización de explosivos de las fuerzas armadas de Colombia. Durante el desarrollo del proyecto, realizado en una alianza entre universidad- empresa-estado, se construyeron dos prototipos, VALI 1.0 y 2.0. En este documento se describen los parámetros de diseño de cada uno, las fortalezas y debilidades de cada prototipo, y se concluye con un análisis de las fallas obtenidas y las recomendaciones para mejorarlas. Este documento aborda el desarrollo desde un punto de vista analítico y cualitativo, con el fin de comprender aspectos clave en el diseño conceptual de un proyecto de esta clase.

Palabras-clave: Robot híbrido, diseño conceptual, neutralización de explosivos, teleoperación.

VALI: Development and Evolution of a Robot to Neutralize Explosives

Abstract: This document shows the chronological way, the development of the VALI (Light Anti-Explosives Vehicle in spanish) project, designed to support the work of neutralization of the armed forces of Colombia. During the development of the project, carried out in an alliance between university-company-state, two prototypes, VALI 1.0 and 2.0, were built. This document describes the design parameters of each one, the strengths and weaknesses of each prototype, and concludes with an analysis of the failures and the recommendations for improvement. This document addresses development from Este documento muestra de manera cronológica, el desarrollo del proyecto VALI (Vehículo Antiexplosivos Liviano), destinado a apoyar las labores de neutralización de explosivos de las fuerzas armadas de Colombia. Durante el desarrollo del proyecto, realizado en una alianza entre universidad-empresa-estado, se construyeron dos prototipos, VALI 1.0 y 2.0. En este documento se describen los parámetros de diseño de cada uno, las fortalezas y debilidades de cada prototipo, y se concluye con un análisis de las fallas obtenidas y las recomendaciones para mejorarlas. Este documento aborda el desarrollo desde un punto de vista analítico y cualitativo, con el fin de comprender aspectos clave en el diseño conceptual de un proyecto de esta clasean analytical and qualitative point

of view, in order to understand key aspects in the conceptual design of a project of this kind.

Keywords: *hybrid robot*, conceptual design, tele-operation, explosives neutralization.

1. Introducción

En Colombia, el uso de artefactos explosivos con fines terroristas y bélicos han sido usados frecuentemente, dejando una gran diversidad de daños materiales y pérdidas humanas, sin contar los traumas y lesiones permanentes que dejan en las personas que sobreviven a dichos actos (Carrillo et at,2014), (Vasquez,2015). A nivel urbano, los artefactos explosivos fueron usados por la década de los 80 y 90 por delincuentes, que buscaban no solo la muerte de personas, sino dejar una marca en la sociedad de miedo y terror.

Los artefactos explosivos improvisados (AEI) son usados más comúnmente en zonas rurales o cascos urbanos ubicados cerca de las zonas rurales. Ataques a la población civil y personal de las fuerzas armadas son perpetrados por grupos al margen de la ley a través de cilindros bomba, paquetes bomba y minas quiebra pata. En algunas ocasiones estos elementos son detectados, ya sea por población civil o militar, haciendo que la desactivación o neutralización de dicho artefacto se vuelva una tarea de alta prioridad y riesgo.

La desactivación de un artefacto de este tipo muchas veces no es compleja, pero siempre presenta un alto grado de riesgo para la persona que lo realiza. La neutralización, que se puede considerar como una desactivación destructiva, busca neutralizar el artefacto explosivo, destruyendo componentes o sistemas clave para su funcionamiento por cualquier medio. Debido a que la neutralización no requiere un manejo delicado del artefacto explosivo, comparado con una desactivación, reduce el riesgo para las personas involucradas, en parte por el menor tiempo de con acto o cercanía al artefacto explosivo y la distancia que se maneja.

Las formas más comunes de neutralización de un artefacto explosivo son la destrucción de componentes clave (baterías, circuitos, cables) del artefacto por medio de cargas disruptoras (agua, arena, proyectiles de plastilina o de cobre, etc), o por medio de contra cargas explosivas que se colocan cerca del artefacto. Estas últimas, también son utilizadas para hacer otro tipo de operaciones, que son las activaciones controladas de los artefactos explosivos, gracias a la simpatía de la explosión que se da cuando un explosivo detona cerca de otro. La Figura 1 presenta de forma simplifica un proceso de neutralización realizado por las fuerzas armadas.

Para cualquier escenario, ya sea por medio de cargas disruptoras (Alford,2003) o por medio de contra cargas, siempre es necesario llevar dicho elemento cerca del AEI. Esta fase presenta el mayor riesgo para el personal antiexplosivos, pues es cuando los artefactos estallan, ya sea por activación remota o por un error humano durante el procedimiento. El personal antiexplosivo cuenta con trajes blindados, los cuales le dan a la persona un grado de protección a la onda explosiva, y especialmente, a la metralla que sale disparada durante la explosión. Sin embargo, estos trajes no dan una protección del 100%, y si la explosión es muy fuerte o la persona se encuentra cerca al AEI, la onda explosiva destruye los órganos internos de la persona, generando lesiones graves que pueden llevar a la muerte.

Figura 1 – Neutralización de un artefacto explosivo

Para reducir el riesgo durante un procedimiento de neutralización, el personal antiexplosivo usa vehículos controlados remotamente, los cuales están encargados de llevar los elementos hasta el AEI y de la manipulación del artefacto posterior a la neutralización, para verificar la efectividad del disparo con carga disruptiva o de la destrucción del paquete con contra carga.

El presente artículo está organizado de la siguiente manera: en el capítulo 2 se describen los referentes más relevantes que se tuvieron en cuenta para diseñar los prototipos 1 y 2 del robot; el capítulo 3 describe de manera breve los sistemas mecánico y electrónico de cada prototipo; el capítulo 4 expone los sistemas de fabricación e implementación; el capítulo 5 muestra las pruebas que se realizaron sobre cada robot; y finalmente, el capítulo 6 muestra las conclusiones y recomendaciones mas relevantes sobre los dos desarrollos.

2. Referentes de diseño

Los vehículos que fueron usados de referente por parte de los diseñadores del VALI 1.0 y 2.0, se basan en las recomendaciones del personal de antiexplosivo de las Fuerzas Armadas de Colombia, quienes, basados en su experiencia con el manejo de estos equipos, determinaron las ventajas y falencias, con el objeto de definir los requisitos de los prototipos a crear.

Uno de los vehículos tele operados que se tienen dentro de los inventarios de las fuerzas armadas, y que ha sido usado en labores de neutralización, es el Andros de Northrop Grumman. Este vehículo posee un sistema de orugas, el cual puede ser escalado a un sistema de ruedas. Posee un brazo manipulador con diferentes configuraciones, un efector final tipo pinza con mecanismo de 4 barras, sistema de cámaras, y una gran capacidad de carga. Posee los accesorios para llevar cañones disruptores, y un control remoto basado en pulsadores e interruptores. Este equipo posee un alto peso, lo que lo hace difícil de transportar. Por esta razón, sumado a su tipo de control y tecnología obsoleta, no es un equipo muy usado para operaciones de neutralización de explosivos.

Otro equipo que poseen las fuerzas armadas para operativos de neutralización es el Allen Vanguard. Se trata de un equipo pequeño, fácil de transportar por dos personas, y que se puede llevar al sitio del operativo fácilmente en un vehículo pequeño tipo camioneta pick up. Posee un sistema de tracción por oruga y un brazo manipulador. Debido a su tamaño, posee una capacidad de carga limitada, pero es suficiente para llevar un cañón disruptor sin problemas. Su efector final es una pinza, su control posee botones y palancas tipo

joystick, y su sistema visión posee varias cámaras. Este equipo fue uno de los referentes más importantes para el diseño de los prototipos VALI 1.0 y 2.0.

Siguiendo con la descripción de equipos para neutralización de explosivos usados por las fuerzas armadas en Colombia, encontramos el iRobot (Yamauchi,2004). Este equipo, similar al Allen Vanguard, posee sistema de tracción por medio de orugas y brazo manipulador. Es un robot compacto, de bajo peso que puedo ser llevado por una persona en distancias cortas, y que posee una pinza para manipulación de objetos.

Finalmente encontramos al Talon, uno de los equipos más conocidos y usados a nivel mundial, y que está a disposición de los técnicos antiexplosivos en Colombia. Este equipo fue el referente más fuerte al momento de diseñar los robots del proyecto VALI. El Talon es un robot rápido, robusto, compacto, de bajo peso y que puede ser transportado por dos personas. Ocupa un volumen pequeño, y es transportable en vehículos pequeños. Posee un brazo manipulador con capacidad de llevar cañón disruptor, y pinza multi propósito para manipulación de objetos. También posee sistema de cámaras y un buen alcance inalámbrico.

Otros referentes utilizados se basan en los trabajos presentados por (Wei,2009), (Xuewen,2009) y (Fracchia,2015).

3. Estructuración del diseño

El prototipo VALI 1.0, además de tener la dificultad de ser el primero de ellos, tuvo un corto tiempo para su desarrollo. Este factor, el tiempo, no permitió realizar de manera completa la definición de características de cliente, y, por consiguiente, las especificaciones técnicas finales del VALI 1.0 no fueron las mejores.

Las características iniciales que se tomaron en cuenta para el diseño del VALI 1.0 fueron: Bajo peso; Capacidad de andar en terrenos no estructurados; Capacidad de manipular elementos; Teleoperado.

El diseño del VALI 1.0 fue elaborado a partir de las características anteriores y de los referentes que existían en las Fuerzas Armadas, particularmente el Allen Vanguard. Una vez finalizado este prototipo, la estructuración del Vali 2.0 fue sencilla, pues en parte consistió en mejorar las fallas del Vali 1.0, y por otra parte fue más fácil identificar los aspectos clave de este prototipo por parte de los clientes potenciales (fuerzas armadas).

El proyecto se dividió en dos partes: estructura mecánica y sistema electrónico. Inicialmente cada aspecto fue desarrollado de manera independiente, pero a medida que el diseño mecánico y electrónico fueron avanzando, la comunicación entre las dos partes se dio de manera natural, particularmente cuando se tenían que definir los siguientes subsistemas: motores, sensores finales de carrera, equipos electrónicos por montar en el robot, cámaras y cableado.

3.1. Sistema Mecánico.

Los robots Vali son robots híbridos, es decir, constan de una plataforma móvil y de un brazo manipulador. La Figura 2 presenta los diseños finales de ambos prototipos, los cuales tenían las siguientes características en común:

1. Poseían un sistema de orugas de motores independientes, para desplazarse en terrenos no estructurados, poder dar giros sobre su eje, subir escaleras y arrastrar cargas pesadas.
2. Tenían servomotores DC con cajas reductoras y frenos, para poder controlar la velocidad, brindar un alto torque, y mantener la posición del brazo, incluso estando sin energía.
3. Brazo manipulador antropomórfico, de 4 GDL en el Vali 1.0, y de 5 GDL en el Vali 2.0, con pinza de dos dedos para manipulación de elementos.
4. Sistema de cámaras y luces para facilitar el desplazamiento de la plataforma y la operación del brazo manipulador del robot.
5. Estación para la teleoperación del robot, con capacidad para conectarse inalámbrica o alámbricamente, y sistema de operación con dispositivo tipo gamepad

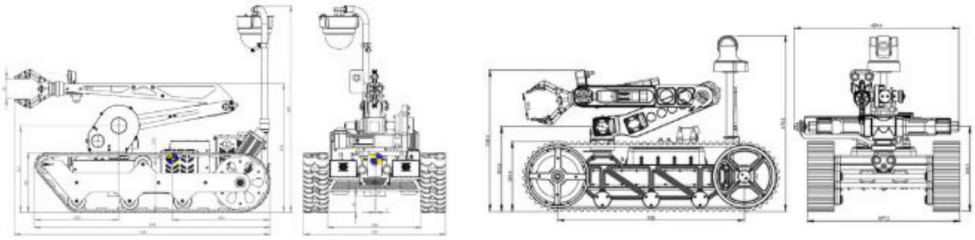


Figura 2 – Vistas ortogonales y dimensiones de los robot Vali 1.0 y Vali 2.0

Los prototipos finales de ambos robot se ven en la Figura 3.

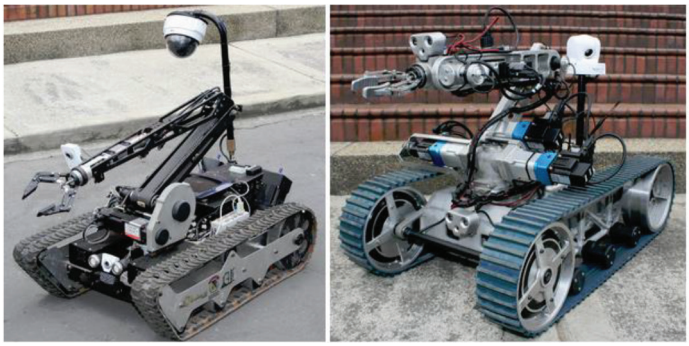


Figura 3 – Prototipo final VALI 1.0 (izquierda) y VALI 2.0 (derecha)

3.2. Sistema Electrónico.

Esta sección del robot contempla todos los componentes de hardware y software del robot como son los sistemas de actuación, comunicaciones, visión, centrales de procesamiento de datos, fuentes de energía entre otros elementos que son necesarios

para el cumplimiento de su función. La arquitectura del sistema Electrónico de VALI 1.0, tanto en hardware como en software, es presentado (Garcia,2010).

Desde la perspectiva de hardware la arquitectura de VALI 1.0 tenía como unidad procesamiento un sistema embedido con Linux como sistema operativo (SO), conectado a una red CANOpen (Pfeiffer,2008) a través de un gateway a una red de servomotores (con especificaciones MIL-STD-810, MIL-STD-127 5 y MIL-STD-704) y a través de ethernet a tres cámaras IP; finalmente, como estación de control se utiliza un computador para entornos industriales. La arquitectura de hardware del robot VALI 2.0 con respecto a la de VALI 1.0, en su concepto fue muy similar, sin embargo, los dispositivos que la componen cambiaron con la finalidad de disminuir el consumo de energía y los costos. Las cámaras fueron cambiadas por usb y las comunicaciones ethernet fueron integradas en el sistema embarcado, eliminando la necesidad de un router. Por otro lado, el manejo de señales de análogas y digitales fueron enviados a un microcontrolador conectado por protocolo USB, lo que permitió realizar estas tareas con baja latencia y aumentar la capacidad de tareas de grande procesamiento en el sistema con SO Linux.

Otra deficiencia solucionada en el segundo prototipo fue la comunicación inalámbrica, dado que al eliminarse el router en el robot se pudo probar diferentes comunicaciones punto a punto con sistemas de antenas MIMO que permitieron aumentar la distancia de trabajo y las latencias de comunicaciones. Adicionalmente, esto abrió un manejo granular de las comunicaciones entre el robot y la estación de control a través del uso de *iptables* en el sistema embarcado, permitiendo tener una red local segura en el robot.

Desde el punto de vista de software, el robot empleo una arquitectura de software modular basado en servicios independientes ejecutándose en el sistema embarcado, con comunicaciones internas basadas en diferentes estrategias de comunicación entre proceso como: Memoria compartida, arreglos FIFO (*first input, first output*) y el uso de semáforos. Para la comunicación con la estación central se desarrolló un protocolo REST (*Representational State Transfer*) sobre HTTP ejecutando procesos por cgi (*Common Gateway Interface*). Uno de los problemas encontrados en VALI 1.0 sobre esta arquitectura es que las peticiones tomaban cerca de 10ms entre dos computadores cableados en una misma subred, causado principalmente por los tiempos que requiere un programa para ser creado a través del protocolo cgi, por lo tanto, se cambió al protocolo fastcgi porque permite la ejecución persistente de los programas que procesan las peticiones HTTP, sin perder la seguridad de ejecutarse en procesos isolados del servidor web.

La Figura 4 presenta un diagrama de los procesos que se ejecutan en el robot, donde los servicios de DPIC y DSERIAL se comunicaban directamente con el hardware del robot, los cuales son consumido por el programa DCDM que tiene programado todas las reglas de comportamiento del robot, que a su vez puede recibir comandos desde peticiones HTTP o a través de un joystick conectado por infrarrojo al sistema embebido. Finalmente, el computador también ejecuta los programas del servidor web, de transmisión web de las cámaras web conectadas al vehículo y de administración de las funciones de red.

4. Implementación

Aunque los robots poseen configuraciones similares, las diferencias entre ellos de diseño, se vieron reflejadas en la forma como cada uno de ellos se implementó. En esta sección se hace una breve descripción del proceso de fabricación e implementación de cada uno.

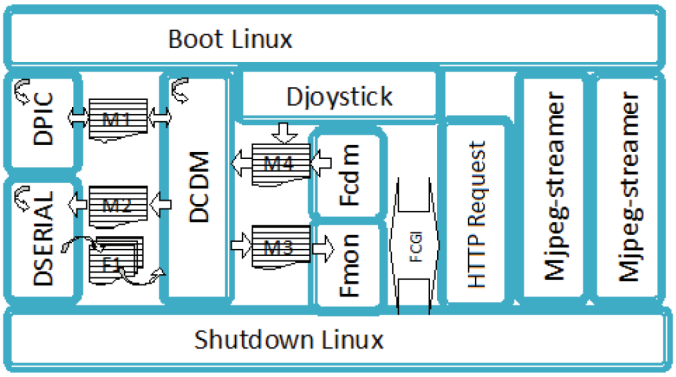


Figura 4 – Arquitectura de software en el sistema embebido del robot VALI 2.0

4.1. VALI 1.0

Las partes más grandes de este robot, pertenecientes al chasis de la plataforma móvil y a los eslabones del brazo manipulador, fueron creados a partir de chapa de duraluminio ANSI 6063 de 0.25" de espesor. Este material fue cortado por agua y todas las chapas fueron implementadas de manera recta, es decir, ninguna tenía pliegues, debido a la dificultad para plegar este material. El sistema de orugas también fue implementado en este material y con los mismos métodos manufactura, pero en un calibre menor (calibre 12).

La chapa metálica en acero AISI 1023 de 1.2mm de espesor también fue utilizada para la creación de otras partes, tanto de estructura mecánica como de soporte electrónico. Por ejemplo, todo el sistema electrónico fue contenido en cajas hechas con chapa de acero, y las uniones de las partes que conforman el chasis de la plataforma móvil, así como los elementos que dieron soporte al cableado y al sistema de la cámara panorámica fueron implementados también con chapas de acero, con diversos pliegues para aumentar la rigidez de las partes. Esta chapa procesada por punzonado cnc, y los plegados fueron hechos con plegadoras de penetración manuales.

Las demás partes fueron mecanizadas en máquinas convencionales y cnc, a partir perfiles comerciales de diferentes materiales. La Figura 5 presenta algunas de las piezas anteriormente descritas.

El sistema de orugas (banda y catarina motriz) fue adquirido por internet, y era parte de un sistema de orugas de una máquina para trabajos agrícolas. Lamentablemente este sistema no funcionó muy bien, debido a que el paso de la banda se perdía respecto al paso de la catarina, y a que la oruga se salía del sistema cuando el robot daba giros sobre su eje (Ramirez,2014).

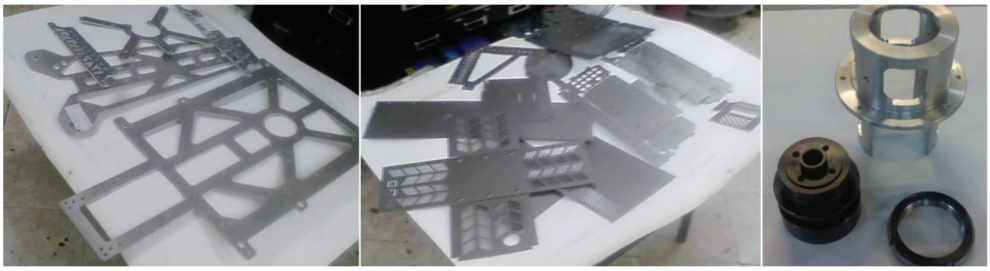


Figura 5 – Chapas de duraluminio cortadas por agua (izquierda). Chapas de acero punzonadas (centro). Piezas mecanizadas de diversos materiales (derecha).

El sistema electrónico en este robot fue algo complejo (Figura 6), en parte por los sistemas que se usaron, los cuales requerían demasiadas conexiones, y por la ausencia de modelado del cableado en el diseño CAD. Si bien se tenían planos sobre las conexiones necesarias para el robot, los calibres, número de cables, radios de curvatura y empalmes electrónicos fueron subestimados, resultando en el verdadero reto de implementación al momento de montar los sistemas en el robot.

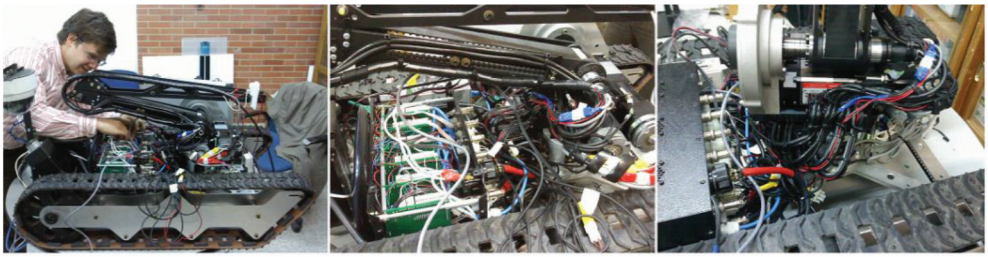


Figura 6 – Conexión manual de los diferentes sistemas en el robot (izquierda). Vista interna de la caja de control de motores (centro). Tráfico de cables que bajan del brazo manipulador a las cajas de control ubicadas en la plataforma móvil (derecha).

4.2. VALI 2.0

Debido a las limitaciones en geometría que se vieron con el prototipo VALI 1.0, en este segundo prototipo se trabajaron diversas partes en fundición de aluminio. Gracias a que la tecnología del prototipado rápido es muy conocida y ofertada, contratar dicho servicio no es tan costoso como lo era unos años atrás. Partes del chasis de la plataforma móvil, la catarina del sistema de orugas, los eslabones del brazo manipulador y algunas partes centrales de los diferentes mecanismos que operan el brazo manipulador fueron hechas en fundición de aluminio, con su respectivo mecanizado posterior (Figura 7).

En este robot la chapa metálica no tuvo una participación tan alta como en su predecesor, el Vali 1.0. En este prototipo solo se usó la chapa metálica para crear parte del cuerpo de la caja electrónica.

Figura 7 – Eslabones del brazo manipulador ensamblados a la cadera del robot (izquierda). Partes fundidas y mecanizadas de la plataforma móvil y listas para ensamble (centro). Caja del sistema electrónico con algunos componentes dentro de ella (derecha).

El diseño de este robot tuvo diversas mejoras, pero entre las más relevantes tenemos:

1. Se diseñó el acople entre el brazo manipulador y la plataforma móvil de manera que el ensamble fuera más sencillo, sin tener que afectar sistemas adicionales como la parte electrónica o los puntos de soporte de los cables.
2. El sistema de orugas se construyó a partir de una banda entera, es decir, no requería de una unión mecánica para mantenerla unida. Se eliminó el dentado en la banda de manera que no hubiera problemas por pérdida de sincronía del dentado de la catarina con la banda. Además, se incluyó un sistema de tensión robusto, que permitiera el ajuste de la distancia entre centros de las ruedas con herramientas manuales.
3. Se concentró toda la electrónica en una sola caja (Figura 8), de manera que se redujera el tráfico de cables exterior y se asegurara la integridad de los diferentes componentes electrónicos. Además, se diseñó completamente sellada, con conexiones a prueba de agua, para garantizar la operabilidad del sistema bajo condiciones adversas.
4. Se agregó un grado de libertad adicional en la muñeca, para facilitar la manipulación de objetos.
5. El sistema de soporte de la cámara panorámica se diseñó de una manera más robusta para evitar las vibraciones en las imágenes trasmitidas a la estación remota.

Figura 8 – Caja electrónica con los componentes montados y conectados (izquierda). Caja electrónica completamente armada y cerrada (centro). Brazo manipulador conectado a la caja electrónica (derecha).

5. Pruebas

El VALI 1.0 solo tuvo una prueba de campo, en la que se verificó la capacidad del sistema de orugas para desplazarse en terrenos no estructurados, y la capacidad de manipulación de objetos por parte del brazo manipulador. El VALI 2.0 tuvo diferentes pruebas de campo, en las que además de verificar la capacidad de desplazamiento del sistema de orugas y la manipulación de objetos del brazo manipulador, se verificó la potencia del sistema de tracción, la rigidez del brazo ante disparos con cañón disruptor, el alcance de la señal inalámbrica y la calidad del sistema de visión para teleoperar el robot.

5.1. VALI 1.0

Las pruebas de este robot se llevaron a cabo en un campo donde se llevan a cabo pruebas de equinos. Se eligió este terreno debido a la gran dificultad que representa para el desplazamiento de un vehículo. Además, posee diferentes obstáculos que fueron útiles para verificar la capacidad del robot para sobrepasar obstáculos.

Una de las pruebas consistió en verificar la capacidad del robot para subir planos inclinados como se muestra en la Figura 9. Gracias a los elementos disponibles en el campo de pruebas, se pudo armar una rampa, en la cual se evidenció la capacidad del robot para subir rampas de 30° sin arranque inicial, es decir, partiendo desde el reposo en la misma rampa.

Figura 9 – Prueba de desplazamiento en pendientes (izquierda). Prueba de paso de obstáculos consecutivos (centro). Prueba de superación de obstáculos de gran tamaño (derecha).

5.2. VALI 2.0

A este robot, gracias al conocimiento adquirido con su antecesor, se le realizaron diversas pruebas para verificar la funcionalidad del mismo. En la Figura 10, por ejemplo, se ven las pruebas que se le realizaron al sistema de orugas para verificar la capacidad de desplazamiento del robot en escaleras y terrenos inclinados.

Figura 10 – Prueba subiendo escaleras (izquierda). Prueba de desplazamiento sobre pendientes (centro). Desplazamiento sobre terrenos inclinados (derecha).

Otra prueba que se la aplicó a esta plataforma fue la de carga, en la que se verificó la capacidad del robot de arrastrar pesos muertos. En la Figura 11 se ve al robot arrastrando un peso de 45kg en una superficie de caucho, así como a un vehículo de más de 1000 kg en un terreno plano.

Figura 11 – Prueba de arrastre de peso muerto con alta fricción (izquierda). Prueba de arrastre de peso muerto con un vehículo (derecha).

En la Figura 12 se ven las pruebas que se le realizaron al robot con su cañón disruptor, disparando munición de cobre a un objetivo que simulaba ser una maleta con material explosivo. Posterior al disparo, el cual acertó en su objetivo, se verificó que el brazo y los sistemas que lo componen no habían variado su funcionalidad.

Figura 12 – Preparación de la prueba para disparo con munición de cobre (izquierda). Momento del disparo del cañón (centro). Confirmación del impacto del disparo hacia el objeto (derecha).

Otra prueba bastante importante con el cañón fue la de disparar agua a alta presión a un objetivo determinado (Figura 13). En esta prueba se cargó todo el cuerpo del cañón con agua, se tapó el extremo libre del cañón, y se procedió a armar el cañón con un cartucho de pólvora sin proyectil.

Figura 13 – Acercamiento del robot hacia el objetivo (izquierda). Disparo del cañón con carga de agua (centro). Ruptura del brazo por la explosión del cañón (derecha).

La prueba, aunque efectivamente destrozó su objetivo, generó fallas en el eslabón del antebrazo del brazo manipulador, debido a que el cañón se sobrecargó, produciendo

que este explotara (Figura 14). La prueba anterior produjo una fractura catastrófica en el eslabón del antebrazo, la cual fue rápidamente solucionada, dado que se tenía un modelo fundido adicional de dicho elemento. Una vez en el taller, solo fue mecanizar y colocar la pieza fracturada en el robot. Es de resaltar que el diseño del cañón disruptor fue la responsabilidad de la empresa con la que se realizó el proyecto.

Figura 14 – Cuerpo del cañón destrozado por la explosión del mismo (izquierda). Eslabón del antebrazo mecanizado junto al eslabón fracturado (centro). Reemplazo del eslabón fracturado en el brazo manipulador (derecha).

6. Conclusiones

El sistema de orugas debe garantizar que la banda no se salga de la catarina. Para este fin las guías de la banda deben ser más altas, para mantener la alineación con la catarina y los patines. Fabricar una oruga es una labor compleja, por tal motivo la mejor alternativa es usar una banda comercial y adaptarla a la plataforma. Las catarinas y patines de soporte no presentan una dificultad al momento del diseño y la implementación.

Los motores de la locomoción deben ser calculados teniendo en cuenta que el robot debe poder girar sobre su eje en terrenos no estructurados y con coeficientes de fricción altos. Además, se deben tener presente que dichos giros se dan con el robot en reposo, es decir, se debe romper la inercia de la plataforma. Además, el manejo del sistema de orugas sin sistema de control, y únicamente con la retroalimentación visual del operador, implica que el sistema de giros bruscos, muchas veces sin lograr o sobrepasando el ángulo de giro deseado. Un sistema de control con retroalimentación por acelerómetros debe ser implementado para un manejo apropiado de la plataforma móvil.

La capacidad de carga del brazo fue suficiente para levantar y manipular las cargas bajo las cuales se habían diseñado ambas plataformas. Sin embargo, la potencia de los motores no fue aprovechada al máximo, dado que estos motores típicamente trabajan a altas velocidades. Los motores de bajas velocidades y alto torque requieren el rediseño de todo el sistema de locomoción lo que mejoraría el robot en peso y facilidad de cableado, sin embargo, aumenta la complejidad del diseño. Otra elemento a tener en cuenta, es eliminar los frenos eléctricos con sistemas de reducción autobloqueantes como los sistemas epicicloidales o armónicos.

El sistema de visión implementado en el extremo del brazo manipulador y al frente de la plataforma móvil fueron apropiados. Cada uno de ellos debe tener su cerramiento y sistema de luces. El sistema de la cámara panorámica es crítico, pues permite ubicar el robot en su entorno. Además de tener su cerramiento para proteger la cámara del

entorno, debe poseer un buen sistema de amortiguación para atenuar las vibraciones del robot mientras se desplaza. Este sistema de debe ser reforzado con un sistema digital que filtre el ruido, para garantizar una imagen lo más clara y estable posible.

El sistema de cableado debe reducir el número de cables independientes exteriores en el robot. Tener solo dos cables, uno para potencia y otro para datos es lo apropiado. Para facilitar el montaje y desmontaje de los diferentes sistemas, es necesario tener puntos de paso, para conectar y desconectar los sistemas electrónicos de manera rápida. Siempre que sea posible, los cables deben estar dentro de la estructura o anclada de manera apropiada, y tener presente la flexibilidad del cable en las diferentes articulaciones.

El sistema de mando usado tipo gamepad es usado por diversos robots para su operación. Sin embargo, este sistema no permite un manejo natural, particularmente con el brazo manipulador, en el cual se encuentran múltiples grados de libertad que son imposibles de accionar al mismo tiempo con las dos manos del operador. Para este fin, un dispositivo tipo exoesqueleto puede ser implementado para permitir una manejo más sencillo e integral de la plataforma(Ramirez,2015).

La distancia inalámbrica es un aspecto clave en esta clase de plataformas. Ninguno de los robots superó los 100m línea de vista de alcance inalámbrico. Para aumentar este alcance es necesario equipar el robot y la estación de control con antenas direccionales, o usar repetidores de señal (que el mismo robot puede ir dejando en su camino). El sistema de respaldo alámbrico también es vital, pues existen circunstancias bajo las cuales el sistema inalámbrico no funciona o no pueda ser usado. Un sistema de fibra óptica es buena opción, pero para que sea práctico, este sistema debe contar con un sistema de disponga de los más de 100m de fibra que el robot puede requerir.

Las baterías de LiPo usadas en los prototipos son las apropiadas, debido a su gran capacidad de entrega de corriente y bajo peso. Sin embargo, ellas deben ser fácilmente removibles, pues el tiempo de carga de este sistema está entre las 2 y 3 horas. Contar con un sistema de baterías de reemplazo permite que el robot se pueda operar de manera continua.

Referencias

Alford, S. C. (2003). U.S. Patent No. 6,584,908. Washington, DC: U.S. Patent and Trademark Office.

Carrillo, J., Arciniegas Londoño, L., & Molina Figueroa, J. A. (2014). STATISTICAL ASSESSMENT OF BRIDGE COLLAPSE IN COLOMBIA BY BLAST LOADING. Ciencia e Ingeniería Neogranadina, 24(2), 157-175.

Fracchia, M., Benson, M., Kennedy, C., Convery, J., Poultney, A., Anderson, J. W., ... & Clayton, G. M. (2015, May). Low-cost explosive ordnance disposal robot for deployment in Southeast Asia. In Humanitarian Technology Conference (IHTC2015), 2015 IEEE Canada International (pp. 1-4). IEEE.

Garcia, O. S., Aviles, L., & Niño, P. O. (2010, September). Hardware and software architecture of a mobile robot with anthropomorphic arm. In ANDESCON, 2010 IEEE (pp. 1-6). IEEE.

Pfeiffer, O., Ayre, A., & Keydel, C. (2008). Embedded networking with CAN and CANopen. Copperhill Media.

Ramirez, H., Aviles, O. & Hernandez J.C. (2014). Tracks for Locomotion of Robotic Platforms. In Second International Conference on Advanced Mechatronics, Design, and Manufacturing Technology - AMDM 2014

Ramirez Guio, Hoffman Fernando & Mauledoux, M.F. & Avilés Sánchez, Oscar & Dutra, Max. (2015). Conceptual design process of a passive exoskeleton for human upper limb. 10. 42298-42304.

Vásquez, H. T. (2015). Conflicto armado y terrorismo en Colombia. El terrorismo de las Farc-EP de acuerdo con la Jurisprudencia de la Corte Constitucional colombiana. Iustitia, (13), 11-34.

Wei, B., Gao, J., Zhu, J., & Li, K. (2009, October). Design of a large explosive ordnance disposal robot. In Intelligent Computation Technology and Automation, 2009. ICICTA'09. Second International Conference on (Vol. 3, pp. 403-406). IEEE.

Xuewen, L., Cai, M., Jianhong, L., & Tianmiao, W. (2006, August). Research on simulation and training system for eod robots. In Industrial Informatics, 2006 IEEE International Conference on (pp. 810-814). IEEE.

Yamauchi, B. M. (2004, September). PackBot: A versatile platform for military robotics. In Unmanned Ground Vehicle Technology VI (Vol. 5422, pp. 228-238). International Society for Optics and Photonics.

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

Recebido/Submission: 15/11/2018
Aceitação/Acceptance: 11/12/2018

Definición de una metodología práctica para la adquisición y análisis de evidencia digital en el contexto de una investigación post mortem

Leonard David Lobo Parra[1], Dewar Rico-Bautista[2], Yurley Medina-Cárdenas[3], Edgar Antonio Sanchez-Ortiz[4]

leonardlobop@gmail.com, dwricob@ufpso.edu.co, ycmedinac@ufpso.edu.co, easanchezo@ufpso.edu.co

[1] Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña, Sede Algodonal Vía Acolsure, 546551, Ocaña, Colombia.

[2] Departamento Sistemas e Informática. Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña, Sede Algodonal Vía Acolsure, 546551, Ocaña, Colombia.

[3] Coordinadora SIG. Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña, Sede Algodonal Vía Acolsure, 546551, Ocaña, Colombia.

[4] Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña, Sede Algodonal Vía Acolsure, 546551, Ocaña, Colombia.

Pages: 369–384

Resumen: El análisis forense se reduce a una investigación digital y esta es un proceso en el que se desarrollan y ponen a prueba las hipótesis que respondan a preguntas sobre los eventos digitales. Esto se hace utilizando el método científico en el que se desarrolla una hipótesis con evidencia que se encuentra y luego probar la hipótesis mediante la búsqueda de más evidencia que muestra que la hipótesis es imposible. La evidencia digital es un objeto digital que contiene información confiable que apoya o refuta una hipótesis. El presente artículo muestra los resultados obtenidos tras realizar diferentes pruebas y laboratorios enfocados al análisis de evidencia digital con herramientas forenses de software libre, con el fin de establecer las actividades recurrentes y a partir de estas realizar la comparación con metodologías teóricas y extraer una guía práctica que brinde un esquema general para la adquisición y análisis de la evidencia digital, en el marco del estudio del análisis digital forense en post-mortem

Palabras-clave: Análisis forense; evidencia digital; análisis post-mortem; metadatos; Copia Bit a Bit

Defining of a practical methodology for the acquisition and analysis of digital evidence in the context of a research post mortem

Abstract: Forensic analysis is reduced to digital research and this one is a process in which hypotheses that answer questions about digital events are developed and tested. This is done using the scientific method in which a hypothesis is developed with evidence that is found and then test the hypothesis by finding more evidence that shows that the hypothesis is impossible. Digital evidence is a digital object

that contains reliable information that supports or refutes a hypothesis. This paper shows the results obtained after conducting different tests and experiments focused on the analysis of digital evidence with forensic tools of free software, in order to establish recurrent activities and from these, perform the comparison with theoretical methodologies and extract a practical guide that provides a general scheme for the acquisition and analysis of digital evidence, in the framework of the study of forensic digital analysis in post-mortem.

***Keywords**:* Forensic analysis; digital evidence; post-mortem analysis; meta-data; Bit-by-Bit copying.

1. Introducción

Con la llegada de la sistematización de procesos, las diversas corporaciones y empresas pasaron a tener toda su información digital, con lo cual se agilizaron e hicieron mucho más eficientes los procesos; no obstante, esto trajo un nuevo problema, y este fue la seguridad, que, con la instauración de la información como principal activo de las empresas, también se hizo el más apetecido por los atacantes (Votipka & Vidas, 2013) (Rekhis & Boudriga, 2012). Si hay algo claro en el mundo de la información es que no existe un sistema que sea totalmente seguro, y se presentan incidentes de seguridad, ante los cuales las preguntas son muchas ¿Cuál fue el origen del ataque? ¿Qué implicaciones tuvo el incidente? ¿Qué medidas son necesarias para evitar situaciones similares en el futuro? (Lobo & Rico, 2012) (Santos & Rico, 2007) (Rico & Medina, 2008)

En este orden de ideas, es necesario un método que contribuya a despejar estas dudas, dicho método es el análisis forense puesto que durante, y después del incidente fuere cual fuere su origen, el atacante deja rastros, los cuales son habidos de ser estudiados tanto en entornos de red como en el espacio local de la terminal atacada, así mismo la memoria RAM y demás dispositivos que puedan albergar información como lo son smartphones, impresoras, memorias USB, discos flexibles, DVD entre otros, son medios habidos de ser analizados. (KRUTZ & VINES, 2007) (Mcclure & Scambray, 2010) (Stallings, 2011)

Existen metodologías teóricas que señalan derroteros para la realización de dichos análisis, no obstante cuando se inicia con el estudio estos lineamientos pierden mucho de su significado pues no se enfocan a los aspectos prácticos; y es justo en este respecto que el presente artículo enfoca sus esfuerzos pues se pretende mostrar los resultados y el proceso de construcción de una metodología practica que aborde los detalles operativos en un sentido de ejecución más que de argumentación, para que de este modo el investigador llegue a los segundo a partir de lo primero (Rueda-Rueda & Rico Bautista, 2016), (Rueda & Rico, 2016).

Para lograr este resultado inicialmente se plantean ciertos laboratorios para identificar las acciones y actividades se hacen recurrentes en cada experimento, para luego establecer las coincidencias con la metodología y a partir de esto sustentar teóricamente que el planteamiento es correcto. El estudio uso como referencia la metodología Casey (Casey., 2004) y el Electronic Discovery Reference Model (EDRM); y así mismo se apoya para los laboratorio en cuanto a las herramientas forenses se usa The Sleuth Kit, junto con su interfaz gráfica Autopsy en el entorno Kali Linux (The Sleuth Kit, 2017a, 2017b).

2. Metodología

Se inicia con la selección de una herramienta para la adquisición y análisis de la evidencia digital, para posteriormente plantear la escogencia del modelo que servirá de referencia; hecho esto es necesario realizar laboratorios y prueba de un modo libre para mediante estas identificar los procedimientos recurrentes, los cuales se comparan con la metodología de referencia y la revisión bibliográfica para así refinar la estructura procedimental de la metodología. (Sivaprasad & Jangale, 2012) (Olajide & Savage, 2012)

2.1. Selección de la herramienta

La primera barrera que el investigador se encuentra es hallar un punto de partida, ante lo cual la herramienta elegida fue un factor crucial pues proporciona mediante sus interfaz sendas luces para establecer cuáles son los elementos gruesos que se deben abordar dentro del análisis. Lo cual conduce a abordar el método de selección de la herramienta. El proceso de selección de la herramienta forense empleada en esta investigación se fundamentó en aspectos tanto prácticos como funcionales y teóricos, ver Fig. 1. Teniendo en cuenta que la investigación se realiza en el contexto de la universidad Francisco de Paula Santander Ocaña, y más específicamente del semillero SIGLAS (Gnu/ Linux And Security), era prioritario que la herramienta/s seleccionada fuese basada en software libre (Costanzo & Amerini, 2014) (Cordón & Damas, 2011); partiendo de este hecho, a continuación se desglosan los ítems evaluados en la selección:

- **Orientación al análisis forense con la metodología post mortem:** en este numeral se pretende establecer si la herramienta soporta el uso de imágenes bit a bit para realizar el estudio, y así mismo si sus opciones de indagación no requieren del sistema en ejecución. Pues es posible realizar un análisis post mortem sin requerir extraer una imagen bit a bit.
- **Software libre:** dentro de los aspectos planteados al inicio de la investigación el software constituye uno de los más importantes, y es por tal que se aplica un mayor puntaje a aquellas herramientas que poseen esta característica.
- **Soporte:** si la herramienta escogida para el estudio posee un soporte actualizado, constituye prenda de garantía en aras de validar las evidencias o hallazgos dentro del estudio.
- **Impacto sobre el sistema:** una buena herramienta de análisis digital debe hacer un mínimo o ningún impacto sobre el sistema pues esto corrompe la evidencia.
- **Plataformas soportadas:** Es muy común encontrarnos con análisis de ataques o incidentes en sistemas operativos Linux, Windows, iOS entre otros, por lo cual la herramienta seleccionada debe cubrir la mayor cantidad de sistemas operativos.
- **Sistema operativo Linux:** Es una de las premisas que la herramienta escogida funcione sobre el sistema operativo Kali Linux.
- **Accesibilidad/disponibilidad:** el poder adquirir la herramienta con facilidad (descargar, costos, etc) es un aspecto prioritario

					PLATAFORMAS SOPORTADAS						
HERRAMIENTA	ORIENTACION AL POST-MORTEM	SOFTWARE LIBRE	SOPORTE	IMPACTO SOBRE EL SISTEMA	LINUX	WINDOWS	MAC	PUNTOS	S.O. (LINUX)	ACCESIBILIDAD/DISPONIBILIDAD	PUNTAJE
LINReS	0	5	5	2	0	1.66	0	1.66	5	5	22
SMART, by ASR Data	5	0	5	5	1.66	1.66	1.66	5	5	2.5	22.5
Macintosh Forensic Software	5	0	5	5	0	0	1.66	1.6	0	2.5	17.5
BringBack de Tech Assist, Inc.	2.5	5	2.5	3	0.9	1.25	0	2.25	0	5	18
EnCase, by Guidance Software	5	0	5	5	1.66	1.66	1.66	5	0	5	20
FBI, by Nuix Pty Ltd	5	0	0	5	1.66	1.66	0.8	4	0	0	10
Forensic Toolkit (FTK), de AccessData	5	0	5	5	1.66	1.66	1.66	5	0	5	20
ILook Investigator	5	0	5	5	1.66	1.66	1.66	5	0	0	15
Safeback de NTI & Armor Forensics	5	0	2.5	5	0.8	1.6	0	2.4	0	2	14.5
X-Ways Forensics, de X-Ways AG	5	0	5	5	1.66	1.4	0	2.2	0	2.5	17.5
Prodiscover, de Techpathway	5	0	5	5	0	1.66	0	1.6	0	2.5	17.5
AFFLIB	5	5	5	5	1.66	1.66	1.66	5	5	5	30
Autopsy	5	5	5	5	1.25	1.25	1.25	1.25	5	5	30
FOREMOST	5	5	5	5	1.66	1.66	1.66	5	5	5	30
The Sleuth Kit	5	5	5	5	1.25	1.25	1.25	1.25	5	5	30
The Coroner's Toolkit (TCT)	5	5	5	5	1.66	1.66	1.66	5	5	5	30
Zeitline	5	5	5	5	1.66	1.66	1.66	5	5	5	30

Figura 1 – Comparación de herramientas forense.

Fundamentado en lo anterior se realiza una comparación, ver Fig. 2, se analizan los resultados para definir cuál es la herramienta que mejor se adecua a los requerimientos de la investigación. Tras este análisis se opta por elegir la herramienta The Sleuth Kit con su interfaz gráfica Autopsy.

El navegador Forense Autopsy es una interfaz gráfica para las herramientas de análisis de investigación digital en línea de comando contenidas en Sleuth Kit. Ambos unidos pueden analizar discos UNIX y Windows, además de sistemas de archivos (NTFS, FAT, UFS1/2 y Ext2/3).

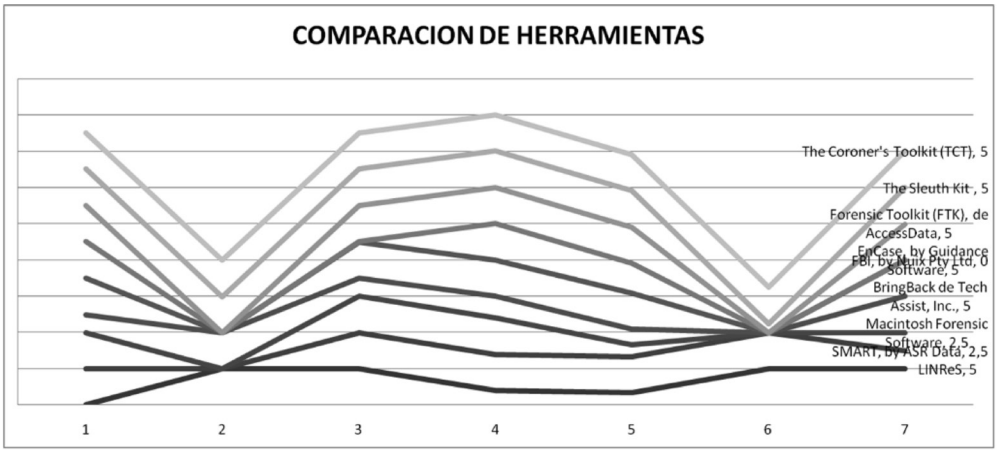


Figura 2 – Representación gráfica de la comparación de herramientas forense.

Autopsy y Sleuth Kit son Open Source (Código Abierto) y pueden ser ejecutados en plataformas UNIX. Como Autopsy se basa en HTML, se puede conectar al servidor Autopsy desde cualquier plataforma utilizando un navegador HTML. Autopsy proporciona una interfaz tipo “Manejador de Archivos”, y muestra detalles sobre datos

borrados y estructuras del sistema de archivos. (Zhihong & Wei, 2014). Por otro lado, ofrece ciertas características al investigador que por su facilidad y amigabilidad en la interfaz facilitan el análisis y la exploración de los aspectos relevantes a la hora de realizar la adquisición y análisis de evidencia digital dentro de un análisis post mortem. (Quick & Raymond Choo, 2014)

2.2. SELECCIÓN DEL MODELO DE REFERENCIA

Dentro de la selección del modelo que se usara como referencia se tuvieron en cuenta 3 aspectos, el primero fue la revisión bibliográfica de metodologías existentes, el segundo fue la comparación ente las distintas metodologías. Para tal efecto se realiza un matriz de comparación, ver Fig. 3, la cual permite establecer cuál de la metodología se adapta de mejor manera al estudio. (Chabot & Bertaux, 2014) (Lang & Masooda, 2014). A continuación, se describen los ítem continuación, aplicados en la matriz, cada uno de ellos posee un peso que oscila entre 1 y 5:

- Adaptabilidad a estándares internacionales. Fundamentalmente se compara con el modelo propuesto por el EDRF y RFC 3227.
- Documentación disponible.
- Adaptabilidad y practicidad en la implementación experimental.
- Compatibilidad con la metodología post-mortem

Como puede observar en la Fig. 3 y en la Fig. 4 de la cual se abstrae el mismo, modelo CASEY es la que obtiene los resultados más altos y tras realizar la concerniente evaluación práctica mediante laboratorios de sencillos como recuperación de archivos borrados o detecciones esteganograficas, se demuestra que si es la más óptima para la realización de este estudio.

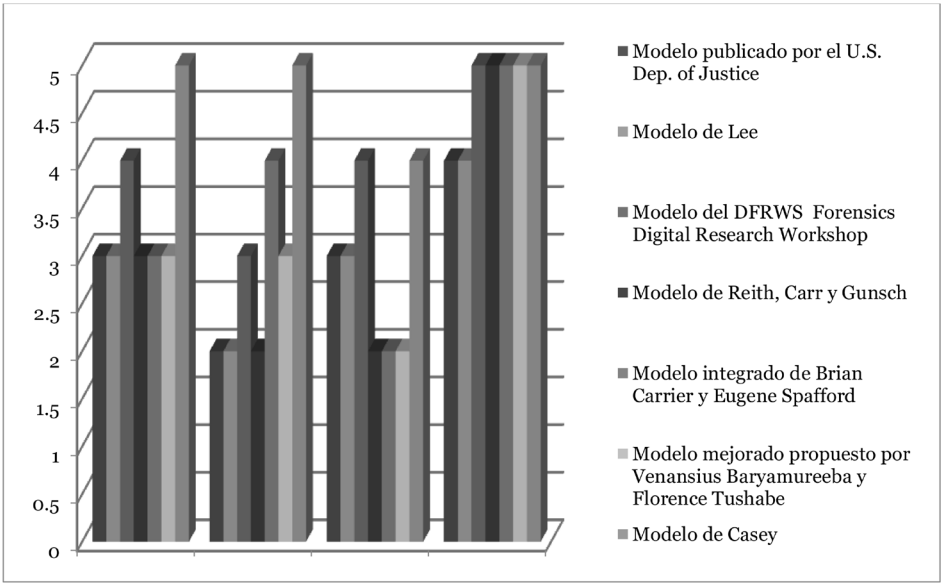


Figura 3 – Representación gráfica de la comparación de metodologías.

Id	Metodología	Fases	Ítems de evaluación				
			A	B	C	D	T
1	**Modelo publicado por el U.S. Dep. of Justice**	1. Identificación 2. Conservación 3. Análisis 4. Presentación	3	2	3	4	12
2	**Modelo de Lee**	1.Reconocimiento 2. Identificación 3. Individualización 4. Reconstrucción	3	2	3	4	12
3	**Modelo del DFRWS Forensics Digital Research**	1. La identificación 2. La preservación 3. La colección 4. El examen 5. El análisis 6. La presentación 7. La decisión	4	3	4	5	16
4	**Modelo de Reith, Carr y Gunsch**	1. La identificación 2. La preparación 3. La estrategia de acercamiento 4. La preservación 5. La colección 6. El examen 7. El análisis 8. La presentación 9. Devolviendo la evidencia	3	2	2	5	12
5	**Modelo integrado de Brian Carrier y Eugene Spafford**	**Fases de Preparación:** 1. preparación de operaciones. 2. preparación de infraestructuras. **Fases de Despliegue:** 1. Detección y Notificación. 2. Confirmación y Autorización. **Fases de Investigación Física de la escena del crimen:** 1. conservación. 2. Inspección. 3. Documentación. 4. búsqueda y recolección. 5. reconstrucción 6. Presentación. **Fases de Investigación de la Escena Digital del Delito:** 1. conservación. 2. Inspección. 3. Documentación. 4. búsqueda y recolección. 5. reconstrucción 6. Presentación. **Fase de revisión**	3	4	2	5	14
6	**Modelo mejorado propuesto por Venansius Florence Tushabe**	**Fases de despliegue:** 1.Detección y Notificación 2. Investigación Física de la escena del delito. 3. Investigación Digital de la escena del delito. 4. Confirmación. 5. Informe **Fases de Hipótesis:** 1. Investigación digital de la escena del delito 2. Autorización **Fases Dinamita:** 1. Investigación Física de la escena del delito. 2. Investigación Digital de la escena del delito. 3. Reconstrucción. 4. Comunicación. 5. Revisión	3	3	2	5	13
7	**Modelo de Casey**	1. Autorización y preparación 2. Identificación 3. Documentación, Adquisición y Conservación 4. Extracción de Información y Análisis 5. Reconstrucción 6. Publicaciones	5	5	4	5	19

Figura 4 – Matriz de comparación de modelos.

3. MODELO DE CASEY

El modelo de Casey ha evolucionado desde el primer modelo presentado en el 2002 por Eoghan Casey, hasta el modelo publicado en el 2004 en la segunda edición de su libro (Casey., 2004) que recoge los siguientes pasos:

- Autorización y preparación
- Identificación
- Documentación, Adquisición y Conservación
- Extracción de Información y Análisis
- Reconstrucción
- Publicación de conclusiones

El proceso puede verse la Fig. 5, cada flecha indica el flujo de información, de modo que la información que se obtiene en una etapa sirve para la Siguiente y viceversa. En cualquier momento se puede usar lo que se sabe en una etapa para volver a la etapa anterior y obtener más datos. Toda la información generada se guardará como documentación que servirá para la publicación final.

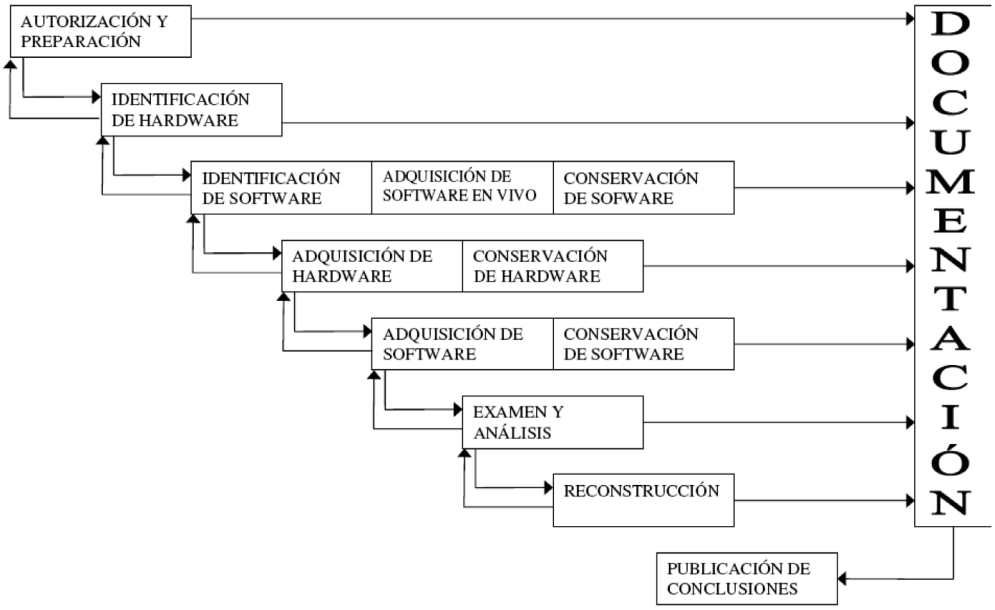


Figura 5 – Esquema del modelo Casey. Fuente: (Casey., 2004)

Para efectos prácticos se basará en las etapas de extracción y análisis, a pesar del hecho que las otras son fundamentales, la necesidad de señalar unos pasos claros dentro de lo que es el estudio práctico del análisis forense justifica dicha decisión.

3.1. Diseño De Los Laboratorios

Las pruebas realizadas en la presente investigación, se basan en escenarios experimentales con ambientes controlados, dentro de, los cuales se recrearon incidentes de seguridad que comprometían estaciones de trabajo a diferentes niveles; así mismo se recurrió a retos forenses para la adquirían de imágenes. (Carter & Idika, 2014) (Bonetti & Viglione, 2013)

Estructura de laboratorios. Los laboratorios realizados a lo largo de esta investigación comprenden distintos niveles de experticia dependiendo de la fase en la cual se encontrase el proyecto, así las cosas, se puede definir tres etapas dentro de la elaboración de los laboratorios, ver Fig. 6.

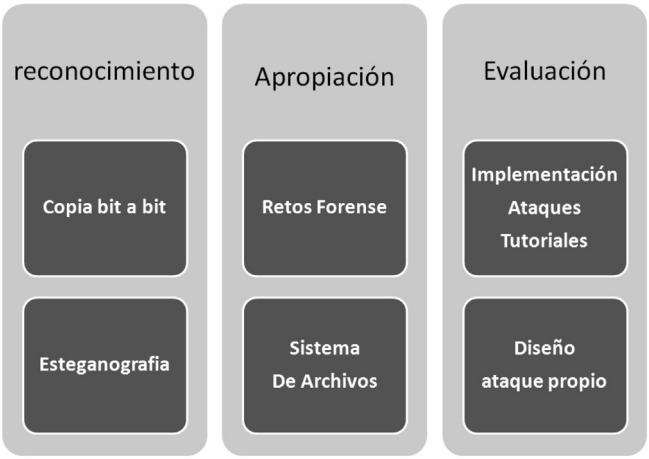


Figura 6 – Etapas del diseño e implementación de laboratorios. Fuente: Autor.

Etapa de reconocimiento: Es la primera fase de los laboratorios y tiene lugar al inicio de la investigación. El objeto es este punto es conocer la herramienta y los procedimientos que optimizan el uso de la misma, es por tal que se parte de los aspecto fundamentales como la creación de copias Bit a bit de dispositivos de almacenamiento, recuperación de archivos y análisis esteganofraficos.

Laboratorios:

- Análisis del sistema de archivos FAT
- Recuperación de archivos borrados memoria USB
- Análisis esteganografico de archivos de imagen (.jpg, .bmp)

Etapa de apropiación: una vez conocida la herramienta era fundamental conocer los diversos sistemas de archivo mediante el análisis de los mismos a través de la herramienta seleccionada, por otro lado los retos forenses proporcionaron la experticia en el tema puesto que a pesar de ser actividades diseñadas, cumplen un objetivo didáctico sumamente importante.

Laboratorios:

- Reto forense flisol 2010
- Reto forense 2 del hacker.net
- Reto forense 4 del proyecto honeynet

Etapa de evaluación: Para este punto el dominio de la herramienta y los conocimientos teóricos permite a la investigador desarrollar análisis a incidentes muchos más profundos y elaborados, siguiendo casos de taques documentados desde la implementación miasma

y diseñando ataques propios, a los cuales se les realiza el análisis respectivo y de este modo se establece la efectividad del análisis forense.

Laboratorios:

- Escalada de privilegios con meta EXPLOIT FRAMEWORK
- Ataque diseñado por el investigador

4. RESULTADOS

No obstante dentro de la gran cantidad de enfoques y conceptos que encierra el análisis forense, es claro que la implementación de una metodóloga practica que indique de modo directo la forma en la cual realizar la investigación, constituye poco menos que una quimera pues la complejidad misma del estudio impediría tal iniciativa, pero a pesar de ello se pueden ahondar esfuerzos para proporcionar a una guía que indique los pasos tanto metodológicos como prácticos en un sentido amplio que permita al investigador partir de un punto claro; en tal sentido se pretende a continuación fundamentándose en la metodología Casey 2000 y el modelo del Electronic Discovery Reference Model (EDRM), realizar la construcción de dicha guía, ver Fig. 7.

Planteamiento de análisis. En esta etapa el investigador se encuentra con el escenario tanto físico como contextual de incidente, se realizan averiguaciones de ser necesario y se inicia con el diseño del análisis dependiendo de las necesidades de la empresa y de la situación misma pues podría necesitarse diferentes tipos de análisis para diferentes tipos de incidente, bien sea una análisis de redes, en caliente, a sistemas de información entre otros.

Adquisición física. La adquisición física comprende todos los procesos que involucren el hardware en sí mismo y el procedimiento que conlleva a dicho acto, es decir tanto la manipulación previa a la información, pues en esta etapa se garantiza buena parte de la integridad en la posible evidencia que pueda llegar a ser colectada.

METODOLOGÍA CASEY	MODELO EDRM	CONSTRUCCIÓN DE LA METODOLOGÍA PROPUESTA (Análisis teórico)				
Autorización y preparación	Administración de la información	Planteamiento del escenario	Perspectiva del análisis y tipos de análisis			
Identificación	Identificación	Identificar el hardware y software				
Documentación, adquisición y conservación	Preservación y colección	Adquisición de datos del disco duro	Adquisición física	Apagado del sistema	Escribir los datos de salida y destino ubicación	Aplicación de la Suit Autopsy + The Sleuth Kit, herramienta DD, editor hexadecimal, Foremost, Sacalpel, Gpart…….
				Bloqueadores de escritura de hardware		
			Adquisición lógica	Algoritmos criptográficos formato de archivo		
Extracción de información y análisis	Proceso revisión y análisis	Sistema de ficheros	Categoría meta-datos			
			Categoría contenido			
			Categoría meta-datos			
			Categoría nombre de fichero			
			Categoría aplicación			
Reconstrucción	Producción	Análisis de líneas de tiempo y modificación de ficheros.	Formulación de posibles eventos	Evaluación de hipótesis	Escenario reconstruido	
Publicación de conclusiones	Publicación	Informes forenses	Artículos			

Figura 7 – Metodología propuesta.

Apagado del sistema. Una de las decisiones principales a las que se deben tomar es enfrentar es si apagar o no el sistema una vez que se sospecha que ha podido ser comprometido. Y si se decide apagarlo, se debe decidir cómo, o de un modo ordenado, o tirando del cable de alimentación. El análisis forense de un sistema vivo tiene a veces sus ventajas. Se puede hacer cosas como examinar la tabla de procesos para ver qué se está ejecutando, listar las conexiones de red o copiar lo que hay en memoria para examinarlo más tarde. Pero existen varios inconvenientes a la hora de examinar un sistema vivo, como por ejemplo que no se esté viendo lo que hay en realidad.

Adquisición lógica. Por otro lado, vale la pena resaltar la importancia del comando UNIX DD el cual permite realizar el volcado de la imagen de un dispositivo de almacenamiento, pero lo hace a bajo nivel y bit a bit creando una copia idéntica del objeto de estudio. Así mismo cabe resaltar que la Computer Forensic Tool Testing (CFTT) y la National Institute Of Standards And Technology (NIST) lo recomiendan puesto que cumple con (Carrier, 2005) (Wysopal & L. , 2006) (Jaquith, 2007):

1. Mantener la integridad del disco
2. Registrar errores del I/O
3. Hacer un duplicado de la partición o disco mediante Bit Stream
4. Posee documentación de ayuda.

Este comando copia bloques de datos de un fichero a otro, no tiene en cuenta el tipo de datos que está copiando y no entiende de sistemas de archivos, ni volúmenes, sólo archivos. El tamaño del bloque por defecto es de 512 bytes (se puede modificar utilizando la bandera bs=). Utilizando la bandera if= se indica la fuente de los datos, con la bandera of= se especifica el fichero de salida. Por ejemplo, para copiar el contenido de archivo1.dat (cuyo tamaño es 1024 bytes) a archivo2.dat utilizando bloques de 512 bytes se ejecuta en un terminal la orden:

```
dd if=Archivo1.dat of=Archivo2.dat bs=512
```

4.1. Hashes criptográficos

El contenido de un disco, archivo individual, o cualquier conjunto de datos digitales son, esencialmente, secuencias de bits. Para determinar si dos conjuntos de datos son (o no son) idénticos, puede llevar a cabo una completa comparación bit a bit. Cada bit de la secuencia de datos original es comparado con el bit correspondiente en la copia. Cualquier discrepancia indica que las copias no son idénticas y que la evidencia obtenida a partir de la copia forense no es fiable en un procedimiento judicial o una investigación científica. La herramienta TheSleuth Kit, al igual que la gran mayoría de los tool de forense contienen verificación mediante el hash MD5 Sum. (Casey., 2004). Básicamente, el algoritmo MD5 divide un mensaje en bloques e iterativamente procesa cada bloque mediante la realización de cálculos en un buffer de entrada y el bloque. La de salida de cada iteración es la memoria intermedia de entrada a la siguiente iteración. Los cálculos y la naturaleza del resultado algoritmo iterativo en un valor hash que es muy sensible a incluso un solo bit de modificación.

4.2. Análisis de sistemas de archivos

Los computadores necesitan un método para el almacenamiento a largo plazo y la recuperación de datos. Los sistemas de ficheros proveen un mecanismo para que usuarios almacenen datos en una jerarquía de archivos y directorios. Un sistema de ficheros consta de datos de su estructura y de los datos de usuario, que están organizados de tal manera que la computadora sepa dónde encontrarlos. En la mayoría de los casos, el sistema de ficheros es independiente de cualquier computadora específica. El análisis de sistema de archivo posee ciertas sub categorías que conducen a formar una idea clara de lo que cede:

Cuando se realizan resúmenes hash (Geoghegan & Landers, 2009)de imágenes hay que tener en cuenta que lo ideal es almacenar dichos valores hash de manera separada. Imaginen que se utilizan una imagen de formato embebido: si alguien accede a ella y modifica los datos puede perfectamente recalcular los valores hash e intercambiarlos con los verdaderos. Si los valores hash se almacenan aparte este tipo de modificaciones siguen siendo posibles, pero más difíciles de realizar, ver Fig. 8.

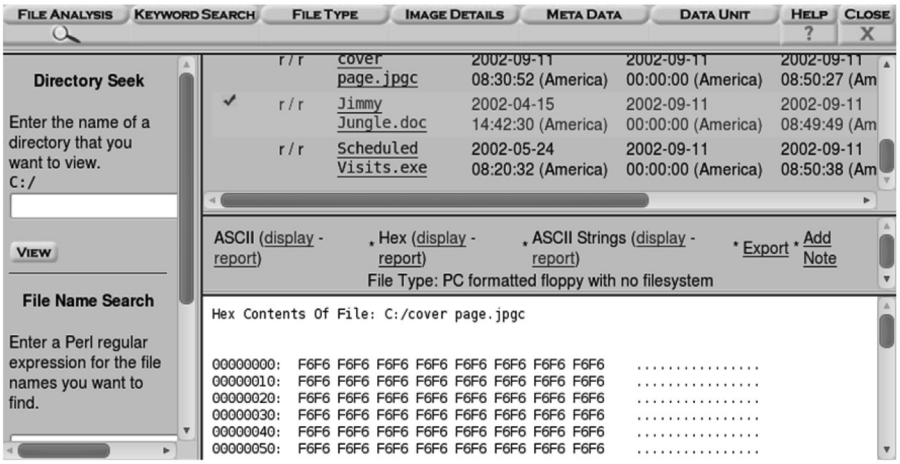


Figura 8 – Análisis de sistema de ficheros con TheSleuth Kit.

4.3. Análisis de la categoría de contenido

Esta técnica se usa cuando se conoce la dirección donde puede estar la evidencia, tal como una asignada a un fichero específico o una que tiene un especial significado. Por ejemplo, en muchos sistemas de ficheros FAT32, el sector 3 no es usado por el sistema de ficheros y está lleno de ceros. Es fácil esconder datos en este sector, y por tanto, visualizando el contenido del sector 3 se puede ver si ha sido modificado si no está lleno de ceros. La teoría que encierra este tipo de análisis es simple. El investigador introduce la dirección lógica del sistema de ficheros de una unidad de datos y una herramienta calcula la dirección del byte o sector de la unidad de datos. La herramienta busca la localización y lee los datos. Por ejemplo considere un sistema de ficheros donde la unidad de datos o empieza en el byte con offset 0, y cada unidad de datos tiene 2 kb

(2048 bytes). El offset de byte de cada unidad de la unidad de datos 10 está en el kb 20 (20480 bytes). (Garfink & Malan, 2010)

4.4Análisis de la categoría de meta-dados

En muchos casos, se analizan los metadatos porque se encuentra el nombre de un fichero que apunta a una estructura de metadatos específica y se quiere aprender más sobre el fichero. Por lo tanto, se necesita ubicar los metadatos y procesar su estructura de datos. Por ejemplo, si se busca a través de los contenidos de un directorio y se encuentra un fichero llamado "secretos.txt", se puede querer saber su contenido y cuando fue creado, ver Fig. 9.

Figura 9 – Análisis de metadatos con TheSleuth Kit.

La mayoría de las herramientas automáticamente realizan esta búsqueda cuando se listan los nombres de fichero en un directorio y permiten ordenar la salida basándose en metadatoss de metametadatos procedimientos exactos para esta técnica dependen del sistema de ficheros porque la meta-dato podría estar en varios lugares del sistema de ficheros. Después de buscar la meta-dato de un fichero, se puede ver los contenidos del fichero leyendo las unidades de datos asignadas al fichero. Se hará esto cuando se esté buscando evidencias en el contenido de un fichero.

4.4.Análisis de la categoría de nombre del fichero

En la categoría de Meta-datos que los ficheros borrados pueden recuperarse usando sus meta-datos. Ahora se usa el nombre del fichero borrado y sus correspondientes direcciones de meta-datos para recuperar el contenido del fichero usando recuperación basada en meta-datos. En otras palabras, la parte difícil se hace en la capa de meta-datos, y todo lo que se tiene que hacer en esta capa es identificar las entradas de meta-datos en las cuales enfocar nuestra atención, ver Fig. 10. (Sansurooah, 2006)

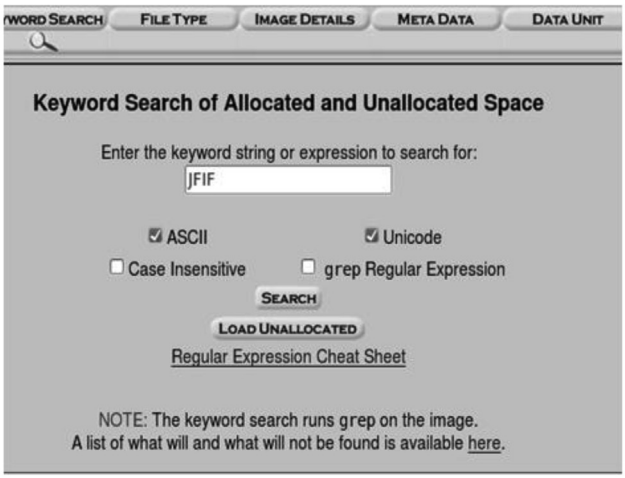


Figura 10 – Análisis de palabras clave con TheSleuth Kit.

El listado de nombres de ficheros trabaja bien si se sabe el fichero que se está buscando, pero ese no es siempre el caso. Si no se sabe el nombre completo del fichero, se puede buscar las partes que se conoce. Por ejemplo, se puede saber la extensión, o se puede saber el nombre del fichero, pero no la ruta completa. Una búsqueda mostrará una serie de ficheros que cumplen con un patrón de búsqueda.

4.5. Análisis de la categoría de aplicación

Este es un proceso donde una porción de datos es examinada para buscar firmas que correspondan al inicio o final de tipos de ficheros conocidos. El resultado de este proceso de análisis es una colección de ficheros que contienen una de las firmas. Esto se realiza normalmente en el espacio no asignado de un sistema de ficheros y permite al investigador recuperar que no tienen estructura de meta-datos apuntando a ellos. (van Baar & van Beek, 2014)

5. Conclusiones

Un aspecto sumamente importante que resulta de este análisis, lo constituye el hecho de que de cierto modo los procedimientos metodológicos son muy claros y existen muchos, no obstante, una guía del "qué hacer" no es desglosado de una manera significativa, razón por la cual se puede concluir que esta fue una de las premisas fundamentales a la hora de establecer este estudio, pues el investigador debe, en la mayoría de los casos adquirir sus conocimiento a partir de la experiencia y esto definitivamente es algo sumamente productivo, pero la intención era establecer un marco de inicio a quien desease completar una investigación forense.

Por otro lado, las diferentes herramientas disponibles tanto libres como propietarias ofrecen sus ventajas y desventajas, lo cual no implica que la presente metodología este

exclusivamente orientada a una herramienta en específico, pues cualquier herramienta es habida de ser usada con esta metodología.

5.1. Financiamiento

La Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña (UFPSO), mediante la División de Investigación y Extensión (DIE) vincula a docentes, administrativos y estudiantes para que participen en la ejecución y desarrollo de proyectos de investigación. Este articulo muestra resultados de una fase del proyecto inscrito, avalado y financiado en dicha dependencia llamado "Seguridad en redes", propuesto a través del Grupo de Investigación en Ingenierías Aplicadas (INGAP), y a su Semillero de Investigación GNU/Linux And Security (SIGLAS).

Referencias

Andrew, M. (2007, Abril). Defining a Process Model for Forensic Analysis of Digital Devices and Storage Media. Systematic Approaches to Digital Forensic Engineering, 2007. SADFE 2007. Second International Workshop on, 16,30.

Bonetti, G., & Viglione, M. (2013). A comprehensive black-box methodology for testing the forensic characteristics of solid-state drives. In Proceedings of the 29th Annual Computer Security Applications Conference (ACSAC '13). ACM, 269–278.

Carrier, B. (2005). File system forensic analysis. Addison Wesley.

Carter, K., & Idika, N. (2014, Septiembre). Probabilistic Threat Propagation for Network Security. Information Forensics and Security, IEEE Transactions on, 9(9), 1394,1405.

Casey., E. (2004). Digital Evidence and Computer Crime: Forensic ScienceComputers. Academic Press.

Chabot, Y., & Bertaux, A. (2014, Agosto). A complete formalized knowledge representation model for advanced digital forensics timeline analysis. Digital Investigation, 11(2), S95–S105.

Cordón, O., & Damas, S. (2011, Octubre). Forensic identification by computer-aided craniofacial superimposition: A survey. ACM Comput., 43(4), 27.

Costanzo, A., & Amerini, I. (2014, Septiembre). Forensic Analysis of SIFT Keypoint Removal and Injection. Information Forensics and Security, IEEE Transactions on, 9(9), 1450,1464.

Garfink, S., & Malan, D. (2010). Advanced Forensic Format: An Open, Extensible Format for Disk Imaging.

Geoghegan, S., & Landers, L. (2009). The evaluation of md5 hash tools as a digital forensics class experiment. Computer Science Department University of Arkansas at Little Rock.

Jaquith, A. (2007). Security Metrics. Addison Wesley.

KRUTZ, R., & VINES, R. (2007). The CEH Prep Guide: The Comprehensive Guide to Certified Ethical Hacking. Wiley Publishing.

Lang, A., & Masooda, B. (2014, Agosto). Developing a new digital forensics curriculum. Digital Investigation, 11(2), S76–S84.

Lobo, J., & Rico, D. (2012, Enero). Implementación de la seguridad del protocolo de internet versión 6. Revista gerencia tecnología informática, 11(29), 35–46.

Mcclure, S., & Scambray, J. (2010). HACKERS 6: Secretos y soluciones de seguridad en redes. Mexico D.F.: McGraw-Hill.

Olajide, F., & Savage, N. (2012, Junio). Digital forensic research — The analysis of user input on volatile memory of Windows application. Internet Security (WorldCIS), 2012 World Congress on, 231,238.

Quick, D., & Raymond Choo, K.-K. (2014, Octubre 1). Impacts of increasing volume of digital forensic data: A survey and future research challenges. Digital Investigation, 21.

Rekhis, S., & Boudriga, N. (2012, Abril). A System for Formal Digital Forensic Investigation Aware of Anti-Forensic Attacks. Information Forensics and Security, IEEE Transactions on, 7(2), 635,650.

Rico, D., & Medina, Y. (2008, Septiembre). IPSec de IPv6 en la universidad de Pamplona. Scientia et Technica, 320–326.

Rueda-Rueda, J. S., & Rico Bautista, D. (2016). Informática forense en dispositivos Android. Revista Ingenio, 9(1).

Rueda, R. J. S., & Rico, B. D. W. (2016). Defining of a practical model for digital forensic analysis on Android device using a methodology post-mortem. In Telematics and Information Systems (EATIS), 2016 8th Euro American Conference on (pp. 1–5). Cartagena de Indias, Colombia.

SANS Institute. (2017). SANS SIFT Kit/Workstation: Investigative Forensic Toolkit.

Sansurooah, K. (2006). Taxonomy of computer forensics methodologies and procedures for digital evidence seizur.

Santoku Linux. (2017). Santoku Linux.

Santos, L. M., & Rico, D. (2007, Septiembre). IPv6 en la universidad de Pamplona: Estado del arte. Scientia et Technica, 13(37), 415–421.

Sivaprasad, A., & Jangale, S. (2012, Marzo). A complete study on tools & techniques for digital forensic analysis. Computing, Electronics and Electrical Technologies (ICCEET), 2012 International Conference on, 881,886.

Stallings, W. (2011). Network security essentials applications and standards. Prentice Hall.

StatCounter. (2017). Android overtakes Windows for first time | StatCounter Global Stats.

The Sleuth Kit. (2017a). Autopsy.

The Sleuth Kit. (2017b). The Sleuth Kit (TSK).

Van Baar, R., & van Beek, H. (2014, Mayo). Digital Forensics as a Service: A game changer. Digital Investigation, 11(1), S54-S62.

Votipka, D., & Vidas, T. (2013, Diciembre). Passe-Partout: A General Collection Methodology for Android Devices. Information Forensics and Security, IEEE Transactions on, 8(12), 1937,1946.

Wysopal, C., & L. , N. (2006). The Art Software Security Testing. Addison Wesley.

Zhihong, T., & Wei, J. (2014, Mayo). A digital evidence fusion method in network forensics systems with Dempster-shafer theory. Communications, China, 11(5), 91,97.

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

Recebido/Submission: 24/10/2018
Aceitação/Acceptance: 14/12/2018

Modelo de propagação de sinais de rádio na selva equatorial: uma proposta para otimizar os sistemas de telecomunicações em regiões hostis II

Manolo Paredes-Calderón[1], Federico Rodas[1], Elena Giménez de Ory[2], Luis Manuel Diaz Angulo[3]

dmparedes@espe.edu.ec, fmrodas@espe.edu.ec

[1] Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, Av. El Progreso, 170105, Sangolqui, Ecuador, Departamento de Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones, Centro de Investigación de Aplicaciones Militares CICTE.

[2] Universidad Internacional de la Rioja (UNIR), Av. de la Paz, 137, 26006 Logroño, La Rioja, España

[3] Universidad de Granada (UGR), Av. del Hospicio, s/n C.P. 18010 Granada, España

Pages: 385–392

Resumo: O artigo expõe o resultado da pesquisa feita na amazonía equatoriana, mesma tem o objetivo de achar um modelo de propagação de sinais de rádio nesse ambiente hostil. O trabalho toma maior interesse porque aquela área selvática não tem sido caracterizada ainda e apresenta não conformidades nos serviços de telecomunicações. A caracterização procura um modelo matemático que através de um ajuste regressivo possa estimar com maior precisão a potência do sinal recebido. As medições na selva foram feitas a partir de sinais geradas por equipes de rádio com padrões militares, os quais garantem a qualidade do sinal. Simultaneamente, utilizando analisadores do espectro eletromagnético várias equipes de pessoas adentradas na selva medem a potência do sinal recebido. As probas foram feitas numa região como vegetação densa e no horário de verão, utilizou-se uma estação meteorológica para conferir dados. Os resultados obtidos mostram que nenhum modelo atual atinge com precisão a forma de computar as perdas de potência nesse ambiente.

Palavras-chave: Ajuste regressivo, Modelo de propagação; Radiomobile; Sinais de rádio frequência.

Radio signal propagation model in the equatorial jungle environment: a proposal to optimize telecommunication systems in hostile regions II

Abstract: The article exposes the results of the research carried out in the Ecuadorian Amazon, which has the objective of finding a model of propagation of radio signals in this hostile environment. The work takes more interest because that jungle area has not been characterized yet and presents nonconformities in the telecommunications services. The characterization looks for a mathematical model that through a regressive adjustment can estimate more accurately the power of the received signal. The measurements in the jungle were made from signals generated

by radio equipment with military standards, which guarantee the quality of the signal. Simultaneously, using electromagnetic spectrum analyzers, several teams of people in the jungle measure the power of the received signal. The probes were made in a region like dense vegetation and during the summer time, a meteorological station was used to check data. The results show that no current model accurately achieves the computation of power losses in this environment.

***Keywords**:* Regression, propagation model; Radiomobile; Radio Frequency Signals.

1. Introdução

O mistério da cobertura efetiva dos sistemas de telecomunicações utilizados nas instituições civis e militares de um Estado, e a qualidade dos serviços de comunicações tem uma longa data, nasceu com a humanidade, e sua solicita é exigente devido ao crescimento exponencial da população; portanto, os retos tecnológicos e a necessidade de levar estes sinais eletromagnéticas até os últimos cantos da terra é uma necessidade imperante tornando-se um reto para instituições públicas e privadas.

O discutido descobrimento das comunicações de rádio sem fio relatado parcialmente por (Falquiasecca, 2010), (Jeszenzky,2011) e (Balbi, 2011) é a gênese de um desejo veemente por dispor de uma capacidade abrangente de comunicações, indiferente da posição, lugar, hora e distância entre o emissor e o receptor de uma mensagem, mensagem que hoje já não é simplesmente um texto, é pode também ser uma imagem ou um vídeo, gerando além a necessidade de transmitir grandes volumes de dados.

O passo do tempo e a permanente atenção dos pesquisadores tem permitido idealizar que uma comunicação tem muitas variáveis de análise, muitas vezes não consideradas. A partir da definição de um sistema de comunicações proposta por (Haykin, 2001) é importante repara que qualquer comunicação precisa de um ***canal,*** canal que mesmo sendo conhecido, nem sempre recebe a atenção requerida, posto que ele é o médio pelo qual os sinais propagam-se desde o emissor até o receptor, e é precisamente ele, a causa principal de que uma comunicação possa ser robusta, audível e compreensível ou todo o contrário.

As instituições e as pessoas que precisam se comunicar ocupando posições geograficamente distantes, podem confundir a prioridades na hora de escolher o equipamento, as vezes, a marca ou prestigio da equipe são considerados essenciais, deixando por fora a caracterização do canal de comunicações, sendo que este é a quem garante a comunicação (Salous, 2013) e (Xuefeng,2016).

Vários estudos têm sido validados pela *Internacional Telecommunication Union*-ITU, chamados como modelos de propagação; sendo que existem modelos para diferentes faixas de frequências e médios, seja urbano, rural ou uma mistura entre eles.

Então, sabendo com certeza o comportamento do médio de propagação do sinal e a frequência, pode-se apenas agora continuar na escolha da potência, antena e equipe de transmissão da informação, esta ordem de planejar um sistema de telecomunicações as vezes é esquecida.

No entanto, nossa pesquisa visa determinar as causas que provocam uma comunicação deficiente na selva equatoriana numa faixa especifica de frequência. Para isso, começamos por caracterizar o canal de comunicação (neste caso a selva), baseados em simulações feitas em *radiomobile* e em medições de campo utilizando equipes de comunicação robustos, típicos para forças militares.

O artigo apresenta na Seção 2 uma leve explicação dos modelos de propagação existentes, depois na Secção 3 se apresenta uma primeira aproximação a um modelo de propagação útil para caracterizar o médio selvático, inclui também o protocolo utilizada para as medições do campo. Finalmente, a Secção 4 expõe as conclusões do trabalho.

2. Modelo de Propagação do Sinais de Rádio

O modelo de propagação permite computar as perdas ou a enfraquecimento da potência do sinal num médio determinado. A determinação dos modelos de propagação foi um fato importante para a humanidade, dado que graças a eles pode-se otimizar os recursos empregados na hora de instalar um sistema de telecomunicações, diminuindo a incerteza e acrescentando as possibilidades de uma transmissão efetiva de informação entre locais geograficamente separados.

A tabela 1 resume algumas características e considerações que têm-se que considerar na hora de escolher um modelo de propagação no planejamento de redes de telecomunicações, além, é importante ressaltar que os modelos expostos, não são os únicos existentes, más, são os mais utilizados.

Modelo	Frequência [MHz]	Distância [Km]	Equação de Calculo
Longley Rice	20 – 40000	1 a 2.000	$L_{fs} = 32.45 + 20 \log(f) + 20 \log(d) + A_{cr}$
Okumura	150 – 1500	1 a 100	$L_{fs}=69.82 - 6.16 \log s(f)+13.82\log(h_1) + a(h_2) - [44.9-6.55 \log(h_1)] [\log(d)]^b$
Hata Model	150 - 1500	1 a 20	
COST231	1.500 - 2.000	1 a 20	$L_{fs}=46.3+33.9\log(f)+13.82\log(h_1) - a(h_2) + [44.9-6.55 \log(h_1)]\log(d)+C_M$

Tabela 1 – Resumo de vários modelos de propagação de sinais de rádio (Salous, 2013), (ITU-R P.1546, 2013), (Longley, A. & Rice, P., 1978), (Pinto et.al., 2016).

Para computar os valores das perdidas de potência que sofre o sinal no espaço têm-se algumas aproximações (1), (2), (ITU-R P.525-3, 2016); as quais, mesmo sem ser uma garantia de que a comunicação vai ter sucesso, oferecem uma ideia da potência do sinal recebido.

$$L_{fS} = 32.4 + 20 \log(f) + 20 \log(d) \quad [\text{dB}] \tag{1}$$

Além, pode expressar a equação anterior da forma escrita em (2):

$$L_{fS} = 20 \log(4\pi d/\lambda) \qquad [dB] \qquad (2)$$

Para a tabela 1 e para as equações (1) e (2) considere o seguinte:
A_{CR} *atenuação relativa no espaço livre,*
C_M é *a cero(dB) em cidades medianas e suburbanas, e 3 dB para metrópoles*
f é a frequência em MHz,
d é a distância em km,
h_1 é altura da antena da estação base, considere a faixa de 30 a 200m,
h_2 é altura da antena do aparelho móvel, considere na faixa de 1 até 10 m,
$a(h_2) = (1.1 \log(f) - 0.7)\, h_2 - (1.56 \log(f) - 0.8)$,
$b =$ 1 para d £ 20 km,
$b = 1 + (0.14 + 0.000187 f + 0.00107\, h'_1)(\log[0.05\, d])^{0.8}$ para $d > 20$ km,

$$h'_1 = h_1 / \sqrt{1 + 0.000007\, h_1^2}\ ,$$

λ é o comprimento de onda,
d e λ têm que se expressar em unidades semelhantes.

3. Determinação do modelo de propagação de sinais radioelétricas para ambiente selvático

3.1. Protocolo de medições

Vários são os caminhos que podem se estabelecer para aproximar um modelo matemático, porém, nossa proposta inclui uma amostragem não probabilística, onde as populações de análise são assumidas pela experiência dos pesquisadores. Depois, daquela escolha é necessário estabelecer um protocolo de planejamento a simulação dos enlaces ou comunicações a estabelecer na selva, e também é preciso planejar a metodologia para capturar as medições; nossa proposta é a seguinte:

- Estabelecer um lugar geográfico. - Neste caso foi escolhida a fronteira norte do Equador, ambiente típico de operações militares na selva;
- Escolher um ponto de transmissão dos sinais de rádio. - para este caso o ponto está locado em uma zona aberta, más, dentro da selva;
- Escolher uma faixa de frequências de transmissão. – o teste foi feito em 20, 25, 40 MHz;
- Escolher vários pontos de recepção do sinal. - neste caso escolheram mais de 100 pontos de recepção e em cada ponto se fizeram três medições em cada frequência, que dizer na mesma frequência se transmite em baixa, meia e alta potência;
- Simular as comunicações usando *radiomobile*, com todas as considerações detalhadas anteriormente;
- Implementar a rede de comunicação com rádios de performance confiável, neste caso foram utilizadas rádios que pertencem as Forças Armadas do Equador;
- Usando um rádio e um analisador do espectro, medir a potência do sinal

recebido e as condições de escuta do sinal, isto deve ser feito em cada ponto planejado para a recepção;

- Análise dos dados coletados.

Além do protocolo, algumas considerações são fundamentais para levar na frente a pesquisa na busca de um modelo de propagação ajustado à realidade do ambiente tipo selva. Por exemplo, a situação climática, dado que as condições podem mudar o comportamento dos sinais de rádio, sim embargo, devido a que nesta primeira aproximação do modelo de propagação são utilizadas frequências de 20-40 MHz, que dizer na faixa HF, portanto, consideramos despreciáveis as condições climáticas. Deve-se considerar também as condições de propagação do sinal para cada faixa de frequência, neste caso, a faixa HF pode transmitir de forma direita o troposférica e também por reflexão na ionosfera.

Do mesmo jeito, a simulação deve ser feita em base as condições reais da comunicação planejada, quer dizer, com um modelo de propagação ajustado a realidade, com tipos de antenas existentes e baseado na performance dos rádios utilizados como transmissor e receptor.

3.2. Determinação do Modelo

Uma das alternativas para determinar o modelo é um ajuste de mínimos quadrados, para isso, simbolizamos *L=y(x)*, como um vetor de dados continuo. Na análise y_i teria que ser semelhante a $y^\wedge$, tal que $y^\wedge=a+bx$ (3). Onde, y_i é a potência simulada ou esperada e $y^\wedge$ é a potência medida no campo.

Note que os pontos y_i estão associados aos elementos de x_i, por tanto, os dados têm forma de função lineal e o ajuste procura diminuir a distância entre y_i *e* $y^\wedge$ assim $(y^\wedge - y_i)^{\wedge 2}$.

Supondo *n* observações e *k* variáveis, y_i *pode incluir valores para* βx_j, *onde j=1,2,....,k e* β uma constante. Pode-se de forma geral expressar (4) e (5) como segue:

$$y_i = \beta_o + \sum (\beta_j x_{ij} + \varphi_i) \tag{4}$$

$$\sum \varphi_i^2 = \sum (y_i - \beta_o - \sum \beta_j x_{ij})^2 \tag{5}$$

A regressão múltipla é útil para ajuste de curvas e retas, podendo também ter valores fictícios e variáveis qualitativas. Por enquanto, nossa pesquisa procura minimizar a forma:

$$\min \left\{ \sum_{i=1}^{n} \left(y_i - \beta_0 - \sum_{j=1}^{k} \beta_j x_{ij} \right)^2 \right\}$$

O erro padrão da estimação pode-se calcular a partir de (6):

$$s_e = \sqrt{\frac{\sum (y - y^\wedge)^2}{n-k-1}} \tag{6}$$

O coeficiente de determinação múltipla é a porção da variável total e sua formula expressada em (7) é semelhante para regressão do tipo lineal simples:

$$r^2 = 1 - \frac{\sum\left(y - y\wedge\right)^2}{\sum\left(y - \bar{y}\right)^2} \tag{7}$$

Logo, considere-se válido computar a potência recebida P_{RX} como em (8), onde *A* é a ganancia.

$$P_{RX} = AP_{TX} \tag{8}$$

Computando ambos lados da equação (8) como o logaritmo decimal e sendo que *L* representa as perdas do modelo, escrevemos (9) assim:

$$L = \log\left(P_{RX}\right) - \log\left(P_{TX}\right) \tag{9}$$

Nós consideramos modelar as perdas por uma família de funções expressada como sendo *L(f,d,h) =Alog(f)+B log (d)+ C*h + D*, modelo que permite escrever também o seguinte: *L(f,d,h) =A*F+B*Di+C*h+D*. Note claramente que é uma função puramente lineal, pelo que o modelo de ajuste pode ser obtido aplicando uma regressão lineal múltipla.

No final do ajuste, nós achamos que para os primeiros dados obtidos nas medições feitas na amazonía equatoriana a função de ajuste que expressa uma aproximação para o modelo de propagação como em (10), onde a distância deve-se escrever em quilômetros, a frequência em *MHz* e a potência em *dB*.

$$\log\left(P_{RX}\right) = 8.762 - 4.218\log\left(d\right) - 2.955\log\left(f\right) + \log\left(P_{TX}\right) \tag{10}$$

4. Conclusões

O trabalho procura uma primeira aproximação do modelo matemático para computar as perdas da potência do sinal transmitido num médio selvático, repare que o modelo tem um foco para transmissão troposférica, dado que a comunicação na faixa HF propaga-se de forma troposférica e ionosférica.

Os resultados obtidos constituem uma base forte para determinar o verdadeiro modelo de propagação dos sinais de rádio no médio selvático, além, são uma importante contribuição científica para as futuras gerações e pesquisas.

O erro de estimação determinado usando o modelo achado em nossa pesquisa foi de 0,34% e melhora substancialmente o erro de 12,93% achado na investigação feita por (Cevallos, S. et. al.,2017) utilizando o modelo de *LongleyRice*.

Dispor de um modelo de propagação ajustado à realidade das condições de transmissão e ao médio onde se propagam os sinais é um fato fundamental para planejar e executar operações militares com maior segurança e um adequado comando e controle. Além, permite otimizar os recursos utilizados para implantar uma rede de comunicações em médios não caracterizados.

Note que as medições da potência recebida foram feitas no verão, por tanto, no futuro próximo deve-se coletar medições no inverno e aplicar o mesmo protocolo feito nesta pesquisa, logo, pode-se achar um modelo mais geral, que posa ser utilizado em qualquer estação do ano. Uma vez que o modelo matemático seja conferido com mais testes, tem que ser sometido a revisão por parte da União Internacional de telecomunicações.

Agradecimentos

Os autores desejam dar as graças à empresa ESPE INNOVATIVA E.P. por contribuir economicamente com a presente investigação.

Referências

Falciasecca, G. (2010). ***"Marconi's Early Experiments in Wireless Telegraphy, 1895,"*** in *IEEE Antennas and Propagation Magazine*, vol. 52, no. 6, pp. 220-221, Dec. 2010. DOI: 10.1109/MAP.2010.5723274.

Cevallos, S. & Paredes, M. & Rodas, F. & Reyes, R. (2017). ***Statistical Study to determine the samples size to define a propagation model adjusted to the Equatorial Jungle environment: A proposal to optimize the telecommunications resource.*** Developments and Advances in Defense and Security: Proceedings da 2018 Multidisciplinary International Conference of Research Applied to Defense and Security (MICRADS'18), abril 2018.

Balbi, G. (2012). ***"Marconi's diktats. How Italian international wireless policy was shaped by a private company, 1903–1911,"*** *Third IEEE Histoory of Electro-technology Conference (HISTELCON)*, Pavia, 2012, pp. 1-6. DOI: 10.1109/HISTELCON.2012.6487559.

Haykin, S. (2001). ***Communication Systems***, WILEY, 4ª Ed., New York, 2001, pp 1-8, ISBN 0-471-178-69-1.

Jeszenszky, S. (2011). ***"From Electric Oscillations to Marconi's Wireless Telegraph,"*** in *IEEE Antennas and Propagation Magazine*, vol. 53, no. 2, pp. 221-228, April 2011. DOI: 10.1109/MAP.2011.5949373.

ITU-R P.525 (2016). União Internacional de Telecomunicações, Recomendação, UIT P.525-3, ***Cálculo da atenuação no espaço livre***, Série P: Propagação de Ondas Radioelétricas, Nov. 2016.

ITU-R P.1546 (2013). União Internacional de Telecomunicações, Recomendação, UIT P.1546-5, ***Método para computar predições ponto-área de serviços de telecomunicações terrestres na faixa de frequências de 30 a 300 MHz***, Série P: Propagação de Ondas Radioelétricas, Nov. 2016.

Longley, A. G., Rice, P.L. 1968. ***Prediction of Tropospheric Radio Transmission Loss over Irregular Terrain***. ***A Computer Method. s.l.: Environmental Science Services Administration***, ESSA Technical Report ERL79-ITS67, Tropospheric Communication Laboratory, Institute for Telecommunication Science, Boulder-Colorado, 1968.

Pinto, A. Torres, J. García A., Pérez, N., Uzcátegui, J. (2016) ***Modelo para Estimação de perdidas de propagação em Sistemas de Televisão Digital Aberta***, RIELAC, Vol. XXXVII 2/2016 pp. 67-81, Mai. 2016, ISSN: 1815-5928 67.

Salous, S. (2013). ***Radio Propagation, Measurement and channel Modelling***, WILEY, 3ª Ed., pp 1-8, West Sussex, ISBN 978-0-470-75184-8.

Xuefeng, Y. and Xiang Ch. (2016). ***Propagation Channel Characterization, Parameter Estimation and Modelling For Wireless Communications***, IEEE PRESS, WILEY, Fusionopolis, pp 1-7, ISBN 978-1-118-18823-1.

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

Recebido/Submission: 25/11/2018
Aceitação/Acceptance: 28/12/2018

Classificação de Fluxos de Dados para Identificação de Anomalias em *Honeypots* com a Teoria dos *Rough Sets*

Rosana Cordovil da Silva[1], João Rafael Gonçalves Evangelista[2], Renato José Sassi[3], Anderson Silva Lima[4], Rui Presley Duarte Barbosa[5], Dacyr Dante de Oliveira Gatto[6]

rosanacordovil@uni9.pro.br[1], jrafa1607@gmail.com[2], **sassi@uni9.pro.br[3]**, anderson93.lima@gmail.com[4], **fireelder5@gmail.com[5]**, dacyr.gatto@uni9.pro.br[6]

[1,2,3,4,5,6] Universidade Nove de Julho – UNINOVE

Pages: 393–408

Resumo: Alterações em fluxos de dados, como ataques ou fluxo alto, podem ser consideradas anomalias. O uso de *honeypots*, ambientes independentes da rede de computadores utilizados para atrair agentes maliciosos, é adotado, nesses casos, como medida preventiva. A Teoria dos *Rough Sets* (RS) pode classificar fluxos de dados em *honeypots*. Diante disso, o objetivo deste trabalho foi classificar fluxos de dados para identificação de anomalias em *honeypots* com RS. A base de dados utilizada contém os fluxos de dados de julho a outubro de 2018 e foi extraída do site do Cert.br. A metodologia experimental foi: RS aplicado na base de dados para redução de atributos e geração de regras de classificação. Geraram-se 2.044 regras com Fator de Credibilidade igual a 1, consolidadas em 42 regras referentes ao atributo Serviço. Com a classificação, pode-se identificar anomalias no fluxo de dados, apoiando a tomada de decisão do administrador da rede de *honeypots*.

Palavras-chave: *Honeypots; Rough Sets;* segurança da informação; identificação de anomalias.

Classification of Data Flows for Identification of Anomalies in Honeypots with Rough Sets Theory

Abstract: Changes in data streams, such as attacks or a high flow, are considered anomalies. The use of honeypots, that are independent environments of the computer network used to attract malicious agents, is adopted, in these cases, as a preventive measure. The Rough Sets (RS) theory can classify data flows into honeypots. Therefore, the objective of this study was to classify data flows for the identification of anomalies in honeypots with RS. The database used contains data flows from July to October 2018, and was extracted from the Cert.br website. The experimental methodology was: RS applied in the database for reduction of attributes and generation of classification rules. That generated 2.044 rules with Credibility Factor equal to 1, consolidated in 42 rules related to the Service attribute. With the classification, it's possible to identify anomalies in the data flow supporting the decision making of the honeypot network administrator.

***Keywords*:** Honeypots; Theory of Rough Sets; information security; identification of anomalies.

1. Introdução

Organizações públicas e privadas vêm sendo frequentemente alvos de ataques cibernéticos, como fraude eletrônica, roubo de identidade, dentre outros, o que afeta diretamente seus ativos de informação. Esses ataques prejudicam a imagem da organização, resultando em prejuízos. Deste modo, manter a organização segura é essencial para o sucesso, a longo prazo, de qualquer negócio (Ron, Bonilla, Fuertes, Días, & Toulkeridis, 2018; Khan, Alam, Akhunzada, Hur, Asif, & Khan, no prelo).

A segurança da informação é indispensável para proteger as informações de uma determinada organização, que podem ser sensíveis e conter segredos comerciais, registros financeiros, bem como informações cadastrais dos colaboradores da empresa (Khan *et al.*, no prelo; Yao, 2015).

De acordo com Khan *et al.* (no prelo), os crimes cibernéticos vêm crescendo em um ritmo alarmante em consequência do avanço tecnológico. Os ataques têm se tornado cada vez mais dinâmicos, uma vez que são utilizados diversos recursos para comprometer redes e sistemas de informação, dificultando, assim, a análise e o rastreio dos fluxos de dados provenientes desses ataques.

A correta seleção de ferramentas para proteção da informação, detecção de ataques e correção de vulnerabilidades é um fator importante, pois, apesar da grande variedade de ferramentas de segurança da informação disponível, é necessário selecioná-las corretamente, conforme o objetivo da organização.

Dentre as providências que podem ser tomadas para garantir a segurança dos dados, destacam-se os *honeypots*, ferramentas de segurança da informação cujo objetivo é atrair ataques para um ambiente controlado e monitorado, e, assim, entender o comportamento malicioso. Portanto, pode-se considerar todas as ações, dentro dos *honeypots*, como maliciosas (Mehta, Bahadur, Kapoor, Singh, & Rajpoot, 2015).

De acordo com Baykara e Das (2018), a vantagem da utilização de *honeypots* é conseguir testar a segurança da informação em uma determinada organização e se prevenir de possíveis ataques. Além disso, os *honeypots* são posicionados estrategicamente na infraestrutura da organização para atrair a atenção, servindo como uma espécie de armadilha.

Os *honeypots* fornecem serviços que permitem supervisionar tudo o que ocorre no fluxo de rede. Monitorar a rede e seu fluxo de dados possibilita que os especialistas em segurança analisem e identifiquem os pontos fracos existentes no sistema. Apesar disso, caracterizar e classificar anomalias em fluxos de dados é uma tarefa complexa, cara e demorada. Desenvolver processos de classificação e caracterização autônomas é crucial para facilitar a implantação de regras em sistemas de segurança da informação (Mehta, *et al.*, 2015; Owezarski, 2014).

Uma maneira de classificar anomalias em fluxos de dados de forma autônoma é utilizar algoritmos de aprendizagem de máquina. Esses algoritmos podem aprender o que seria um comportamento padrão e subsequentemente e o comportamento de uma anomalia (Owezarski, 2014; Zhang, Gardner, & Vukotic, no prelo).

Uma técnica da inteligência artificial que pode ser utilizada para geração de regras de classificação é a teoria dos *Rough Sets* (RS). Tal teoria foi proposta por Pawlak em 1982 como um modelo matemático para tratar incertezas, podendo ser utilizado em algoritmos de aprendizagem de máquina para classificação (Sassi, 2012). Diante disso, este estudo teve como objetivo classificar os fluxos de dados para identificar anomalias em *honeypots* com a teoria dos *Rough Sets*.

O trabalho está organizado da seguinte forma: na seção 1, apresenta-se a introdução, evidenciando o contexto que motivou a escolha do tema; na seção 2, exibe-se a fundamentação teórica com os conceitos que sustentam este estudo; na seção 3, descreve-se a metodologia de pesquisa utilizada; na seção 4, são apresentados a execução do experimento e os resultados obtidos; e, por fim, na seção 5, as conclusões alcançadas com a realização deste estudo são evidenciadas.

2. Fundamentação Teórica

2.1. Segurança da Informação

A ABNT (2013) define segurança da informação como sendo "uma área do conhecimento dedicada à proteção de ativos da informação contra acessos não autorizados, alterações indevidas ou sua indisponibilidade". A segurança da informação pode ser comprometida se algum destes aspectos for comprometido: Confidencialidade, Integridade, Disponibilidade, Autenticidade e Legalidade, representados pela sigla CIDAL. Os três primeiros são considerados os pilares básicos da segurança da informação, conhecidos pela sigla CID. Os dois últimos são considerados aspectos complementares, porém, relevantes aos três primeiros.

Tais pilares, juntamente com mecanismos de proteção, têm como objetivo prover suporte à restauração de sistemas de informação, adicionando-lhes capacidades de detecção, reação e proteção. Assim, o uso desses pilares pode ser determinado pela suscetibilidade das informações ou de seus sistemas pelo nível de ameaças ou por quaisquer outras decisões de gestão de riscos.

Os pilares são essenciais no mundo atual, onde se tem ambientes de natureza pública e privada conectados a nível global. Dessa forma, torna-se necessário dispor de uma estratégia, levando em conta os critérios acima mencionados, a fim de compor uma arquitetura de segurança que venha unificar os propósitos dos três primeiros pilares. Por essa razão, as organizações estão incluindo em suas metas: o forte uso de criptografia, o incentivo à educação em questões de segurança, a disponibilidade de tecnologia da informação com suporte à segurança, a infraestrutura de gestão de segurança, a disponibilidade de mecanismos de monitoramento de ataques e capacidade de alerta e ações coordenadas.

Para a efetivação de golpes ou ataques, códigos maliciosos podem ser usados como ferramenta para esse fim. Tais códigos são programas especificamente desenvolvidos para executar ações danosas e atividades maliciosas em um computador (AMBIMA, 2016; CERT.BR, 2017). Para Ron *et al.* (2018), uma vez instalados, esses códigos passam a ter acesso aos dados armazenados no computador e podem executar ações em nome dos usuários, conforme as permissões de cada um.

As ameaças e os ataques cibernéticos podem variar conforme a natureza, a vulnerabilidade e os ativos de informação de cada organização. As consequências, para as empresas, podem ser significativas em termos de risco de imagem, danos financeiros ou perda de vantagem concorrencial, além de possíveis riscos de *compliance*. Os possíveis impactos dependem também da rápida detecção e resposta após a identificação do ataque. Ademais, tanto organizações de grande porte como de pequeno porte podem ser impactadas (AMBIMA, 2016).

Há ferramentas que podem auxiliar as organizações a tomarem medidas proativas em relação à segurança da informação. A saber: *firewalls, proxys,* sistemas de detecção/prevenção de intrusão (IDS/IPS) *e honeypots*. Os dois últimos se destacam por se tratarem de um ambiente controlado e por serem utilizados como uma armadilha para atrair fluxos de dados anômalos, estudados de acordo com a necessidade e o objetivo pretendidos. Programas maliciosos também utilizam protocolos TCP/IP (*Transmission Control Protocol/ Internet Protocol*) e UDP (*User Datagram Protocol*) para se comunicar e transportar mensagens entre a aplicação Cliente e Servidor, e exploram vulnerabilidades em serviços, relacionando nomes, portas e protocolos utilizados.

2.2. Honeypots

Honeypots não possuem o objetivo imediato de barrar um ataque à rede de computadores, pelo contrário, procuram se tornar alvos dele, sendo assim, são utilizados para atrair a atenção de ameaças internas ou externas que buscam prejudicar a segurança da rede, servindo como uma armadilha para potenciais intrusos (Baykara & Das, 2018).

Esse recurso computacional se diferencia, do sistema de detecção e prevenção de intrusão (IDPS) e do firewall, pois permite que o invasor interaja com uma versão diferente do sistema real (Sohal, Sandhu, Sood, & Chang, 2018), e obtenha uma série de informações relacionadas ao comportamento do invasor.

Segundo Baykara e Das (2018), a implantação de *honeypots* tem como finalidade: obter informações relacionadas às ameaças e vulnerabilidades incomuns, detectar atividades maliciosas na rede, e atrair os agentes maliciosos para um ambiente controlado ou descobrir novos métodos de ataques.

Os *honeypots* são categorizados pelo nível de interação que oferecem às ameaças e pela forma como respondem às ações dos invasores. Sendo assim, podem ser divididos em *honeypots* de baixa, média e de alta interatividade (CERT.BR, 2018):

- Baixa interatividade: emulam sistemas operacionais e serviços, interagindo com as solicitações do agente mal-intencionado a partir do envio de respostas falsas;

- Média interatividade: emulam coleções de software para apresentar uma frente mais convincente para o atacante, mas protegendo o sistema operacional do host;
- Alta interatividade: permitem maior interação de um atacante com sistemas operacionais, aplicações e serviços reais; é necessário mais comprometimento da equipe de segurança para com a proteção e o monitoramento constante da máquina usada como *honeypots*.
- É na classificação e identificação de fluxos de dados que reside o objetivo e valor de um *honeypot*. Trata-se de um procedimento difícil e demorado, pois a quantidade de dados obtida é alta, sendo necessária uma filtragem de quais informações são consideradas úteis, o que exige conhecimento para distinguir sua utilidade. Uma técnica da Inteligência Artificial (IA), denominada Teoria dos *Rough Sets*, pode auxiliar na classificação desses fluxos de dados, para uma posterior identificação.

2.3. Teoria dos *Rough Sets*

A teoria dos *Rough Sets* foi apresentada por Pawlak no início dos anos 1980 como uma abordagem matemática para a análise de dados vagos e imprecisos. Essa teoria tem como ponto de partida a constatação de que objetos podem ser indiscerníveis (no sentido de similares ou indistinguíveis) devido à limitada informação disponível sobre eles. A fundamentação matemática dessa teoria permite a descoberta de padrões escondidos na base de dados (Zhang, Miao, & Liu, 2016; Mehta, *et al.*, 2015.

Na área de segurança da informação, o RS foi aplicado na identificação e análise de *malware* (Nauman, Azam & Yao, 2016), na detecção de intrusão em banco de dados (Zhang & Chen, 2012), na identificação de assinatura on-line (Al-Mayyan, Own, & Zedan, 2011), no domínio de filtragem de spam (Pérez-Díaz, Ordás, Reboredo, & Galvez, 2012), na detecção de intrusão em tempo real mediante combinação com o algoritmo Q-learning (Sengupta, Sen, Sil, & Saha, 2013), na detecção de phishing em um sistema de e-banking iraniano (Montazer & Arabyarmohammadi, 2015), e na detecção de worms polimórficos (Sun & Chen, 2009).

A forma mais comum para representação dos dados em RS é por meio de um sistema de informação (S) que contém um conjunto de elementos, sendo que cada elemento tem uma quantidade de atributos condicionais. Esses atributos são os mesmos para cada um dos elementos, mas os seus valores nominais podem diferir.

Assim, um sistema de informação é um par ordenado S = (U, C), onde U é um conjunto finito e não-vazio de elementos chamado universo, e C é um conjunto finito e não-vazio formado pelos atributos. Cada atributo $\mathbf{a} \in C$ é uma função $\mathbf{a}: U \rightarrow V\mathbf{a}$, onde V**a** é o conjunto dos valores permitidos para o atributo **a** (sua faixa de valores).

Na Tabela 1, onde se demonstra o sistema de informação (S), pode-se observar os principais conceitos de RS, o espaço aproximado A = (U,R), o universo U formado pelos elementos e1; e2; e3; e4; e5, e6 e atributos (C) Experiência do Vendedor, Qualidade do Produto e Boa Localização, e o R, relação de equivalência sobre U.

Loja	Experiência do Vendedor	Qualidade do Produto	Boa Localização
e1	Alta	Boa	Não
e2	Média	Boa	Não
e3	Média	Boa	Não
e4	Baixa	Média	Não
e5	Média	Média	Sim
e6	Alta	Média	Sim

Tabela 1 – Exemplo de um Sistema de Informação (S)

O principal conceito envolvido em RS é a relação de indiscernibilidade, que normalmente está associada a um conjunto de atributos. Se tal relação existe entre dois elementos, isso significa que todos os valores nominais dos seus atributos são idênticos com respeito aos atributos considerados; portanto, não podem ser discernidos (distinguidos) entre si (Pawlak, 1982).

2.3.1. Redução de Atributos

A noção de redução se define como o mínimo subconjunto de atributos suficientes para manter o mesmo poder de classificação que o conjunto inicial de atributos. Isto **é**, uma redução é o subconjunto mínimo de atributos preditivos que permite tomar as mesmas decisões do conjunto completo (Yao, 2015; Mehta *et al.*, 2015).

A redução de atributos em RS é feita mediante os chamados Redutos (RED), que são subconjuntos de atributos capazes de representar o conhecimento da base de dados com todos os seus atributos iniciais (Pawlak, 1982).

Um Reduto de B sobre um sistema de informação S é um conjunto de atributos $B' \subseteq B$, tal que todos os atributos $\mathbf{a} \in (B - B')$ são dispensáveis. Com isso, $U/INDs(B') = U/INDs(B)$. O termo RED(B) é utilizado para denotar a família de redutos de B.

Para a redução de atributos, o seguinte procedimento é adotado: comparam-se os conjuntos elementares de cada atributo individualmente, em seguida, dois a dois, três a três, e assim sucessivamente com os conjuntos elementares formados com todos os atributos {e1}; {e2, e3}; {e4}; {e5}; {e6}. Nessa comparação, quando um atributo apresentar os seus conjuntos elementares iguais aos conjuntos elementares formados com todos os atributos, tal atributo pode ser reduzido. O cálculo de reduções para gerar os redutos é um problema *n-p* completo, e seu processamento em grandes bases de dados exige grande esforço computacional.

Comparando cada atributo individualmente (os conjuntos elementares são formados pelo valor nominal do atributo de decisão), têm-se: Experiência do Vendedor – Lucro {e1, e3, e6} e Prejuízo {e2, e4, e5}; Qualidade do Produto – Lucro {e1, e3, e6} e Prejuízo {e2, e4, e5}; Boa Localização – Lucro {e1, e3, e6} e Prejuízo {e2, e4, e5}. Nenhum atributo teve conjuntos elementares iguais aos conjuntos elementares formados com todos os atributos, portanto, nesse momento, não houve redução.

Comparando os atributos: Experiência do Vendedor e Qualidade do Produto = Alta e Boa {e1}; Média e Boa {e2, e3}; Baixa e Média {e4}; Média e Média {e5}; Alta e Média {e6}. O resultado foi: {e1}; {e2, e3}; {e4}; {e5}; {e6}. Os conjuntos elementares obtidos são iguais aos conjuntos elementares alcançados com todos os atributos, portanto, é possível reduzir um atributo.

Comparando os atributos: Experiência do Vendedor e Boa Localização = Alta e Não {e1}; Média e Não {e2, e3}; Baixa e Não {e4}; Média e Sim {e5}; Alta e Sim {e6}. O resultado dos conjuntos elementares foi: {e1}; {e2, e3}; {e4}; {e5}; {e6}. Os conjuntos elementares obtidos são iguais aos conjuntos elementares alcançados com todos os atributos, portanto, existe mais de uma redução de atributo.

Comparando os atributos: Qualidade Produzida e Boa Localização = Boa e Não {e1, e2, e3}; Média e Não {e4}; Média e Sim {e5, e6}. O resultado dos conjuntos elementares foi: {e1, e2, e3}; {e4}; {e5, e6}, mostrando-se diferente dos conjuntos elementares obtidos com todos os atributos e, portanto, não sendo possível nenhuma redução. Assim, chega-se à conclusão de que há dois redutos RED(B): {Experiência do Vendedor, Qualidade do Produto} e {Experiência do Vendedor, Boa Localização}, ou seja, utilizando qualquer um dos dois redutos, consegue-se representar a base de dados com todos os seus atributos originais. Pode-se visualizar na Tabela 2, o sistema de informação S sem a presença do atributo reduzido Boa Localização.

Loja	Experiência do Vendedor	Qualidade do Produto
e1	Alta	Boa
e2	Média	Boa
e3	Média	Boa
e4	Baixa	Média
e5	Média	Média
e6	Alta	Média

Tabela 2 – Sistema de Informação (S) sem o atributo Boa Localização

2.3.1. Matriz de Discernibilidade

Na seção anterior, foi mostrado como se realiza o procedimento de redução de atributos. Essa redução é feita pela função de discernibilidade, a partir da Matriz de Discernibilidade. Considerando o conjunto de atributos B = {Experiência do Vendedor, Qualidade do Produto e Boa Localização} para o sistema de informação S, o conjunto de todas as classes de equivalência determinadas por B sobre S é dado por U/INDs(B) = {{e1}; {e2, e3}; {e4}; {e5}; {e6}}.

A Matriz de Discernibilidade do sistema de informação S, denotada por MD(B), é uma matriz simétrica n x n com: $mD(i, j) = \{\mathbf{a} \in B \mid \mathbf{a}(Ei) \neq \mathbf{a}(Ej)\}$ para i,j = 1, 2, ...,n.. sendo $1 \leq i, j \leq n$ e $n = |U / INDs(B)$. Logo, os elementos da matriz mD(i, j) é o conjunto de atributos condicionais de B que diferenciam os elementos das classes com relação aos seus valores nominais.

Considerando Experiência do Vendedor (EV), Qualidade do Produto (QP) e Boa Localização (BL), com a finalidade de construir a Matriz de Discernibilidade MD(B), tem-se, na Tabela 3, a sua representação:

	e1	e2	e3	e4	e5	e6
e1	∅					
e2	EV	∅				
e3	EV	∅	∅			
e4	EV, QP	EV, QP	EV, QP	∅		
e5	EV, QP, BL	QP, BL	QP, BL	EV, BL	∅	
e6	QP, BL	EV, QP, BL	EV, QP, BL	EV, BL	EV	∅

Tabela 3 – Matriz de Discernibilidade

A função de discernibilidade Fs(B) é booleana com *m* variáveis e determina o conjunto mínimo de atributos necessários para diferenciar qualquer classe de equivalência das demais, definida como:

$$F_S(\mathbf{a}_1^*, \mathbf{a}_2^*, \ldots, \mathbf{a}_m^*) = \wedge\left\{\vee\, m_D^*(i,j) \mid i,j = 1,2,\ldots,n, \qquad m_D(i,j) \neq 0\right\}.$$

Sendo:

$$m_D^*(i,j) = \left\{\mathbf{a}^* \mid \mathbf{a} \in m_D(i,j)\right\}$$

Utilizando o método de simplificação de expressões booleanas na função Fs(B), obtém-se o conjunto de todos os implicantes primos dessa função, o qual determina os redutos de S. A simplificação é um processo de manipulação algébrica das funções lógicas com a finalidade de reduzir o número de variáveis e de operações necessárias para a sua realização.

A função de discernibilidade Fs(B) é obtida da seguinte forma: para os atributos contidos dentro de cada célula da Matriz de Discernibilidade MD(B), aplica-se o operador "soma", "*or*" ou "∨" e, entre as células dessa matriz, utiliza-se o operador "produto", "*and*" ou "∧", resultando em uma expressão booleana de "Produto da Soma". A Fs(B) é representada por: Fs(B) = (EV) ∧ (EV) ∧ (EV ∨ QP) ∧ (EV ∨ QP) ∧ (EV ∨ QP) ∧ (EV ∨ QP ∨ BL) ∧ (QP ∨ BL) ∧ (QP ∨ BL) ∧ (EV ∨ BL) ∧ (QP ∨ BL) ∧ (EV ∨ QP ∨ BL) ∧ (EV ∨ QP ∨ BL) ∧ (EV ∨ BL) ∧ (EV).

Simplificando essa expressão, com base em teoremas, propriedades e postulados da Álgebra Booleana, obtém-se a seguinte expressão minimizada:

Fs(B) = (EV ∧ (QP ∨ BL) ∧ (EV ∨ QP ∨ BL), que ainda pode ser escrita na forma de "Soma do Produto", ou seja, Fs(B) = (EV ∧ (QP ∨ BL). Confirmando o que já foi verificado na seção anterior, os redutos são RED(B) = {Experiência do Vendedor, Qualidade do Produto} e {Experiência do Vendedor, Boa Localização}.

A função de discernibilidade definiu o termo mínimo da função, ou seja, determinou o conjunto mínimo de atributos necessários para discernir as classes formadas por todas as classes de equivalência da relação INDs(B).

As dependências entre atributos encontradas com a aplicação dos RS podem ser expressas na forma de regras de decisão. Esse é o ponto de ligação entre a teoria e a aplicação. Uma das formas mais comuns de se representar o conhecimento extraído de uma base de dados é por meio de regras de produção ou regras de classificação (Li, Ren, & Mei, 2016).

A seguir, são descritas, em caráter ilustrativo, algumas regras geradas pelo RS a partir dos conceitos já apresentados (Mehta *et al.*, 2015):

Se Experiência do Vendedor = Alta e Qualidade do Produto = Boa então Retorno = Lucro.
Se Experiência do Vendedor = Média e Qualidade do Produto = Boa então Retorno = Lucro.
Se Experiência do Vendedor = Baixa e Qualidade do Produto = Média então Retorno = Prejuízo.
Se Experiência do Vendedor = Alta e Qualidade do Produto = Média então Retorno = Lucro.

Em RS, a credibilidade de cada regra gerada é associada a um Fator de Credibilidade (FC) mediante uma função de pertinência. Com isso, uma regra consistente receberá um Fator de Credibilidade igual a 1, enquanto regras não tão consistentes receberão um Fator de Credibilidade menor que 1. Quanto mais próximo de 1 é o Fator de Credibilidade, maior é a credibilidade da regra.

3. Materiais e Métodos

Pode-se classificar a pesquisa aplicada neste trabalho como experimental, pois procura entender de que modo ou por que determinado fenômeno é produzido. Para atingir os resultados, o pesquisador faz uso de aparelhos e instrumentos colocados ao seu alcance ou de procedimentos apropriados e capazes de tornar perceptíveis as relações existentes entre as variáveis envolvidas no objeto de estudo (Gil, 2008).

Para Gil (2008), a pesquisa experimental consiste em determinar um objeto de estudo, selecionar as variáveis capazes de influenciá-lo, bem como definir as formas de controle e observação dos efeitos que a variável produz no objeto.

Sobre a fundamentação teórica, esta pesquisa realizou um levantamento bibliográfico por meio destas palavras chaves: *Rough Sets*, *Honeypot*, *Machine Learning* e *Data Flow*, nas seguintes bases de periódicos: *IEEE Digital Library*, *Scielo*, *Scopus*, *ScienceDirect*, *EmeraldInsight*, Portal Capes e *ProQuest*.

Os experimentos computacionais foram realizados em cinco fases descritas a seguir:

Fase A – Seleção e Extração dos Dados: selecionaram-se e extraíram-se as informações na base de dados da página Cert.br <https://www.cert.br/>. Esses dados representaram o fluxo de informações recebidas pelos *honeypots* entre julho e outubro de 2018.

Cada registro da base de dados da Cert.br representa a quantidade de fluxo de dados que cada porta recebeu em um período de 24 horas. Nesse registro, são apresentados o valor total, o valor máximo e a média de fluxo recebido. Após seleção e extração, os dados foram inseridos em uma planilha eletrônica com o Microsoft Excel 2016.

Fase B – Pré-processamento dos Dados: selecionaram-se os dados inseridos na planilha descrita na etapa A e realizaram-se a adição e remoção de atributos da base. Para critério de seleção de adição e remoção de atributos, verificaram-se os valores redundantes da base de dados e as informações nominais utilizadas pela Cert.br.

Em seguida, os valores numéricos que representam informações sobre o fluxo de dados foram discretizados para uma única unidade de medida. A Cert.br disponibiliza esses valores com diversas unidades de medida, como: GB (Gigabytes), MB (Megabytes) e b (Bits). Então, foi necessário converter os valores para uma única unidade de medida. Para isso, converteram-se os valores para bits, por se tratar da menor unidade de medida, utilizando o Microsoft Excel 2016.

Fase C – Aplicação dos *Rough Sets* na Redução da Base de Dados: posterior ao pré-processamento da base de dados na etapa B, aplicou-se a teoria dos *Rough Sets* para descobrir a quantidade de atributos que representa a base, ou seja, a quantidade de redutos. Após descobrir a quantidade de redutos que representa a base, analisou-se o grau de confiança informado pela técnica e realizou-se a redução da base de dados.

Fase D – Criação de Regras com *Rough Sets*: depois de reduzir a base de dados com a teoria dos *Rough Sets* na etapa C, os *Rough Sets* foram utilizados para a geração de regras. Cada regra gerada especifica a porta e o protocolo, juntamente com o valor máximo de fluxo de dados, o valor total de fluxo de dados e o nome do serviço.

Fase E – Consolidação das Regras: após serem criadas, as regras foram analisadas e consolidadas em uma única regra que as representasse usando o software Excel. Para isso, escolheram-se as regras que tratam da mesma porta e protocolo e criou-se uma única regra, transformando os valores de fluxos de dados em intervalos. Cada intervalo dentro da regra cobre as regras geradas individualmente por *Rough Sets*.

4. Resultados dos Experimentos Computacionais

Nesta seção, são apresentados os resultados obtidos com a execução dos experimentos de acordo com cada fase. A saber: a seleção dos dados, o pré-processamento da base de dados, a redução da base de dados, a criação de regras com *Rough Sets* e a consolidação das regras. Os resultados dos experimentos computacionais são descritos a seguir de acordo com cada etapa:

Fase A – Seleção dos Dados: Os dados foram selecionados e extraídos da página Cert.br. Tais dados representam o fluxo de informações recebidas pelos *honeypots* entre julho e outubro de 2018. Na tabela 4, exibe-se o número de registros coletados.

Mês	Quantidade de Registros	Total de Tráfego em Bits
Julho	617	687.733.822.996
Agosto	620	196.089.787.515
Setembro	320	896.937.960.817
Outubro	500	502.786.323.579
Total	2.057	2.283.547.894.907

Tabela 4 – Dados Coletados

Fase B – Pré-processamento da Base de Dados: os dados extraídos na fase A foram selecionados e inseridos em uma planilha no Microsoft Excel 2016. Feito isso, foi realizada a adição e remoção de atributos da base, além da formatação dos valores inseridos. Por fim, foi necessário discretizar os valores informados pela Cert.br, pois os valores da planilha variavam de Bits a Gigabytes.

Nos dados numéricos, que representam o volume de tráfego recebido pelos *honeypots*, foi necessário remover a unidade de medida para que os valores não fossem tratados como texto e sim como valores reais. Além da unidade de medida, retiraram-se os atributos Chave, ID e Porcentagem.

Os atributos Chave e ID foram removidos por se tratarem de informações nominais sobre a página da Cert.br. Removeu-se também o atributo Porcentagem por se tratar de uma informação redundante do valor total. Além disso, foi adicionado o atributo Protocolo, pois os dados disponibilizados pela Cert.br são separados dessa forma. Assim, foi necessária a criação de um atributo Protocolo para diferenciar registros por: TCP e UDP. Na tabela 5, apresenta-se uma amostra da base de dados pré-processada.

Porta	Protocolo	Total	Max	Média
22	TCP	9730831.00	28344.32	16629.76
445	TCP	9730782.00	364.78	131.92
8080	TCP	21307064.00	77.60	29.35
8291	TCP	21139292.00	33.55	29.13
7547	TCP	19629342.00	32.56	27.03
1433	TCP	9814671.00	36.67	13.55
3389	TCP	7034552.50	41.40	9.94
8291	TCP	20635976.00	33.88	28.47
7547	TCP	18958254.00	31.12	26.13
8000	TCP	14428406.00	8437.76	19.92
1433	TCP	9982444.00	31.40	13.76

Tabela 5 – Amostra da Base Pré-processada

Fase C – Redução da Base de Dados: após pré-processar a base de dados, aplicaram-se *Rough Sets* para a redução da base de dados. Os *Rough Sets* foram escolhidos por se tratar de uma técnica utilizada para a eliminação de atributos redundantes ou desnecessários. A aplicação de *Rough Sets* gerou 4 redutos que representam a base de dados. A saber: Porta, Protocolo, Total e Máximo.

Fase D – Criação de regras com *Rough Sets*: com os redutos gerados por *Rough Sets* na etapa C, obteve-se um suporte igual a 100, possibilitando, assim, gerar regras precisas para uma classificação ou previsão. A aplicação de *Rough Sets* gerou 2.044 regras com credibilidade (FC igual a 1), ou seja, regras consistentes. Na tabela 6, apresenta-se uma amostra das regras geradas.

PORTA (23) AND PROTOCOLO(TCP) AND TOTAL (-327.68) AND MAX (740966.38) => NOME (TELNET)
PORTA (22) AND PROTOCOLO(TCP) AND TOTAL (9730831.00) AND MAX (28344.32) => NOME (SSH (Secure Shell)
PORTA (8080) AND PROTOCOLO(TCP) AND TOTAL (21307064.00) AND MAX (77.60) => NOME (HTTP Proxy)
PORTA (8291) AND PROTOCOLO(TCP) AND TOTAL (21139292.00) AND MAX (33.55) => NOME (Mikrotik Winbox)
PORTA (1433) AND PROTOCOLO(TCP) AND TOTAL (9814671.00) AND MAX (36.67) => NOME (Microsoft SQL Server)
PORTA (23) AND PROTOCOLO(TCP) AND TOTAL (-901.12) AND MAX (776028.19) => NOME (TELNET)
PORTA (23) AND PROTOCOLO(TCP) AND TOTAL (-327.68) AND MAX (740966.38) => NOME (TELNET)
PORTA (22) AND PROTOCOLO(TCP) AND TOTAL (9730831.00) AND MAX (28344.32) => NOME (SSH (Secure Shell)
PORTA (8080) AND PROTOCOLO(TCP) AND TOTAL (21307064.00) AND MAX (77.60) => NOME (HTTP Proxy)
PORTA (8291) AND PROTOCOLO(TCP) AND TOTAL (21139292.00) AND MAX (33.55) => NOME (Mikrotik Winbox)
PORTA (1433) AND PROTOCOLO(TCP) AND TOTAL (9814671.00) AND MAX (36.67) => NOME (Microsoft SQL Server)

Tabela 6 – Amostra das Regras Geradas por *Rough Sets*

Fase E – Consolidação das Regras: analisaram-se as regras geradas na fase D e, para cada porta com um determinado protocolo, criou-se uma única regra que representasse todas as regras geradas. Para isso, selecionaram-se todas as regras para um determinado protocolo e porta, analisaram-se os valores total e máximo de fluxo e determinou-se um intervalo contendo o maior e menor valor de total de fluxo e o maior e menor valor do máximo de fluxo. As 2.044 regras geradas na fase D foram consolidadas em 42 regras, conforme pode-se observar na tabela 7, a seguir.

SE Porta 21 **E** Protocolo TCP **E** total maior ou igual a 2097153 **E** menor ou igual a 2300432 **E** max maior ou igual a 251 **E** menor ou igual a 330 **ENTÃO** = FTP File Transfer Protocol – control
SE Porta 22 **E** Protocolo TCP **E** total maior ou igual a 83937 **E** menor ou igual a 21307084 **E** max maior ou igual a 12698 **E** menor ou igual a 404029 **ENTÃO** = SSH Secure Shell
SE Porta 23 **E** Protocolo TCP **E** total maior ou igual a 0 **E** menor ou igual a 21139272 **E** max maior ou igual a 296632 **E** menor ou igual a 3067986 **ENTÃO** = TELNET
SE Porta 53 **E** Protocolo TCP **E** total maior ou igual a 75612163 **E** menor ou igual a 113033213 **E** max maior ou igual a 506 **E** menor ou igual a 347 **ENTÃO** = DNS Domain Name System
SE Porta 80 **E** Protocolo TCP **E** total maior ou igual a 335543 **E** menor ou igual a 21307062 **E** max maior ou igual a 397 **E** menor ou igual a 235028 **ENTÃO** = HTTP Hypertext Transfer Protocol
SE Porta 110 **E** Protocolo TCP **E** total maior ou igual a 587204 **E** menor ou igual a 21055406 **E** max maior ou igual a 280 **E** menor ou igual a 70042 **ENTÃO** = POP3 Post Office Protocol – Version 3
SE Porta 123 **E** Protocolo TCP **E** total maior ou igual a 1250837 **E** menor ou igual a 3730883 **E** max maior ou igual a 8 **E** menor ou igual a 57 **ENTÃO** = NTP Network Time Protocol
SE Porta 137 **E** Protocolo TCP **E** total maior ou igual a 1106412 **E** menor ou igual a 5598741 **E** max maior ou igual a 7 **E** menor ou igual a 67 **ENTÃO** = NETBIOS Name Service
SE Porta 139 **E** Protocolo TCP **E** total maior ou igual a 14596178 **E** menor ou igual a 14596178 **E** max maior ou igual a 273 **E** menor ou igual a 273 **ENTÃO** = NETBIOS Session Service
SE Porta 161 **E** Protocolo TCP **E** total maior ou igual a 3907584 **E** menor ou igual a 5838848 **E** max maior ou igual a 68 **E** menor ou igual a 114 **ENTÃO** = SNMP Simple Nework Management Protocol
SE Porta 389 **E** Protocolo TCP **E** total maior ou igual 176160761 **E** menor ou igual a 2030042 **E** max maior ou igual a 47 **E** menor ou igual a 379 **ENTÃO** = LDAP Lightweight Directory Acess

SE Porta 443 **E** Protocolo TCP **E** total maior ou igual a 6774948 **E** menor ou igual a 21223178 **E** max maior ou igual a 42 **E** menor ou igual a 193 **ENTÃO** = HTTPS Hypertext Transfer Protocol over TLS/SSL
SE Porta 445 **E** Protocolo TCP **E** total maior ou igual a 251660 **E** menor ou igual a 21307062 **E** max maior ou igual a 222 **E** menor ou igual a 154337 **ENTÃO** = Microsoft-Ds Active Directory
SE Porta 465 **E** Protocolo TCP **E** total maior ou igual a 4445961 **E** menor ou igual a 20552090 **E** max maior ou igual a 76 **E** menor ou igual a 336 **ENTÃO** = SMTP over SSL
SE Porta 500 **E** Protocolo TCP **E** total maior ou igual a 1227407 **E** menor ou igual a 1227407 **E** max maior ou igual a 35 **E** menor ou igual a 35 **ENTÃO** = ISAKMP
SE Porta 1433 **E** Protocolo TCP **E** total maior ou igual a 7633388 **E** menor ou igual a 20552090 **E** max maior ou igual a 21 **E** menor ou igual a 77 **ENTÃO** = Microsoft SQL Server
SE Porta 1900 **E** Protocolo TCP **E** total maior ou igual a 1905623 **E** menor ou igual a 4710973 **E** max maior ou igual a 20 **E** menor ou igual a 84 **ENTÃO** = SSDP
SE Porta 3389 **E** Protocolo TCP **E** total maior ou igual a 6446531 **E** menor ou igual a 20300432 **E** max maior ou igual a 34 **E** menor ou igual a 135 **ENTÃO** = Microsoft Terminal Server
SE Porta 5060 **E** Protocolo TCP **E** total maior ou igual a 41 **E** menor ou igual a 20803768 **E** max maior ou igual a 44237 **E** menor ou igual a 1228472 **ENTÃO** = SIP Session Initiation Protocolo
SE Porta 5061 **E** Protocolo TCP **E** total maior ou igual a 942408 **E** menor ou igual a 19713182 **E** max maior ou igual a 58 **E** menor ou igual a 51446 **ENTÃO** = SIP over TLS
SE Porta 5066 **E** Protocolo TCP **E** total maior ou igual a 1539031 **E** menor ou igual a 1539031 **E** max maior ou igual a 137 **E** menor ou igual a 137 **ENTÃO** = STANAG-5066-SUBNET-INTF
SE Porta 5070 **E** Protocolo TCP **E** total maior ou igual a 857621 **E** menor ou igual a 4991303 **E** max maior ou igual a 32 **E** menor ou igual a 181 **ENTÃO** = VTSAS VersaTrans Server Agent Service
SE Porta 5555 **E** Protocolo TCP **E** total maior ou igual a 9730785 **E** menor ou igual a 19209912 **E** max maior ou igual a 19 **E** menor ou igual a 37 **ENTÃO** = abused by Mirai/IoT botnets
SE Porta 5678 **E** Protocolo TCP **E** total maior ou igual a 1002045 **E** menor ou igual a 1002045 **E** max maior ou igual a 110 **E** menor ou igual a 110 **ENTÃO** = MikroTik Neighbor Discovery Protocolo
SE Porta 7547 **E** Protocolo TCP **E** total maior ou igual a 83887 **E** menor ou igual a 19881000 **E** max maior ou igual a 27 **E** menor ou igual a 81 **ENTÃO** = abused by Mirai/IoT botnets
SE Porta 8080 **E** Protocolo TCP **E** total maior ou igual a 83885 **E** menor ou igual a 21474836 **E** max maior ou igual a 78 **E** menor ou igual a 36 **ENTÃO** = HTTP Proxy
SE Porta 8291 **E** Protocolo TCP **E** total maior ou igual a 922745 **E** menor ou igual a 21390950 **E** max maior ou igual a 28 **E** menor ou igual a 112 **ENTÃO** = Mikrotik Winbox
SE Porta 53 **E** Protocolo UDP **E** total maior ou igual a 680919 **E** menor ou igual a 10569646 **E** max maior ou igual a 5 **E** menor ou igual a 31 **ENTÃO** = DNS Domain Name System
SE Porta 111 **E** Protocolo UDP **E** total maior ou igual a 13086229 **E** menor ou igual a 13086229 **E** max maior ou igual a 11960 **E** menor ou igual a 11960 **ENTÃO** = sunrpc portmap rpcbind
SE Porta 123 **E** Protocolo UDP **E** total maior ou igual a 916767 **E** menor ou igual a 9143583 **E** max maior ou igual a 8 **E** menor ou igual a 125 **ENTÃO** = NTP Network Time Protocol
SE Porta 137 **E** Protocolo UDP **E** total maior ou igual a 892846 **E** menor ou igual a 8808038 **E** max maior ou igual a 7 **E** menor ou igual a 107 **ENTÃO** = NETBIOS Name Service
SE Porta 138 **E** Protocolo UDP **E** total maior ou igual a 1849590 **E** menor ou igual a 1849589 **E** max maior ou igual a 28 **E** menor ou igual a 112 **ENTÃO** = NETBIOS Datagram Service
SE Porta 161 **E** Protocolo UDP **E** total maior ou igual a 1941258 **E** menor ou igual a 21139292 **E** max maior ou igual a 68 **E** menor ou igual a 225 **ENTÃO** = SNMP Simple Network Management Protocol
SE Porta 162 **E** Protocolo UDP **E** total maior ou igual a 1348567 **E** menor ou igual a 6111150 **E** max maior ou igual a 9 **E** menor ou igual a 29 **ENTÃO** = Traps for SNMP
SE Porta 389 **E** Protocolo UDP **E** total maior ou igual a 1258291 **E** menor ou igual a 20887634 **E** max maior ou igual a 31 **E** menor ou igual a 379 **ENTÃO** = LDAP Lightweight Directory Acess

SE Porta 500 **E** Protocolo UDP **E** total maior ou igual a 1227407 **E** menor ou igual a 1227407 **E** max maior ou igual a 35 **E** menor ou igual a 35 **ENTÃO** = ISAKMP
SE Porta 1900 **E** Protocolo UDP **E** total maior ou igual a 1757348 **E** menor ou igual a 9479127 **E** max maior ou igual a 13 **E** menor ou igual a 185 **ENTÃO** = SSDP
SE Porta 4500 **E** Protocolo UDP **E** total maior ou igual a 1710817 **E** menor ou igual a 1710817 **E** max maior ou igual a 110 **E** menor ou igual a 110 **ENTÃO** = ipsec-nat-t ipsec-msft
SE Porta 5060 **E** Protocolo UDP **E** total maior ou igual a 41 **E** menor ou igual a 21307002 **E** max maior ou igual a 44237 **E** menor ou igual a 1508639 **ENTÃO** = SIP Session Initiation Protocolo
SE Porta 5066 **E** Protocolo UDP **E** total maior ou igual a 1539031 **E** menor ou igual a 2848931 **E** max maior ou igual a 64 **E** menor ou igual a 379 **ENTÃO** = STANAG-5066-SUBNET-INTF
SE Porta 5070 **E** Protocolo UDP **E** total maior ou igual a 857621 **E** menor ou igual a 6614057 **E** max maior ou igual a 27 **E** menor ou igual a 444 **ENTÃO** = Mikrotik Winbox
SE Porta 5678 **E** Protocolo UDP **E** total maior ou igual a 1002045 **E** menor ou igual a 1002405 **E** max maior ou igual a 110 **E** menor ou igual a 110 **ENTÃO** = Mikrotik Neighbor Discovery Protocolo

Tabela 7 – Regras geradas por *Rough Sets*

As regras consolidadas apresentam o intervalo do fluxo de dados em bits para uma determinada porta junto a um protocolo, além de informar o intervalo do valor máximo de conexão recebido em relação ao serviço utilizado na porta.

Com as 42 regras consolidadas, pode-se estabelecer um padrão de fluxo de dados diário em um determinado serviço em *honeypots*. Assim, o fluxo de dados que estiver fora desse padrão e apresentar um comportamento diferente pode ser caracterizado como anomalia.

Além do fluxo total de dados, as regras consolidadas caracterizam o intervalo do valor máximo de conexão em uma determinada porta junto ao protocolo. Ou seja, além de poder detectar anomalias no tráfego total diário, pode-se detectar anomalias quando o valor máximo de conexão em relação a serviços for diferente do intervalo informado pela regra.

5. Conclusão

Este estudo teve como objetivo classificar fluxos de dados para identificação de anomalias em *honeypots* com a teoria dos *Rough Sets*. A aplicação dos RS gerou 2.044 regras, consolidadas em 42 de acordo com o atributo Serviços.

A aplicação de *Rough Sets* em uma base de *honeypots* foi capaz de gerar regras para classificar fluxos de dados. Essa classificação pode identificar anomalias no fluxo de rede, possibilitando que o administrador da rede de *honeypot* ou o especialista em segurança realize uma melhor tomada de decisão.

Quanto às limitações do trabalho, ocorreram restrições na coleta de dados, que foram importados diariamente da base do Cert.br para o Microsoft Excel 2016. Não foi possível importar todos os dados de uma única vez por estarem divididos em links de acesso diferentes. Foram necessários 15 dias para a coleta de 4 meses de fluxo de dados dos *honeypots*.

Para trabalhos futuros, espera-se coletar uma quantidade maior de amostras, por um período mais longo (um ano ou mais), e combinar outras técnicas inteligentes que possibilitem não só a extração de conhecimento, como também o reconhecimento de padrões que possam ser incorporados em sistemas de segurança da informação, como firewalls e *Intrusion Detection* System (IDS).

Referências

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR ISO/IEC 27002. (2013). Tecnologia da informação: Técnicas de segurança: Código de prática para a gestão da segurança da informação.

Al-Mayyan, W.; Own, H. S.; & Zedan, H. (2011). Rough set approach to online signature identification. *Digital Signal Processing*, 21(3), 477-485.

AMBIMA – Associação Brasileira das Entidades dos Mercados Financeiro e de Capitais. (2016) Guia de Cibersegurança.

Baykara, M.; & Das, R. (2018). A novel honeypot-based security approach for real-time intrusion detection and prevention systems. *Journal of Information Security and Applications*, 41, 103-116.

CERT.BR - Cartilha de Segurança para Internet (2017). Recuperado em 3 dezembro, 2018, de https://cartilha.cert.br/.

Khan, T.; Alam, M., Akhunzada, A.; Hur, A.; Asif, M.; & Khan, M. K. (no prelo). Towards augmented proactive cyberthreat intelligence. Journal of Parallel and Distributed Computing, 124, 47-59.

Li, J., Ren, Y., & Mei, C. (2016, janeiro). A comparative study of multigranulation rough sets and concept lattices via rule acquisition. *Knowledge-Based Systems*, [S.L], 91, 152-164. DOI: doi.org/10.1016/j.knosys.2015.07.024.

Mehta, V.; Bahadur, P.; Kapoor, M.; Singh, P.; & Rajpoot, S. (2015). *Threat prediction using honeypot and machine learning*. In: Futuristic Trends on Computational Analysis and Knowledge Management (ABLAZE), 2015 International Conference on. IEEE, 278-282.

Montazer, G. A., & Arabyarmohammadi, S. (2015). Detection of phishing attacks in Iranian e-banking using a fuzzy–rough hybrid system. *Applied Soft Computing,* 35, 482-492.

Nauman, M.; Azam, N.; & Yao, J. (2016). Uma abordagem de tomada de decisão de três vias para análise de malware usando conjuntos aproximados probabilísticos. *Ciência da Informação*, 374, 193-209.

Owezarski, P. (2014). *Unsupervised classification and characterization of honeypot attacks*. In: Network and Service Management (CNSM), 2014 10th International Conference on. IEEE, 10-18.

Pawlak, Z. (1982). Rough sets. *International journal of computer & information sciences*, 11(5), 341-356.

Pérez-Díaz, N., Ordás, D. R., Reboredo, J. R. M., & Galvez, J. F. (2012). Rough sets for spam filtering: Selecting appropriate decision rules for boundary e-mail classification. *Applied Soft Computing*, 12(11), 3671-3682.

Ron, M., Bonilla, M. Fuertes, W., Días J., & Toulkeridis T. (2018). Applicability of Cybersecurity Standards in Ecuador - A Field Exploration. In: Rocha, Á., Guarda, T. (Eds.). *Developments and Advances in Defense and Security 2018 Developments and Advances in Defense and Security Proceedings of the Multidisciplinary International Conference of Research Applied to Defense and Security* (MICRADS 2018), [S.L], 2018(94), 27-40.

Sassi, R. J. (2012, abril). An hybrid architecture for clusters analysis: rough setstheory and self- organizing map artificial neural network. *Pesqui. Oper*. 32(1), 139-164.

Sengupta, N., Sen, J., Sil, J., & Saha, M. (2013). Designing of on line intrusion detection system using rough set theory and Q-learning algorithm. *Neurocomputing*, 111, 161-168.

Sohal, A. S., Sandhu, R., Sood, S. K., & Chang, V. (2018). A cybersecurity framework to identify malicious edge device in fog computing and cloud-of-things environments. *Computers & Security*, 74, 340-354.

Sun, W.; & Chen, Y. (2009). A rough set approach for automatic key attributes identification of zero-day polymorphic worms. *Expert Systems with Applications*, 36(3), 4672-4679.

Yao, Y. (2015). Rough Sets and Three-Way Decisions. In: Ciucci D., Wang G., Mitra S., Wu WZ. (Eds.) Rough Sets and Knowledge Technology. RSKT 2015. *Lecture Notes in Computer Science*, 9436. Springer, Cham. DOI: doi.org/10.1007/978-3-319-25754-9_6.

Zhang, J.; & Chen, X. (2012). Research on intrusion detection of database based on Rough Set. *Physics Procedia*, 25, 1637-1641.

Zhang, J.; Gardner, R.; & Vukotic, I. (no prelo). Anomaly detection in wide area network meshes using two machine learning algorithms. *Future Generation Computer Systems*, 93, 418-426.

Zhang, X., Miao, D., & Liu, C. (2016, janeiro). Constructive methods of rough approximation operators and multigranulation rough sets. *Knowledge-Based Systems*, 91, 114-125. DOI: doi.org/10.1016/j.knosys.2015.09.036.

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

Recebido/Submission: 19/10/2018
Aceitação/Acceptance: 10/12/2018

Nanomateriais e dispositivos para a área de Defesa

Thiago Barreto Silva Amaral[1], Izabella Helena Werneck Soares[3], Felipe Silva Semaan[3], Robson Pacheco Pereira[4]

tbsamaral@gmail.com, izawerneck@hotmail.com, felipesemaan@gmail.com, robson.pacheco@ime.eb.br

[1] Instituto Militar de Engenharia, IME/RJ

[2] Instituto Militar de Engenharia, IME/RJ

[3]Universidade Federal Fluminense, Instituto de Química

[4] Instituto Militar de Engenharia, IME/RJ

Pages: 409–420

Resumo: No presente trabalho, é apresentada uma abordagem sobre a utilização de nanomateriais e dispositivos para a área de Defesa, visando descrever, em seu escopo mais geral, aspectos relacionados à utilização de conceitos, ferramentas e abordagens pertinentes à nanotecnologia, a qual influencia diversas outras tecnologias que impulsionam a área de Defesa. Em particular, o desenvolvimento de nanomateriais (tanto materiais nanoestruturados quanto nanocompósitos), os quais são otimizados e aplicados em dispositivos de acordo com suas funcionalidades, tem sido apontado como uma das mais promissoras ferramentas para o avanço da área de Defesa.

Palavras Chaves: nanotecnologia, materiais, dispositivos, defesa

Nanomaterials and devices for the Defense area

Abstract: In the present work, an approach is presented on the use of nanomaterials and devices for the Defense area, aiming to describe, in its more general scope, aspects related to the use of concepts, tools and approaches pertinent to nanotechnology, which influences several other technologies that drive the Defense area. In particular, the development of nanomaterials (both nanostructured materials and nanocomposites), which are optimized and applied in devices according to their functionalities, has been pointed out as one of the most promising tools for advancing the area of Defense.

Keywords*:* nanotechnology, materials, devices, defense

1. Introdução

Dentre as áreas consideradas estratégicas em um cenário geopolítico nacional e internacional, a área de Defesa tem destaque e relevância sem qualquer comparação,

devido à complexidade e extensão de suas relações e implicações com todos os níveis da sociedade, abrangendo, inclusive, relações internacionais. A Defesa Nacional é caracterizada como "o conjunto de medidas e ações do Estado, com ênfase na expressão militar, para a defesa do território, da soberania e dos interesses nacionais contra ameaças preponderantemente externas, potenciais ou manifestas" e tem, como alguns de seus objetivos, a garantia da soberania, do patrimônio e da integridade nacional; a defesa dos interesses nacionais e das pessoas, bens e recursos brasileiros; bem como contribuir para a manutenção da paz e da segurança internacionais, dentre outros.

O panorama geopolítico internacional atual é definido pela incerteza, no qual é possível identificar, em certos casos, tendências e cenários gerais, mas não prever eventos com precisão. Considerando a necessidade de uma postura que garanta a capacidade de lidar com questões não previstas, deve-se estabelecer uma estratégia capaz de se adaptar a eventos inesperados e circunstâncias alheias a um planejamento prévio. Esta estratégia deve, ainda, ser suficiente para garantir a soberania nacional frente a novos eventos.

A Química e suas Tecnologias possuem uma estreita relação com a área de Defesa, seja na identificação de agentes químicos e biológicos com potencial ofensivo, na fabricação de explosivos e artefatos bélicos, na produção de materiais para blindagem, ou mesmo na análise e controle de materiais utilizados pelas Forças Armadas. Particularmente, grande interesse tem sido demonstrado em artigos científicos sobre o desenvolvimento de sensores para detecção de explosivos baseados em materiais nanoestruturados (KUMAR et al, 2014). Uma outra abordagem inclui a coleta de amostras de ar contendo as substâncias a serem determinadas (utilizando um equipamento de condensação tipo ciclone) para posterior quantificação das mesmas por técnicas eletroquímicas (CAYGILL et al, 2013).

Além da tecnologia de sensoreamento, pode-se destacar também o desenvolvimento de materiais e dispositivos para a área de energia. Em especial, o desenvolvimento de células a combustível e células fotovoltaicas é apresentado como interesse estratégico no Brasil, já sendo tema de redes de pesquisa fomentadas pelo CNPq e por FAPs. O desenvolvimento de células a combustível, além de ser uma necessidade do setor de energia de uma forma ampla, constitui também um importante aspecto estratégico para a área de Defesa, tendo em vista a possibilidade de instalação de unidades em localidades remotas para abastecimento de tropas e a utilização de unidades portáteis (ou veiculares) para o seu deslocamento.

Aplicações comuns de materiais de alta resistência mecânica, notadamente as cerâmicas, incluem equipamentos de proteção pessoal (coletes, visores etc.) até instalações, veículos e aeronaves. Dependendo da aplicação requerida, há necessidade de controle da espessura do material e transparência, o que impõe restrições quanto ao tipo de sistema a ser empregado, bem como o processamento do mesmo, especialmente visando proteção balística (WANG et al, 2013). Estas restrições, dentre outras questões, induzem um aumento de custo de fabricação e das dificuldades operacionais para tal. Portanto, há uma necessidade iminente de desenvolver novos sistemas que apresentem alta resistência mecânica, aliada a outras características, visando a fabricação de peças para proteção balística.

O termo nanociência é utilizado, em geral, para designar o estudo de sistemas cujas dimensões encontram-se entre 1 e 100 nm, dimensão característica de sistemas coloidais, estudados inicialmente por Faraday, em 1857. Alguns autores relacionam ainda as dimensões do sistema com suas propriedades, proporcionando uma abordagem estrutural baseada em ligações e interações inter- e intramoleculares (RAO et al, 2004). Devido à multiplicidade de sistemas e abordagens possíveis no campo da nanociência, esta tende a englobar trabalhos de diferentes vertentes e pesquisadores em áreas que incluem a Química, Física, Biologia, Engenharia, Matemática e outras. Este aspecto multidisciplinar da nanociência resultou em um rápido avanço nas pesquisas nesta área, evidenciado por um crescente número de artigos e produtos nanotecnológicos nos últimos anos. Visando aplicações tecnológicas, as características estruturais, bem como as propriedades físico-químicas de nanopartículas e sistemas nanoestruturados têm sido intensamente estudadas nos últimos trinta anos, (KLAPPER et al, 2008).

Como mencionado, a nanotecnologia tem se apresentado como uma ferramenta indispensável no desenvolvimento de novos materiais e dispositivos para diversas aplicações, nos mais diversos campos de atuação. Na presente proposta, a obtenção de nanomateriais se direciona ao desenvolvimento de tecnologias para suprir as demandas da área de Defesa.

2. Nanotecnologia e Defesa

O presente trabalho agrupa abordagens nas áreas de materiais, energia, nanotecnologia e dispositivos, com foco no desenvolvimento de tecnologias para a área de Defesa. Os artigos discutidos englobam a obtenção de materiais com propriedades otimizadas para aplicações em dispositivos de conversão e armazenamento de energia; sensoreamento e biossensoreamento; armazenamento e transmissão de dados; bem como materiais

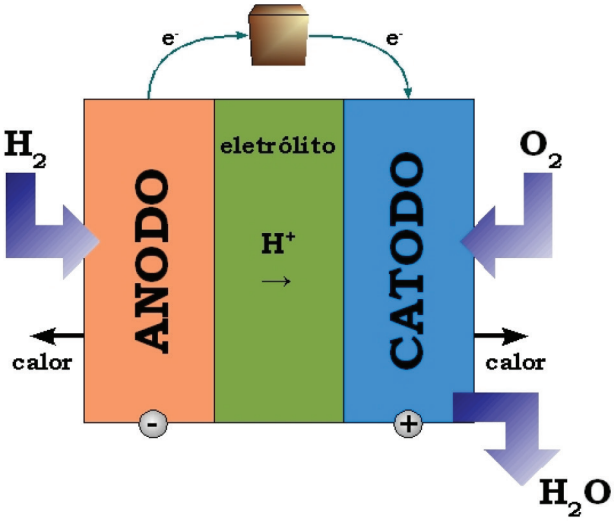


Figura 1 – Diagrama esquemático simplificado de uma célula a combustível.

com propriedades mecânicas especiais. Juntamente à síntese e caracterização destes materiais, encontra-se a descrição teórica dos mesmos, visando uma abordagem molecular da estrutura e dos fenômenos observados. O avanço nestes conhecimentos tem por objetivo alcançar tecnologias de excelência que contribuam significativamente para a área de Defesa.

2.1. Materiais para conversão e armazenamento de energia

Células a combustível (CC) são dispositivos que convertem a energia química contida em um combustível e um oxidante em energia elétrica. O diagrama esquemático de uma CC encontra-se representado na Figura 1.

Em uma CC, as reações que convertem energia química em corrente elétrica são as seguintes:

Anodo	$H_2 \rightarrow 2\ H^+ + 2\ e^-$
Membrana	$H^+_{(an)} \rightarrow H^+_{(cat)}$
Catodo	$\frac{1}{2}\ O_2 + 2\ H^+ + 2\ e^- \rightarrow 2\ H_2O$
Reação total	$H_2 + \frac{1}{2}\ O_2 \rightarrow 2\ H_2O$

Tanto a reação anódica quanto a catódica ocorrem na superfície de eletrocatalisadores, os quais têm sido desenvolvidos, atualmente, em dimensões da ordem de alguns nanômetros (HUANG et al, 2010). Diversas nanopartículas metálicas são utilizadas como eletrocatalisadores, em especial, baseadas em platina e ligas bimetálicas de platina (LUO et al, 2005). Os recentes avanços na área de células a combustível têm também estimulado trabalhos envolvendo a descrição teórica da estrutura eletrônica e superficial destas nanopartículas (PHAM et al, 2010), visando a compreensão da relação entre sua estrutura e as propriedades destes sistemas, bem como sua otimização para as aplicações às quais se destinam.

Atualmente, as membranas empregadas em unidades de CC são baseadas em polímeros perfluorados, dentre os quais o Nafion é o mais utilizado e estudado. O Nafion é constituído por cadeias perfluoradas ramificadas com terminações em grupos sulfônicos ($-SO_3H$). Outras membranas baseadas em cadeias perfluorossulfônicas foram também desenvolvidas por outras empresas, como Asahi Glass, Solvay e 3M (BORUP et al, 2007). Estas membranas apresentam alta condutividade, estabilidade térmica e química e propriedades mecânicas adequadas para aplicações em CC até 90 °C. Na última década, o desenvolvimento de membranas para CC baseia-se na síntese de novos polímeros (SHANG et al, 2006), modificações químicas em polímeros comerciais (HICKNER et al, 2004), obtenção de nanocompósitos (REN et al, 2006) e blendas (KERRES, 2001).

O conhecimento sobre os mecanismos de transporte de prótons na membrana e, em particular, na interface entre a membrana e o catalisador, é importante para estabelecer a arquitetura molecular e a nanoestrutura tanto da membrana quanto do catalisador (HAUBOLD et al, 2001). A otimização de sistemas nanoestruturados para aplicação em CC requer a compreensão dos mecanismos de transporte de prótons na membrana e nas interfaces (PADDISON, ELLIOT, 2005). A região na qual se encontram as nanopartículas de catalisador (suportadas sobre material condutor eletrônico como grafite ou nanotubos de carbono) em contato com a membrana polimérica é conhecida

como interface tripla (*Triple Phase Boundary*, TPB), representada esquematicamente na Figura 2.

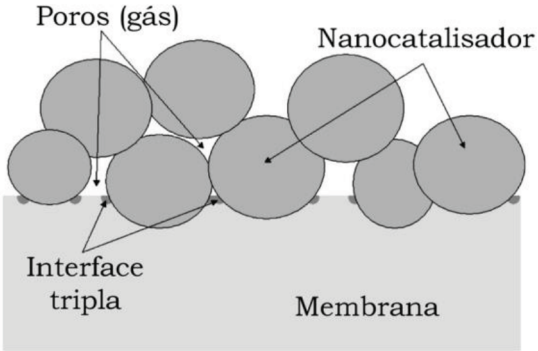


Figura 2 – Diagrama esquemático mostrando a região entre o catalisador e a membrana, onde ocorrem as reações de eletro-oxidação do H_2.

Em uma Célula a Combustível de Membrana de Troca Protônica (*Proton Exchange Membrane Fuel Cell*, PEMFC), a reação de eletro-oxidação do combustível (H_2), no anodo, dá origem a prótons que, em contato com a membrana, são conduzidos até o catodo, onde participam da reação de redução do oxigênio. O conceito inicial de TPB estabelecia que somente as reações que ocorressem nestes sítios específicos (singulares) dariam origem a correntes aproveitáveis e fluxo de prótons, no entanto, desenvolvimentos posteriores evidenciaram que a TPB seria melhor descrita como uma "região" (O'HAYRE, PRINZ 2001) englobando estruturas provenientes das três fases em contato.

Grande parte dos trabalhos relacionando células a combustível para aplicações móveis aponta a possibilidade do desenvolvimento e aplicação de nanomateriais como alternativa de otimização destes dispositivos. Nos trabalhos relacionados, são desenvolvidos nanomateriais (nanocompósitos e materiais nanoestruturados) para aplicação em células a combustível, baterias de íons lítio e também em células fotovoltaicas, enquanto uma das principais aplicações relacionadas à área de Defesa é a utilização destes dispositivos como unidade de energia portátil para tropas e unidades motorizadas.

2.2. Nanomateriais para proteção balística

Materiais nanoestruturados e nanopartículas apresentam propriedades fortemente dependentes da estrutura química e das interações intermoleculares, as quais dão origem a estruturas com diferentes dimensionalidades (1D, 2D, 3D ou dimensionalidades fracionárias). Em geral, fios moleculares poliméricos e estruturas semelhantes são considerados nanoestruturas unidimensionais (1D), enquanto lamelas, superfícies e interfaces são nanoestruturas bidimensionais (2D) e nanopartículas de diferentes formas, nanoestruturas tridimensionais (3D) (GLEITER, 2001).

Partículas metálicas ou de óxidos metálicos apresentam propriedades físico-químicas fortemente dependentes de sua dimensão, exibindo, inclusive, efeitos de confinamento quântico quando em dimensões nanométricas. Este efeito de confinamento é interpretado

por alguns autores como o responsável pelas propriedades não usuais observadas nestes sistemas (NAKA et al, 2004), o que os torna potenciais candidatos para aplicação em catálise, nanoeletrônica, biotecnologia e sensoreamento químico. Diversas abordagens têm sido propostas para o estudo desta classe de materiais nanoestruturados, desde a síntese e caracterização de novas estruturas até a aplicação dos materiais em dispositivos (ARMAND, TARASCON, 2008).

Visando suprir as demandas por materiais de alta resistência mecânica, diferentes sistemas têm sido apresentados na literatura, com ênfase em materiais cerâmicos. Cerâmicas transparentes com alta resistência ao impacto foram descritas por Sepúlveda e colaboradores (SEPÚLVEDA et at, 2011), os quais reportaram cerâmicas baseadas em nanocristais de espinélio sinterizado como uma alternativa viável, além de promissora, para aplicação em janelas e para-brisas de veículos militares. Uma outra demanda importante está relacionada à fabricação de janelas de grande área e sistemas expostos a condições ambientais agressivas, como chuvas, incidência solar e atmosfera marinha, dentre outras. Considerando estas características com as necessidades de proteção balística, as opções de materiais disponíveis sofre uma forte redução e apenas alguns materiais são considerados viáveis, dentre os quais destacam-se a safira, o oxinitreto de alumínio (AlON ou $(AlN)_x \cdot (Al_2O_3)_{1-x}$, onde $0.30 \leq x \leq 0.37$) e o aluminato de magnésio na estrutura espinélio (BAYYA et al, 2005). A síntese de nanocerâmicas com tamanho de partículas menor que 50 nm foi descrita por Maglia e colaboradores (MAGLIA et al, 2013), os quais reportaram alterações significativas nas propriedades mecânicas destes materiais. Em especial, materiais monofásicos apresentaram propriedades notadamente superiores, porém, os autores destacam que interfaces entre diferentes fases ou materiais com composição variável podem também resultar em sistemas otimizados para aplicações altamente demandantes de resistência mecânica.

Nanomateriais surgem como uma alternativa promissora para a área de proteção balística, tendo em perspectiva a possibilidade de controle fino das propriedades do sistema e o resultante efeito sinérgico dos materiais envolvidos. Alguns trabalhos têm descrito as propriedades de nanopartículas e materiais nanocompósitos para aplicações em revestimentos de alta resistência ao impacto, notadamente com intuito de aplicação como proteção balística. Dentre estes, pode-se citar os nanocompósitos baseados em óxido de grafeno (GO) e poli(éter sulfona) (PES), os quais apresentam aplicações na área areoespacial, devido à otimização de características como a resistência ao impacto, o módulo elástico, dentre outras. Estes nanocompósitos, empregando entre 0,5 e 2,0 % em volume de GO, apresentaram formação de uma rede contínua nanoestruturada na matriz polimérica, resultando nas propriedades observadas.

Nanocompósitos baseados em resinas epóxi, nanopartículas de grafite e nanopartículas cerâmicas foram desenvolvidas por Ávila e colaboradores (ÁVILA et al, 2011), apresentando resultados promissores para aplicação como proteção balística de média distância. Os materiais obtidos foram submetidos a ensaios de impacto com munição de calibre 38 e 9 mm, exibindo interrupção completa da trajetória do projétil com configurações de uma ou duas placas de 5 mm, dependendo das condições de impacto. Um material semelhante foi desenvolvido pelo mesmo grupo (ÁVILA et al, 2010), apresentando propriedades de proteção térmica e anti-chamas, também importantes para aplicações como sistema de proteção individual.

Como mencionado, a aplicação final a que o material se destina impõe a necessidade de otimização de algumas propriedades, como transparência, densidade, flexibilidade e, até mesmo, condutividade (ou resistividade) elétrica elevada. Para alcançar esta combinação de características, a fabricação de nanocompósitos é apontada como uma alternativa promissora, na qual, a partir da escolha de sistemas adequados, possa-se obter materiais com propriedades únicas. Apesar disso, poucos trabalhos são encontrados na literatura relacionados ao estudo de nanocompósitos como materiais para proteção balística.

Nanocompósitos formados a partir da inserção de nanopartículas de silicatos lamelares em matrizes de poliéster insaturado foram estudadas por Esfahani e colaboradores (ESFAHANI et al, 2012), apresentando aumento no módulo de Young e na resistência ao impacto para quantidades pequenas de nanopartículas inorgânicas adicionadas à matriz (1,5% em massa). A resistência ao impacto de alta velocidade (ensaio de impacto balístico) também se mostrou significativamente otimizada, com a observação de um mecanismo característico de delaminação do material como forma de dissipação da energia de impacto. Alguns aspectos ainda a serem otimizados ou contornados foram apontados pelos autores, em particular a diminuição da resistência ao impacto com a adição de maiores quantidades de nanopartículas e o limite de dispersão de energia de impacto, aparentemente dominado pelo mecanismo de fratura do nanocompósito.

Considerando-se as necessidades prementes no desenvolvimento de materiais de alta resistência para blindagem, vários trabalhos visam a obtenção de nanomateriais com características específicas otimizadas, bem como testes destes materiais em simulações de impacto de alta velocidade (impacto balístico). Para tal, são desenvolvidos materiais baseados em resinas epóxi e nanopartículas inorgânicas modificadas quimicamente, visando a obtenção de redes poliméricas altamente reticuladas. Nestas, as superfícies das nanopartículas podem atuar como pontos de reticulação, ao mesmo tempo em que sejam também pontos de dissipação de energia de impacto.

2.3. Dispositivos de reconhecimento molecular e sensoreamento

O sensoreamento é uma parte fundamental da primeira etapa no combate a ameaças químicas e biológicas (VIANNA et al, 2014). Somente a partir do conhecimento especifico dos agentes químicos ou biológicos dispersos no ambiente, a ameaça pode ser efetivamente neutralizada. Desde 1957 (ZAK, 1957), técnicas espectrofotométricas têm sido empregadas na quantificação de substâncias em fluídos fisiológicos e há, atualmente, diversas metodologias para estas determinações analíticas. Os métodos mais utilizados no monitoramento de substâncias de interesse (ambiental, saúde humana ou industrial) continuam sendo os espectrofotométricos e cromatográficos, particularmente a cromatografia gasosa com ionização em chama ou acoplada à espectrometria de massas; ou ainda a cromatografia líquida de alta eficiência (HPLC) (KARIM et al, 2012). Entretanto, estas técnicas não viabilizam um monitoramento contínuo *in situ*, pois apresentam alto custo, não são imediatas e, em alguns casos, requerem etapas de extração ou pré-concentração, que aumentam o risco de perda de amostra e contaminação (WANG et al, 2009). Os sensores químicos e os biossensores eliminam alguns desses problemas, são portáteis, com operação simples e sua utilização diminui o uso de reagentes. Sua aplicação tem aumentado nos últimos anos em análises clínicas (D'ORAZIO, 2011), de alimentos (McGRATH et al, 2013) e mostram boas perspectivas quanto a sua utilização

no monitoramento *in situ* de efluentes (MWINYIHIJA, 2012). Entretanto, é importante ressaltar que a aplicação destes dispositivos deve ser encarada como um complemento às técnicas utilizadas tradicionalmente, uma vez que alguns sensores ainda apresentam limitações relacionadas a interferentes eletroquimicamente ativos e problemas de estabilidade, principalmente em amostras reais, e pequena durabilidade quando em uso (MERHVAR, ABDI, 2004). Em comparação às técnicas frequentemente empregadas, a utilização de métodos eletroquímicos na determinação de analitos de origem química ou biológica pode apresentar vantagens em relação à velocidade e ao custo de execução da determinação (RAHMAN et al, 2008).

Polímeros intrinsecamente condutores apresentam uma estrutura eletrônica peculiar, na qual ocorre deslocalização de elétrons p e, consequentemente, condutividade eletrônica. Esta condutividade se dá tanto na direção da cadeia polimérica quanto entre cadeias, através do deslocamento de portadores de carga (*polarons* e *solitons*). O comportamento de condutividade destes materiais depende fortemente de sua estrutura molecular, do método de obtenção e de seu estado de oxidação, variando de muitas ordens de grandeza e podendo alcançar valores de até 10^3 $S.cm^{-1}$. Devido às suas propriedades eletroquímicas (em particular, condutividade e estabilidade eletroquímica) e possibilidade de processamento, várias aplicações para os polímeros condutores têm sido propostas e testadas, como materiais de eletrodo em baterias, capacitores, dispositivos eletrocrômicos e outros.

Um biossensor é um dispositivo constituído de um elemento biológico e um transdutor. De acordo com a matriz a qual se deseja analisar, abrangem diferentes elementos biológicos (enzimas, anticorpos, microrganismos etc.) e transdutores físicos (eletroquímicos, ópticos, termométricos etc.). Assim, um biossensor faz o reconhecimento da substância de interesse pela especificidade do material biológico ativo (através de uma reação química ou processo físico) e pela ação do transdutor é gerado um sinal mensurável (corrente, calor, luz), proporcional à concentração do analito na amostra (KIMMEL et al, 2012). Biossensores amperométricos (ou eletroquímicos) são dispositivos que apresentam resposta elétrica específica para diferentes substâncias em uma amostra. Frequentemente, durante a detecção do analito, há a conversão deste em outra espécie química, com liberação de elétrons que são recolhidos por um sistema, dando origem a um sinal eletroquímico (CARTWELL, 1997). O princípio de funcionamento de um biossensor eletroquímico encontra-se representado na Figura 3, no qual um biossensor diferencia-se de um sensor eletroquímico convencional pela presença de um elemento de conversão bioeletroquímica no dispositivo, no caso, uma enzima.

Os trabalhos descritos na literatura sobre o desenvolvimento de biossensores eletroquímicos utilizando polímeros condutores envolve a síntese química ou eletroquímica do polímero com a imobilização de enzimas específicas durante este processo. Esta imobilização pode ser covalente (RAHMAN et al, 2007) ou *via* interações intermoleculares entre a enzima e a matriz do polímero (SEKER, BECERIK, 2004). Diferentes métodos de imobilização são descritos na literatura, envolvendo a modificação química de superfícies de filmes poliméricos (FIORITO et al, 2006), o encapsulamento de enzimas com revestimento de polímero condutor (RAMANAVIČIUS et al, 2005) e a imobilização de enzimas durante eletropolimerização (WANG, MUSAMEH, 2005), dentre outros.

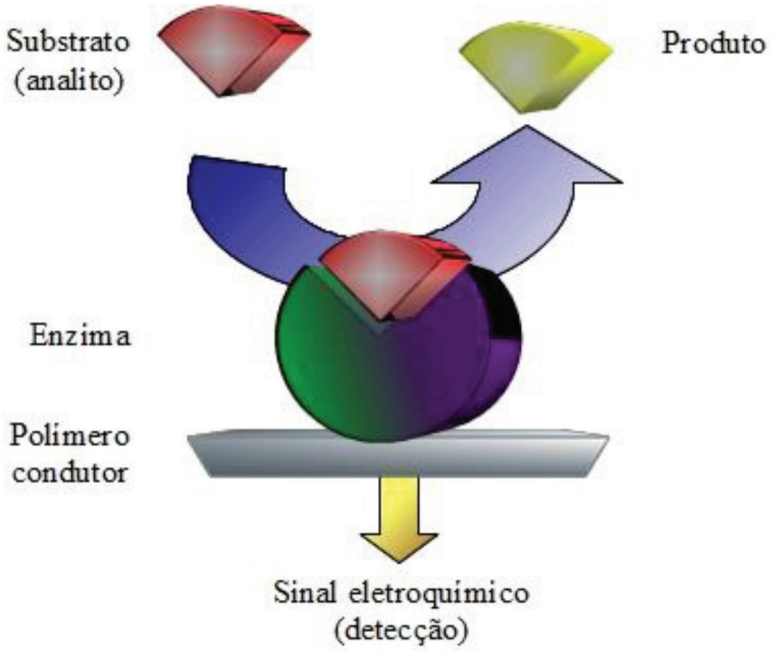


Figura 3 – Esquema representativo do princípio de funcionamento de um biossensor eletroquímico.

A determinação eletroquímica de compostos nitroaromáticos em solução consiste em uma tecnologia analítica estabelecida, a qual emprega, em alguns casos, eletrodos de grafite modificados ou eletrodos baseados em nanotubos de carbono (NTC) e nanopartículas de ouro, como descrito por Riedel e colaboradores (RIEDEL et al, 2014), dentre outros. Naquele trabalho, os limites de detecção alcançados foram satisfatórios, entre 1,2 e 1500 ppb porém, permitindo ainda sua otimização. Em artigo publicado recentemente, nanopartículas Pd-Pt suportadas em NTC foram empregadas na detecção de compostos nitroaromáticos, apresentando um limite de detecção menor que 1,0 ppb (YUAN et al, 2014).

Os trabalhos nesta área, em geral, apresentam uma abordagem envolvendo a fabricação de sensores baseados em polímeros condutores nanoestruturados e nanopartículas de óxidos de metais de transição. Muitos destes trabalhos têm como foco o desenvolvimento de sensores para determinação de compostos de interesse, em especial, explosivos e substâncias utilizadas como agentes de guerra química e biológica.

3. Conclusões

O desenvolvimento de nanomateriais tem mostrado impactos sensíveis em diversas áreas que impactam diretamente as tecnologias aplicadas à Defesa. Em particular,

materiais para conversão e armazenamento de energia; materiais para proteção balística e dispositivos de reconhecimento molecular e sensoreamento. A obtenção destes nanomateriais e sua aplicação em dispositivos tem alavancado um avanço significativo em tecnologias de Defesa e, apesar disso, ainda há muito a ser alcançado e otimizado.

Referências

Armand, M. e Tarascon, JM (2008) Construindo Melhores Baterias. Nature, 451, 652-657.

Ávila, A.F., Yoshida, M.I., Carvalho, M.G.R., Dias, E.C., Ávila Jr, J. (2010) Na investigation on post-fire behavior of hubrid nanocomposites under bending loads. *Composites Part B: Engineering,* 41, 380–387.

Ávila, A.F, Neto, A.S., Nascimento Jr, H. (2011) Poly (Methyl Methacrylate)-SiC Nanocomposites Prepared Through in Situ Polymerization. *International Journal of Impact Engineering,* 38, 669–676.

Bayya, S, JS Sanghera, ID Aggarwal, G Chin. (2005) Overview of transparent optical ceramics for high-energy lasers at NRL. *SPIE (International Society for Optics and Photonics) Proceedings,* 5786, 262–271.

Borup, R, J Meyers, B Pivovar, YS Kim, R Mukundan, N Garland, D Myers, M Wilson, F Garzon, D Wood, P Zelenay, K More, K Stroh, T Zawodzinski, J Boncella, JE McGrath, M Inaba, K Miyatake, M

Cartwell, RW. Chemical sensors, Oxford University Press, 1997.

Caygill, JS, S.D. Collyer, J.L. Holmes, F. Davis, S.P.J. Higson (2013) Electrochemical Detection of TNT at Cobalt Phthalocyanine Mediated Screen-Printed Electrodes and Application to Detection of Airborne Vapours. *Electroanaslysis,* 25, 2445–2452.

D'Orazio, P.(2011) Biosensors in clinical chemistry. *Analytica Chimica Acta,* 412, 1749–61.

Esfahani, JM, M Esfandeh, AR Sabet (2012) High-velocity impact behavior of glass fiber-reinforced polyester filled with nanoclay. *Journal of Applied Polymer Science,* 125, E583–E591.

Fiorito, PA, CMA Brett, SIC Torresi. (2006) Polypyrrole/copper hexacyanoferrate hybrid as redox mediator for oxidase based-biosensors. *Talanta 69, 403–408.*

Gleiter, H. (2000) Nanostructured materials: basic concepts and microstructure. *Acta Materialia* 48, 1–29.

Haubold, HG, TH Vad, H Jungbluth, P Hiller. (2001) Nano structure of NAFION: a SAXS study. *Eletrochim. Acta,* 46:1559.

Hickner, MA, H Ghassemi, YS Kim, BR Einsla, JE McGrath. (2004) Alternative polymer systems for proton exchange membranes (PEMs). *Chem. Rev.* 104, 4587–611.

Huang, SY, P Ganesan, BN Popov. (2010) Electrocatalytic activity and stability of niobium-doped titanium oxide supported platinum catalyst for polymer electrolyte membrane fuel cells. *Applied Catalysis B – Environmental* 96, 224–231.

Karim, F, ANM Fakhruddin. (2012) Recent advances in the development of biosensor for phenol: a review*Reviews in Environmental Science and Biotechnology,* 11, 261–274.

Kerres. JA. (2001) Development of ionomer membranes for fuel cells. *J. Membr. Sci.* 185, 3–27.

Kimmel, DW, G Leblanc, ME Meschievitz, DE Cliffel. (2012) Electrochemical sensors and biosensors. *Analytical Chemistry* 84, 685–707.

Klapper, M, S Nenov, R Haschick, K Muller, K Mullen. (2008) Oil-in-oil emulsions: a unique tool for the formation of polymer nanoparticles. *Accounts of Chemical Research* 41, 1190–201

Kumar, A, A Robinson, J Kumar. (2014) Comparing conjugated polymer thin film and electrospun nanofiber sensing elements for detection of explosives *Journal of Nanoscience and Nanotechnology,* 14, 6781–6785.

Luo, J, MM Maye, NN Kariuki, L Wang, P Njoki, Y Lin, M Schadt, HR Naslund, CJ Zhong. (2005) Electrocatalytic oxidation of metanol:carbon-supported gold-platinum nanoparticle catalysts prepared by two-phase protocol. *Catalysis Today,* 99, 291–297.

Maglia, F, IG Tredici, U Anselmi-Tamburini. (2013) Densification and properties of bulk nanocrystalline functional ceramics with grain size below 50 nm. *Journal of the European Ceramic Society,* 33, 1045–1066.

McGrath, TF, K Andersson, K Campbell, TL Fodey, CT Elliott. (2013) Development of a rapid low cost fluorescent biosensor for the detection of food contaminants. *Biosensors and Bioelectronics,* 41, 96–102.

Merhvar, M, M Abdi. (2004) Recent Developments, Characteristics, and Potential Applications of Electrochemical Biosensors.*Analytical Sciences,* 20(8), 1113–1126.

Mwinyihija, M. (2012) Application and Relevance of Biosensors in The Tanning Industry. *International Journal of Environmental Research,* 6, 969–984.

Naka, K, H Itoh, SY Park, Y Chujo. (2004) Synthesis of Nanocomposites of Metal Nanoparticles Utilizing Miscible Polymers. *Polymer Bulletin,* 52, 171–176.

O'Hayre, R, FB Prinz. (2004) The air/platinun/nafion triple phase boundary:characteristics, scaling and implications for fuel cell. *Journal of The Electrochemical Society* 151, A756.

Paddison, SJ, JA Elliott. (2005) Molecular Modeling of the Short-Side-Chain Perfluorosulfonic Acid Membrane. *J. Phys. Chem. A,* 109, 7583–7593.

Pham, TL, PV Dung, A Sugiyama, ND Duc, T Shimoda, A Fujiwara, DH Chi. (2010) First principles study of the physisorption of hydrogen molecule on graphene and carbon nanotube surfaces adhered by Pt atom. *Computational Materials Science,* 49, S15–S20.

Rahman, MA, MS Won, YB Shim. (2007) Xanthine sensors based on anodic and cathodic detection of enzymatically generated hydrogen peroxide. *Electroanalysis, 19, 631–637.*

Rahman, A, P Kumar, DS Park, YB Shim. (2008) Electrochemical Sensors Based on Organic Conjugated Polymers. *Sensors, 8, 118–141.*

Ramanavičius, A, A Kaušaitė, A Ramanavičienė. (2005) Polypyrrole-coated glucose oxidase nanoparticles for biosensor design. *Sensors and Actuators B, 111/112, 532–539.*

Rao, CNR, A Müller, AK Cheetham (Eds.) "The Chemistry of Nanomaterials: Synthesis, Properties and Applications", Vol. 1, Weinheim, 2004, cap. 1.

Ren, SZ, GQ Sun, CN Li, ZX Liang, ZM Wu, W Jin. (2006). Organic sílica/Nafion (R) composite membrane for direct methanol fuel cells *J. Membr. Sci.* 282, 450–455.

Riedel, J, M Berthold, U Guth. (2014) Electrochemical determination of dissolved nitrogen-containing explosives. *Electrochimica Acta* 128, 85–90.

Sepúlveda, JL, RO Loutfy, SY Chang, S Ibrahim, *High performance spinel ceramics for IR windows and domes*; *in*: RW Tustison, editor. *Window and dome technologies and materials XII*, 8016 (2011).

Seker, S, I Becerik. (2004) "A neural network model in the calibration of glucose sensor based on the immobilization of glucose oxidase into polypyrrole matrix. *Electroanalysis 16, 1542–1549.*

Shang, XY, XH Li, M Xiao, YZ Meng. (2006) Synthesis and characterization of sulfonated fluorene-containing poly(arylene ether ketone) for high temperature proton exchange membrane. *Polymer,* 47, 3807–3813.

Vianna Jr, AS, FCS Siqueira, L Radusweski, ALS Lima. (2014) CFD e a Defesa Química. *Rev. Virtual Quim.* 6, 815–832.

Yuan, C-X et al, (2014) A new electochemical sensor of nitro aromatic compound based on three-dimensional porous Pt-Pd nanoparticles supported by graphene-multiwalled carbon nanotube composite. *Biosensors and Bioelectronics* 58, 85–91.

Wang, J, M Musameh. (2005) Carbon-Nanotubes Doped Polypyrrole Glucose Biosensor. *Analytica Chimica Acta 539, 209–213.*

Wang,P, M Liu, J Kan. (2009) Amperometric phenol biosensor on polyaniline. *Sensors and Actuators B* 140, 577–584.

Wang, SF et al, (2013) Transparent ceramics: Processing, materials and applications. *Progress in Solid State Chemistry* 41, 20–54.

Zak. B. (1957) Simple rapid microtechnic for serum total cholesterol. *American Journal of Clinical Pathology 27, 583–588.*

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

Recebido/Submission: 25/11/2018
Aceitação/Acceptance: 30/12/2018

Visión Geopolítica del Ecuador, frente al uso del Espacio Ultraterrestre

Christian Ortiz Guerra[1,4], Tatiana Merino Medina[2], Alex Jiménez Vélez[3], Milton Reyes[1]

2212.sion@gmail.com, tatymerino25@gmail.com, afjimenezv@gmail.com, milton.reyes@iaen.edu.ec

[1] Instituto de Altos Estudios Nacionales, Av. Amazonas y Villalengua, 170507, Quito, Ecuador.

[2] Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología, Núñez de Vela y Corea, 170507, Quito, Ecuador.

[3] Centro de Investigación y Desarrollo de la Fuerza Aérea Ecuatoriana, Izamba, Ambato Ecuador.

[4] Comando de Educación y Doctrina Militar Aeroespacial, Av. La Prensa y Carlos V, 170512, Quito, Ecuador.

Pages: 421–430

Resumen: El presente trabajo de investigación documental de nivel exploratorio, se enmarca desde una perspectiva geopolítica, en el análisis de los antecedentes y problemática que envuelve al uso del espacio ultraterrestre tanto a nivel mundial como regional. Además considera una aproximación teórica, de cómo el uso del mismo influye geopolíticamente al Ecuador, planteando ejemplos contemporáneos y algunas consideraciones relevantes para el caso ecuatoriano.

Palabras-clave: Geopolítica, Espacio ultraterrestre, Ecuador

Geopolitical vision of Ecuador, against the use of Outer Space

Abstract: The present research study of exploratory level, was made in the context a geopolitical perspective, in the analysis of the antecedents and problematic that envelops the use of outer space both globally and regionally. It also considers a theoretical approximation of how the use of it influences geopolitically to Ecuador, posing contemporary examples and some relevant considerations for the Ecuadorian case.

Keywords: Geopolitics, Ecuador, Outer Space

1. Antecedentes y problemática mundial y regional

A lo largo de la historia, se puede observar que el espacio físico ocupado por la población, se debía defender para poder sobrevivir, y es por esto que "el espacio rige la historia de la humanidad" (Haushofer, 1975). Cada uno de nosotros, somos un factor que representa su papel en la política mundial y cuando se habla del dominio del espacio, hay potencias que tienen grandes espacios físicos y podrían integrar esos espacios, y ocuparlos inmediatamente o en un futuro próximo (Haushofer, 1975).

Es por eso que en la actualidad, existe un nuevo espacio conocido como "espacio ultraterrestre", el cual abre oportunidades y desafíos para la humanidad, enfocándose principalmente en la exploración y utilización de dicho espacio con fines pacíficos, donde su aplicabilidad cada vez es mayor (Mack, 2003).

Por tanto, es necesario recalcar el significado de espacio, mismo que puede ser definido como el "ambiente geográfico y mundo circundante en que vive un estado" (Ratzel et al., 1975). Además, al no existir una definición legal, científica y técnica que cuente con aceptación universal de lo que se considera como espacio exterior, se puede decir que éste último, inicia por encima de la línea de los cien kilómetros desde la superficie terrestre, conocida con el nombre de línea Kármán, en honor al científico que la estableció (Gasparini, 1991).

Remontándonos a la historia, la expansión territorial efectuada por los Imperios Británico y Español, fue considerada normal, ya que pudieron proyectar y establecer su cultura y presencia física en esos territorios conquistados. Esta tendencia expansionista se sigue manteniendo, siendo Estados Unidos un estado referente que trata de cierta manera imponer su poderío ocupando espacios alrededor del mundo, y concuerda con Ratzel quien indica que: "la expansión territorial constituye la materialización más evidente y concreta del éxito histórico" (Ratzel et al., 1975).

Además no solo se debe considerar al espacio como factor político y económico, sino también la importancia que tiene como factor militar; como fue el caso de Rusia en el inicio de la Segunda Guerra Mundial, quien utilizo este concepto para trasladar sus industrias hacia el Este, fuera del radio de acción de los bombarderos enemigos (Ratzel et al., 1975).

Dentro de la denominada Guerra Fría, el desarrollo de los soviéticos y los estadounidenses, tuvo como fin el control de este espacio ultraterrestre, mismo que se orientó especialmente al dominio estratégico fuera de la órbita terrestre, para alcanzar el anhelado control de los espacios –command of the commons- y extender su dominio a todos los entornos de batalla: tierra, mar, aire y espacio (Mourelle, 2017).

Ahora bien, si hablamos de países de América Latina, podemos decir que también sus esfuerzos en referencia al uso del espacio ultraterrestre, ha tenido una visión geopolítica. Como es el caso de Argentina, quien señala a la geopolítica, en cuatro ámbitos de las acciones de los Estados-Nación: la tierra, el mar, el aire y el espacio, y aunque establece una diferenciación al priorizar las dimensiones geográficas de la geopolítica, las divide en dos: la superficialidad y la trans-superficialidad. La primera es propia del espacio de la geopolítica terrestre y naval, y la segunda agrupa al espacio aéreo con la esfera espacial; permitiendo comprender a la geografía desde un punto de vista aeroespacial (Bergamaschi, Amrein, González, & Gratacos, 2013).

Casos como la visión del estado Argentino, permiten hablar de espacios geográficos que dimensionan la morfología del Estado Nación: terrestre, marítimo y aeroespacial, siendo el espacio aeroespacial, quien bajo el concepto de trans-superficialidad abarca al espacio terrestre y al marítimo o espacios superficiales.

Para Argentina es muy importante este nuevo espacio, y que el Estado tenga la capacidad de actuar a través del aeroespacio, contribuyendo al logro de objetivos políticos

seleccionados, a través de su poder Aeroespacial (Bergamaschi, Amrein, González, & Gratacos, 2013).

Finalmente, debemos mencionar que dicho país dispone de una Política Aeroespacial, misma que está alineada con las decisiones del Poder Ejecutivo Nacional, y esta política es considerada uno de los instrumentos del Poder Estratégico Nacional.(Bergamaschi, Amrein, González, & Gratacos, 2013).

Por otra parte, en el caso del Estado Mexicano, quien tiene a Estados Unidos como país limítrofe, y la implicación que este conlleva como potencia mundial, podemos decir que presenta ciertas ventajas y desventajas que le han condicionado al estancamiento en esta temática. México considera a la Geopolítica como una ciencia que estudia y analiza la influencia de los factores geográficos, históricos y sociales en la conformación del Poder nacional de los Estados, para determinar las políticas que permiten alcanzar los objetivos nacionales (Cabriada, 2016) y esto les ha obligado a centrar sus esfuerzos en la generación de tecnología propia, en especial en el sector aeronáutico.

Además considerando de que el factor geográfico resulta ser un factor clave para el desarrollo económico, industrial y comercial, donde como es el caso de México, este factor la ha permitido: tener la salida hacia el Pacífico y el Atlántico, tener una conexión con Asia y Europa, tener la cercanía con Estados Unidos y Canadá, tener conexión con los mayores inversionistas y desarrolladores de tecnología aeronáutica (Cabriada, 2016: 27), han posicionado a este país como un Estado con una posición geoestratégica importante con ciertas ventajas para el desarrollo de su industria aeronáutica.

Asimismo si consideramos a la autarquía como la solución del problema económico general, planteando el equilibrio entre el súper desarrollo y el desarrollo (Ratzel et al., 1975); la industria aeronáutica mexicana ha involucrado profesionales y ramas de todo tipo: astrofísicos, matemáticos e ingenieros varios hasta cartógrafos, geólogos y biólogos, meteorólogos, topógrafos, físicos, médicos, e incluso, veterinarios, publicistas, artistas, diseñadores y psicólogos (Gallego, 2013), lo que ha supuesto un importante avance del desarrollo de esta industria dentro de México.

Esto nos lleva a considerar que, la tecnología ha desarrollado beneficios y aplicaciones, que han llegado a ser muy útil para la humanidad. Y en lo que corresponde al uso del espacio ultraterrestre, ha avanzado a pasos agigantados trayendo muchas ventajas y desventajas. Una de estas desventajas se ve identificada en lo que indica Marchán en su libro Derecho Internacional del Espacio, Teoría y Política:

Las más avanzadas exploraciones en el espacio - dijo – servirán sólo para traer nuevas razones de desunión, si es que concomitantemente no están acompañadas de una más profunda intención moral y de una más consciente actitud de devoción por los altos intereses de la humanidad. (Marchán, 1987)

Del mismo modo, debido al crecimiento de las tecnologías de la comunicación, en lo que se refiere a las Posiciones Orbitales Geoestacionarias (P.O.G.), está considerado un recurso natural escaso y que necesita ser regulado. (Del Negro, 2016)

Hay que advertir que, aunque el Tratado para el uso del Espacio Ultraterrestre es muy claro al exponer que será solamente para fines pacíficos, se puede indicar que existen muchas potencias mundiales, que utilizan sus satélites para usos como inteligencia de

imágenes, comunicaciones militares, seguridad marítima, entre otras. Y es aquí donde se habla ya de un término nuevo en el derecho, que viene a ser el Derecho Espacial y por ende la Criminología Espacial, donde existen países con un gran potencial de guerra y al ser gobernados por personajes considerados muy peligrosos, basados en sus rasgos de personalidad y/o psicopatologías señaladas como trastorno antisocial de personalidad (Hikal, 2011), también se convierten en una amenaza para la humanidad.

Asimismo, las naciones que tienen gran poder económico y tecnológico, pueden disfrazar su ambición de control, así como lo indica Hikal:

> *Respecto la exploración de otros Planetas…la ambición de las Naciones y de sus líderes por lograr el poder y el control mundial […] es claro y percibido por cualquier humano con conocimientos al tema político (Hikal, 2011)*

Se comprende que, se podría utilizar el espacio ultraterrestre para una posible lucha futura como, por ejemplo, la búsqueda de agua, fuentes de energía (territorio, poder, fuerza, superioridad) y también para el espionaje, que, con toda esta tecnología desarrollada, podría usarse el Espacio Ultraterrestre, para realizar misiones de espionaje a otros países (Hikal, 2011).

Se puede considerar también que existe un nuevo actor fuerte en el campo de los satélites espías, mismo que es China. Y se considera de esta manera, porque este país ha avanzado mucho en lo que se considera la era espacial. Periódicamente, EE.UU. acusa a China de utilizar láser de altas energías con bases terrestres, con el fin de cegar satélites espías norteamericanos cuando sobrevuelan el espacio chino. En EE.UU. están convencidos de que China desarrolla un tipo de armas anti-satélite, a sabiendas de que el espacio desempeñará un papel cada vez más importante a nivel estratégico-defensivo. EE.UU. considera que la búsqueda de esta capacidad por parte de China, indica que busca una confrontación asimétrica con EE.UU, en lugar de una guerra directa.

China por su parte, rechaza las acusaciones, las considera un pretexto para desarrollar nuevas armas espaciales y enfrentarse a rivales potenciales que puedan destruir la red espacial de EE.UU. reiterando que en ningún caso seguirá los pasos de la URSS (Ríos, 2007).

También se puede considerar que las grandes potencias y en el Nuevo Orden mundial, exigen información militar de alto secreto de los países rivales y potencialmente enemigos, siendo Estados Unidos y la Federación Rusa, los principales actores del espionaje militar aéreo (Sánchez, 2008). Este espionaje, no se trata del tradicional espionaje secreto, se trata de espionaje militar en el aire, la vigilancia sofisticada y desde el aire de los medios y adelantos militares, incluyendo la obtención de fotografías detalladas de mencionada información.

Como lo indica Sánchez en su artículo Las Nuevas Doctrinas Militares, el espionaje militar aéreo y la tecnología en la guerra, acerca del espionaje militar:

El espionaje militar aéreo se ha convertido pues desde sus inicios a mediados de los 1950´s en un nuevo elemento que ha venido a alterar la ecuación de poder, primero entre las dos Superpotencias y hoy entre las Grandes Potencias Militares entre sí (Sánchez, 2008)

Y es por estas razones que existen muchos gobiernos que adoptan ciertas medidas y tienen dentro de sus políticas y doctrinas, el uso y dominio del espacio ultraterrestre,

como algo propio del gobierno. En el campo de la Defensa, se puede tomar en cuenta que existen poderes económicos y tecnológicos en los siglos XX y XXI respectivamente (Soteras, 2006), se considera muy importante para las grandes potencias mundiales, especialmente las que tienen los poderes económicos y tecnológicos, el poder tener el control de ese espacio para que sirva en la Defensa de un país.

Como un ejemplo claro de esto, se puede poner a Rusia, un país que se considera una potencia mundial y que ha tomado en serio el control del espacio ultraterrestre y se lo puede demostrar cuando en la Doctrina Militar de la Federación Rusa, ha identificado dentro de las principales amenazas militares, al control del espacio. También ha identificado dentro de la naturaleza y características de la guerra moderna, al efecto en el enemigo hacia la profundidad simultáneamente en la información global del espacio, espacio aéreo, tierra y mar (Putin, 2014). Esto prácticamente se iría en contra de lo que claramente indica el Tratado del Uso del espacio ultraterrestre al referirse al uso pacífico de este espacio.

Al ser un espacio nuevo a ser explorado, comenzó a ser utilizado por las grandes potencias mundiales de una manera desmesurada, y por esta razón, después de 10 años de haber sido lanzado por primera vez un satélite al espacio, en el año 1967, se realiza el Tratado sobre los Principios que deben regir las actividades de los estados en la exploración y utilización del espacio ultraterrestre, incluso la luna y otros cuerpos celestes, mismo que reconoce el interés de toda la humanidad en el proceso de la exploración y utilización del espacio ultraterrestre con fines pacíficos (Outer & Law, 2014).

Adicional a lo anterior, se puede verificar que en el mismo tratado, indica que:

> *"Los Estados Partes en el Tratado se comprometen a no colocar en órbita alrededor de la Tierra ningún objeto portador de armas nucleares ni de ningún otro tipo de armas de destrucción en masa, a no emplazar tales armas en los cuerpos celestes y a no colocar tales armas en el espacio ultraterrestre en ninguna forma" (Outer & Law, 2014)*

A pesar de esto, el presidente de los Estados Unidos George Bush, después de los atentados del 11S, dejaría de ver a esta última frontera como patrimonio de la humanidad, y el Pentágono la transformaría en un nuevo apéndice de luchas geopolíticas que tenían como finalidad difundir la pax americana "hasta el infinito y más allá" (Mourelle, 2017). La doctrina Bush se puede evidenciar que cualquier traba para la libertad de acción de Estados Unidos en el espacio, resultaría inaceptable y violaría su soberanía nacional (U.S. Department of Defense, 2001), cuyo objetivo era desarrollar un escudo antimisiles que protegiese a EE.UU. por todos los medios a su alcance contra hipotéticos ataques procedentes de "Estados Canallas"

2. Aproximación Teórica

Si tomamos una base o aproximación teórica, acerca del Estado y el espacio, se puede indicar que, sobre la base del realismo, las teorías de Maquiavelo y de Clausewitz:

> *"El Estado permanentemente se encuentra en situación de inseguridad, por consiguiente, recomiendan adoptar diversas medidas que se inscriben en*

> *una política de poder, que en el fondo, significa que los estados más fuertes imponen su voluntad a los más débiles. Es por esto, que la guerra o la amenaza de invasión tiene un papel trascendental en esas recomendaciones realistas de las relaciones internacionales" (Montenegro, 2006).*

Entonces, en todo lo que implique la utilización de cualquier medio o espacio por parte de un Estado, se puede deducir que existe la predisposición de imponer la voluntad ante otro que tenga debilidades; en este sentido, el uso de un espacio, todavía no explotado, se convierte en cierta forma, en una amenaza, tampoco se puede dejar a un lado los modelos geopolíticos clásicos, ya que lejos de haber cumplido un ciclo vital, deben comenzar a sufrir nuevas interpretaciones, especialmente en áreas donde no hay un estudio más profundo, como es el caso del espacio exterior y el ciberespacio (Bergamaschi et al., 2013)

En este contexto, nacen definiciones sobre lo que significa la geopolítica aeroespacial, cuya definición es "estudio de la incidencia global que sobre el Estado y otros actores internacionales pueden ejercer las condiciones e influjos geográficos, permitiéndoles a sus órganos de conducción evaluar las pautas políticas a seguir tendientes a consolidar una situación geográfico-política anhelada en el aeroespacio de interés nacional" (Bergamaschi et al., 2013)

Si en geopolítica clásica "Las teorías del poder relacionaron espacios físicos con la dominación del mundo" (Montenegro, 2006), aquí se puede indicar, que el uso del espacio ultraterrestre, ha llevado a otros países a observar a este espacio, poco explorado, para obtener poder en un espacio que pocos pueden alcanzar, debido a sus limitaciones tecnológicas.

De igual modo, dentro de las teorías geopolíticas, específicamente en la teoría del dominio del espacio aéreo de Reigner, el gran investigador Robert Hutchings Goddar, indicaba que jugaba un papel muy importante las especulaciones relacionadas con el dominio del globo por medio del aire, en esos momentos, cuando el hombre iniciaba el dominio del espacio (atmosférico) (Cadena, 2006).

Esto debe considerarse de manera especial, porque la tecnología ha avanzado, y si el espacio aéreo o ultraterrestre es usado, se cumple con "la clara concepción política de que una verdadera conquista mundial debe dejar la tierra y el agua, y basarse en postulados reales del momento" (Cadena, 2006), es decir, el dominio del espacio ultraterrestre.

También hay que considerar que el uso del espacio ultraterrestre en estos días es de gran importancia y como un factor geopolítico, será aún mayor que durante la Guerra Fría, debido a los niveles de desarrollo que se dan en la actualidad, aumentan las potencialidades del uso del espacio exterior, el cual será escenario potencial de confrontación (Gallego, 2013).

Es tan crítico e importante el tema, que el actual presidente de los Estados Unidos, Donald Trump, en declaraciones realizadas en el Consejo Nacional del Espacio el 18 de junio del 2018, ordenó iniciar la creación de la Sexta Fuerza, que sería la Fuerza Espacial, para unirse a las ya existentes: Fuerza Aérea, Terrestre, Naval, Guardia Nacional y Marines, e indicó que: "Nuestro destino más allá de la Tierra no es solo una cuestión de identidad, es una cuestión de defensa nacional".

Como se puede notar en lo último indicado, el colocar armamento militar, se va en contra de todos los tratados internacionales sobre el uso del espacio ultraterrestre, y se puede observar con esta actitud, que la construcción de la amenaza, se observa desde el ente que se siente amenazado y por esta circunstancia, se justifican, ante todo el mundo, las acciones que vean convenientes para resguardar la defensa nacional.

3. El Ecuador frente a esta problemática

Latinoamérica ha tenido avances significativos en lo que respecta el uso del espacio ultraterrestre y el uso que les dan algunos de estos países, son netamente para la seguridad humana de los habitantes de mencionados países. Algunos ejemplos son Argentina, Bolivia, Venezuela. Otros ya han pasado a un siguiente nivel, como es el uso militar, como Brasil y Perú, siendo este último, vecino del Ecuador.

Si consideramos que los elementos geopolíticos, como la fuerza geográfica, traducida en el potencial del territorio; y la fuerza política, que se fundamenta en la capacidad del hombre, generan la fuerza geopolítica, que daría como resultado en el poder del hombre sobre el suelo, la capacidad de dominio de una nación sobre un determinado espacio geográfico (Merizalde, 1988), se puede considerar que Perú tiene una ventaja sobre Ecuador en el campo del uso del espacio ultraterrestre. Ese poder del hombre que tiene sobre "el suelo", entendiéndose territorio o espacio, porque Ecuador no ha salido de esa zona de confort al no internarse en un espacio poco explorado, pero Perú si lo ha hecho y es por esto ahora tiene un satélite que lo ha proyectado geopolíticamente.

En el caso del Perú, este país posee un satélite óptico, lanzado en el año 2016 y cuyo propósito es levantar imágenes del territorio nacional, pero tiene la capacidad de realizar este procedimiento, sobre cualquier parte del mundo. Esto ha servido para detectar la tala ilegal en la selva peruana. Más de 107.000 imágenes se han puesto a disposición para tareas de seguridad y defensa y la medición del impacto de la deforestación. Si tomamos en cuenta que 78 instituciones (entre las que se destacan las Fuerzas Armadas, Gobiernos regionales y ministerios), han realizado sus solicitudes, se estarían ahorrando alrededor de 250 millones de dólares en ahorros en su primer año activo, recuperando los 200 millones que se gastó en su compra y puesta en órbita, se puede afirmar que realmente esto ha sido usado para la Seguridad y Defensa.

En el caso ecuatoriano, tenemos el Instituto Espacial Ecuatoriano (IEE), creado en el año 2012, que es una entidad adscrita al Ministerio de Defensa Nacional y su trabajo está enfocado a la investigación y desarrollo de la tecnología espacial y la cultura espacial. Se puede observar que no están reflejados proyectos a largo plazo, pero su visión para el año 2030 indica que se debe impulsar el desarrollo de las tecnologías espaciales, para que el Estado Ecuatoriano ejerza los derechos de los segmentos correspondientes en la órbita sincrónica geoestacionaria. Pero en este caso, se puede observar la decisión política de desaparecer este instituto, situación que podría poner al Ecuador en desventaja frente a los países de la región, en el campo de seguridad y defensa, pero también en el campo de la geopolítica, se podría pensar en una desventaja en lo que respecta a la soberanía, ya que no se puede ir a la par de los países de la región.

Si se considera a la proyección de un Estado hacia el espacio ultraterrestre, este es el que se le considera, al espacio circundante del Estado. En caso del Ecuador se tiene dicha proyección con dos segmentos en la órbita espacial geoestacionaria, tanto del espacio continental como el espacio insular, siendo este último el que más está ocupado por satélites de otros países. Este recurso considerado limitado, tiene sectores que a ningún país le interesa colocar satélites, y también hay otros sectores que son usados para prestar servicios a las zonas de más intenso tráfico de comunicaciones, "en los que el espaciamiento entre satélites es el mínimo posible, que están ya saturados y dentro de estos sectores se encuentra el segmento insular ecuatoriano" (Luna, 1982). Con estas afirmaciones, se puede indicar que es una realidad el uso de la órbita espacial y también el espacio ultraterrestre.

La ubicación del Ecuador tiene grandes ventajas que, a pesar que no tiene un espacio físico muy extenso, la ubicación es privilegiada por algunos aspectos, siendo el principal, un país que se encuentra exactamente sobre la línea ecuatorial, teniendo derechos sobre la órbita espacial geoestacionaria, que está netamente relacionado con esta ubicación. Si consideramos que "el espacio [...] debe ser colocado en segundo plano frente a la ubicación" (Ratzel et al., 1975), desde esa perspectiva el Ecuador podría ser más fuerte por su ubicación natural (al estar en la mitad del mundo) y esto lo haría más autónomo. Como ejemplo de lo indicado anteriormente, en el ciclo de conferencias organizadas por el Instituto Espacial Ecuatoriano, realizado el 18 de agosto del año 2018, los personeros chinos de la empresa China Academy of Space Technology (CAST), expusieron que existían algunas ventajas por la ubicación del Ecuador, siendo el uso menor de combustible, una de las más grandes ventajas. También se analizó que, la plataforma de lanzamiento podría ubicarse en Quito, por la altura de la ciudad y que, por ser un lugar céntrico, sería más fácil y rápido que el satélite entre en órbita. La desventaja que supondría una negativa en poder realizar esta iniciativa, es que el cohete debe ser lanzado con dirección ESTE, lo que significaría que, al momento de despegar, pasaría por sobre Perú y Brasil. Si llegara a existir algún inconveniente de caída del ingenio espacial, lo harían sobre esos países y podría haber grandes problemas, tanto físicos como políticos, razón por la cual, el personal de la empresa, indicaba que sería recomendable hacerlo desde alguna de las plataformas ya existentes en el mundo.

Actualmente el Ecuador políticamente, está desechando su visión en la carrera espacial, debido a la situación económica actual, requiriendo a futuro plantear una política contribuyente, que mínimamente apoye con las capacidades de las entidades encargadas para poder tener vigilancia y control del espacio aéreo de forma permanente (Bergamaschi et al., 2013).

Considerando al caso ecuatoriano, se debe pensar en fortalecer la geopolítica aeroespacial que le permita al Sector Defensa incrementar las capacidades estratégicas de sus Fuerzas Armadas, para contribuir de esta manera al cumplimiento de sus objetivos institucionales.

Finalmente, Ecuador debe tratar de proyectarse geopolíticamente hacia los países de la región y el mundo, motivando en sus autoridades la importancia de la temática espacial en la consecución de los objetivos nacionales, motivando a que se incluya el uso del espacio ultraterrestre en políticas públicas claras en todos los aspectos: económicos,

tecnológicos, militares, científicos y demás, donde se pueda observar claramente el apoyo hacia este tema.

4. Conclusiones

El uso del Espacio Ultraterrestre después de la Guerra Fría, ha sido altamente considerado por Estados potencias mundiales, por lo que Estados Unidos ha sumado todos los esfuerzos para poder controlar ese espacio, en detrimento de todas las normativas que existen para el uso del mismo. Como ellos lo consideran un lugar donde podría desarrollarse un conflicto, coincide con lo que implica la Geopolítica, debido a que los Estados tratan de ganar territorios/ espacios físicos, con la finalidad de supervivencia y tener la capacidad del poder del hombre sobre el suelo / espacio.

Además, en el contexto regional de algunos países, como Colombia, Venezuela, Brasil, Perú, Bolivia, entre otros, se han puesto en marcha en el uso del espacio ultraterrestre y tienen dentro de sus políticas, leyes, doctrinas, y normativa de todo lo orientado, para poder hacer uso efectivo del mismo y obtener la mayor cantidad de ventaja, al poder usarlo. Las políticas claras sobre el uso del espacio ultraterrestre, ayuda a tener presencia soberana sobre este espacio y proyectarse de forma geopolítica, no solamente hacia la región, sino también hacia el mundo

Sin embargo como se expuso en este estudio el Ecuador actualmente no tiene políticas públicas claras, leyes que sustenten económica, militar o tecnológica, que soporten efectivamente el uso del espacio ultraterrestre, por lo que el país se encuentra en desventaja ante otros países de la región y sus particularidades geopolíticas, se limitan a las fuerzas de superficie, terrestre y naval, situación el Ecuador no puede dejar pasar en alto y debe estar a la vanguardia de la tecnología en lo que refiere el uso de este espacio y del ciberespacio, que es una prioridad de los estados.

Conflictos de interés: Los autores declaran no tener conflictos de interés.

Referencias

Bergamaschi, J., Amrein, C., González, A., & Gratacos, M. A. (2013). Repensando la Geopolítica Aeroespacial: Hacia una Geopolítica del espacio Trans-Superficial.

Cabriada, A. (2016). Visión geopolítica : Realidades compartidas.

Del Negro, R. L. (2016). Industria espacial y geopolítica. El caso de ARSAT. In IX Jornadas de Sociología de la UNLP 5 al 7 de diciembre de 2016 Ensenada, Argentina. Universidad Nacional de La Plata. Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación. Departamento de Sociología.

Haushofer, K. (1975). Poder y espacio. Antología Geopolítica. Buenos Aires: Pleamar.

Hernández, C. S. (2009). Las nuevas doctrinas militares, el espionaje militar aéreo y la tecnologia en la guerra (2001-2008): de Hanoi a Bagdad II. Nómadas. Critical Journal of Social and Juridical Sciences, 21(1).

Hikal-Carreón, W. S. (2011). Criminología espacial.: Las conductas antisociales y delincuenciales fuera de la tierra. Derecho y cambio social, 8(25), 22.

Mack, A. (2005). El concepto de seguridad humana. Papeles de cuestiones internacionales, (90), 11-18.

Merizalde, L. (1988). Apreciación Geopolítica de el Ecuador y el Perú.

Montenegro, J. L. C. (2006). La geopolítica y los delirios imperiales de la expansión territorial a la conquista de mercados. Revista Relaciones Internacionales, Estrategia y Seguridad, 1(1), 115-141.

Mourelle, D. (2017). La militarización del espacio, última frontera de las Power Politics. World Literature Today, 76(3/4), 79. doi:10.2307/40157603

Outer, I., & Law, S. (2014). Tratado sobre los principios que deben regir las actividades de los estados en la exploración y utilización del espacio ultraterrestre, incluso la luna y otros cuerpos celestes.

Putin, V. Military Doctrine of the Russian Federation (2014).

Ratzel, F., Kjellen, R., Mackinder, H. J., Haushofer, K., Hillion, A., Weigert, H., & Spykman, N. J. (1975). Antología Geopolítica, 190.

Ríos, X. (22 de Febrero de 2007). *Instituto Galego de Análisis y Documentación Internacional*. Obtenido de http://www.igadi.org/china/2007/xr_china_y_sus_relaciones_eeuu_competencia.htm

Soteras, F. (2006). Militarismo y Sociedad. Escuela Superior de Guerra, 5, 98–99.

U.S. Department of Defense. (2001). Quadrennial Defense Review Report. Defense, 1–81. https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004

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

Recebido/Submission: 23/10/2018
Aceitação/Acceptance: 09/12/2018

Prótese Mioelétrica 3D Inteligente Utilizando Redes Neurais Artificiais e Internet das Coisas para Auxílio a Reabilitação de Soldados em Ambientes Remotos

Gleidson L. Silva[1], Nadison F. Silva[1], Francisco A. Brito-Filho[1]

gledson.leytte@hotmail.com, nadison180296@gmail.com, francisco.brito@ufersa.edu.br

[1] Laboratório de Intrumentação e Engenharia Biomédica, Deptartamento de Engenharias, Universidade Federal Rural do Semi-Árido - UFERSA RN 233 - KM 01, 59780-000, Caraúbas, RN, BRASIL

Pages: 431–441

Resumo: Com a ocorrência de guerras e missões, soldados acabam sendo lesionados a ponto de danificar ou perder um ou mais membros do seu corpo. Com o intuito de se fazer a reabilitação dos mesmos, nos últimos anos tem-se desenvolvido novas tecnologias assistenciais, com base em sinais eletromiográficos, destinadas a pessoas com membros amputados (superiores e/ou inferiores). Contudo, essa assistência pode ser limitada, uma vez que o acesso ao paciente é reduzido, especialmente em ambientes hostis, como em regiões de guerra ou conflitos. Assim, o presente artigo tem como principal objetivo, apresentar o desenvolvimento de uma prótese mioelétrica inteligente, confeccionada utilizando tecnologia de impressão 3D de baixo custo e com técnicas de processamento e classificação por redes neurais artificiais, bem como, comunicação à distância utilizando Internet das Coisas, de modo a permitir o monitoramento e o controle de próteses de forma remota, auxiliando na reabilitação de soldados, à distância, como em ambientes de guerra.

Palavras-clave: Eletromiografia; Redes Neurais Artificiais; Prótese; Internet das coisas.

Intelligent 3D Mioelectrical Prosthetics Using Artificial Neural Networks and Internet of Things to Assist Rehabilitation of Soldiers in Remote Environments.

Abstract: With the occurrence of wars and missions, soldiers end up being injured to the point of damaging or losing one or more members of their body. With the aim of rehabilitating them, new technologies have been developed in the last years based on electromyographic signals for people with amputated limbs (upper and lower). However, such assistance may be limited, since access to the patient is reduced, especially in remote environments such as war. Thus, the main objective of this article is to present the development of an intelligent myolmetric prosthesis, made using low cost 3D printing technology and techniques of processing and classification by artificial neural networks, as well as, remote communication using the Internet of Things, in order to allow the monitoring and control of

prostheses remotely, aiding in the rehabilitation of soldiers, at a distance, as in war environments.

***Keywords**:* Electromyography; Artificial neural networks; Prosthesis; Internet of things.

1. Introdução

Lesões de eventuais guerras e exercícios militares, afetam principalmente jovens saudáveis, onde muitas vezes acarretam danos físicos irreversíveis como a perca de um ou mais membros, e danos psicológicos, causado pela amputação em guerra, que é totalmente diferente de uma realizada em uma cirurgia. Estas amputações, geralmente são ocasionadas por bombas, granadas e minas terrestres (Ribeiro, 2011). De acordo com Phillips et al. (2015), a World Health Organization (WHO) estima que 650 milhões de pessoas tem alguma deficiência no mundo e que apenas 5% da população que vive em países desenvolvidos tem acesso a serviços de reabilitação. Com o auxílio de pesquisas e desenvolvimento de tecnologias na área da engenharia biomédica voltadas ao campo da reabilitação, tanto soldados como os portadores de deficiência motora, vêm recebendo inclusão e auxílio na realização de suas tarefas diárias.

O campo da Internet das Coisas (IoT, do inglês Internet of Things) vem sendo bastante explorado ultimamente, nas áreas de automação residencial e industrial. De acordo com Reyes et al. (2017), além dessas áreas, as forças armadas estão interessadas na utilização de tal tecnologia para monitoramento e análise do estado de saúde de suas tropas durante missões (Reyes, 2017). A aplicação de IoT nos dispositivos traz a principal vantagem de monitoramento dos dados em um determinado espaço de tempo e até mesmo em tempo real, à distância (Reyes et al., 2017).

A utilização de IoT para o acompanhamento médico, oferece uma melhor viabilidade para o paciente, uma vez que a sua localização e estado de saúde pode dificultar sua locomoção para um consultório, assim o profissional de saúde, pode analisar todas as informações e manipulá-las do seu consultório, poupando tempo e energia (Bisio et al., 2016).

Este trabalho apresenta o desenvolvimento de uma prótese mioelétrica inteligente compatível com IoT, de modo a permitir o monitoramento e o controle de próteses de forma remota, auxiliando na reabilitação de soldados à distância, como em ambientes de guerra.

2. Materiais

Para o desenvolvimento do presente trabalho foram utilizados dois circuitos: um de aquisição do biopotencial eletromiográfico (EMG), com a principal função de filtrar e amplificar o sinal; e de conversão analógico/digital, que possibilitou fazer a aquisição do sinal e armazenar os dados em um computador; o computador por sua vez, exerce o papel de servidor, onde sua principal função é fazer o processamento inteligente dos dados e depois enviar os comandos de atuação da prótese para um broker (Servidor que tem como principal função a filtragem das mensagens para seus respectivos tópicos). Foi utilizada ainda uma prótese impressa em tecnologia 3D, com o uso de servos-motores

acoplados e ligados aos dedos por meio de cabos de aço. Por fim, um microcomputador de placa única do tipo raspberry pi zero, que tem a função de receber os dados do broker e fazer o acionamento dos servos na prótese remota, realizando os movimentos.

3. Métodos Materiais

3.1. Etapas do Processo

Para alcançar o objetivo do artigo, foi necessário seguir as etapas descritas pela Figura 1.

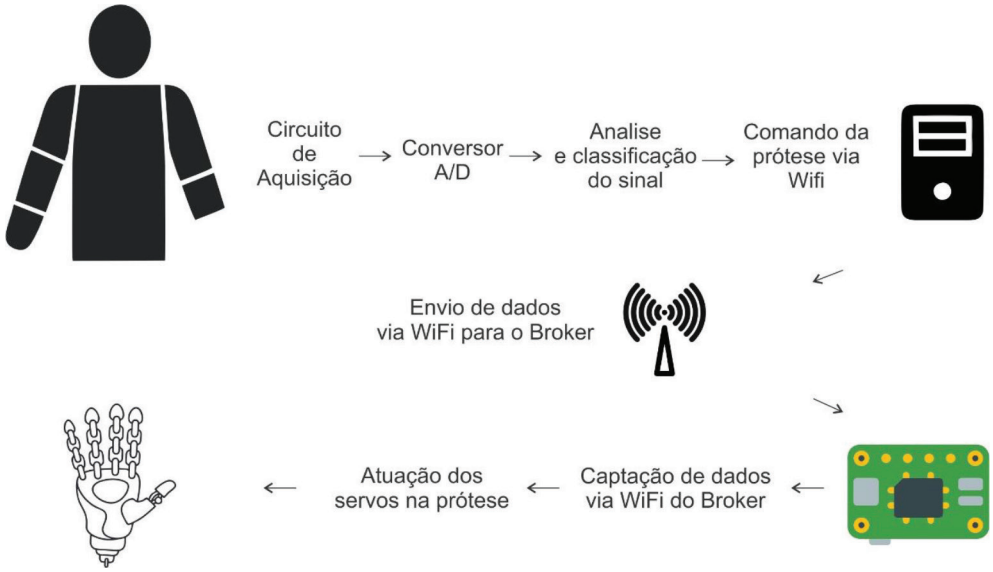


Figura 1 – Etapas do Processo

Para a realização do processo, primeiramente é realizada a aquisição do biopotencial, isto é, o sinal característico é captado para determinados movimentos, como por exemplo a contração da mão, pelo circuito de aquisição. Este circuito é composto por dois canais de entrada, cada canal com dois eletrodos não invasivos, e um eletrodo de referência, também não invasivo. Em seguida os sinais derivados da contração do movimento, são convertidos de analógico para digital por meio de um conversor ADC (Analog to Digital Converter) e depois passam por uma análise e classificação por meio de uma rede neural artificial (RNA), resultando em um padrão de saída para tal movimento, que é enviado via WiFi para um broker, onde é acessado pelo microcomputador raspberry pi zero W. Uma vez que a RNA é capaz de classificar os movimentos, o microcomputador configura os servos para pré-definir se a prótese deve realizar o acionamento de um ou mais servos, afim de realizar a movimentação da prótese. No caso da contração da mão, por exemplo, devem ser acionados os cinco servos a fim de fechar a mão em punho.

3.2. Circuito de aquisição de dois canais EMG

O circuito de aquisição foi desenvolvido por Pradhan et al. (2016), logo, o mesmo foi utilizado para fazer a aquisição dos sinais EMG. O circuito conta com um estágio de amplificação e dois filtros, um passa alta e um passa baixa de segunda ordem com sua frequência de corte de 589,46 Hz. O diagrama elétrico de um canal está ilustrado pela Figura 2.

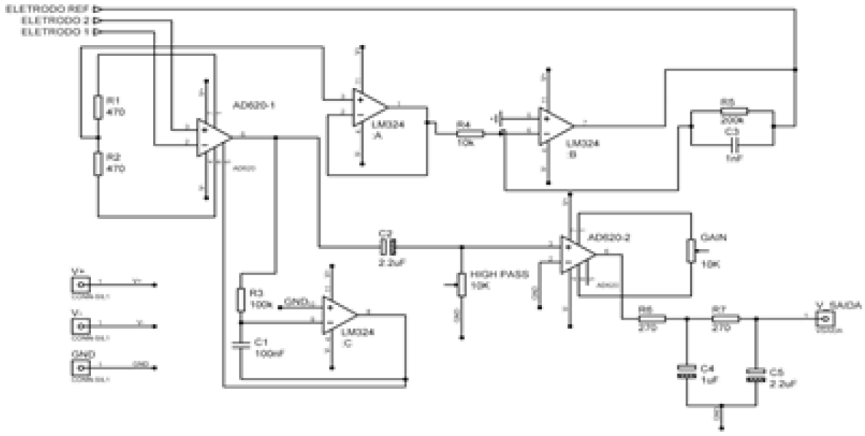


Figura 2 – Diagrama Elétrico

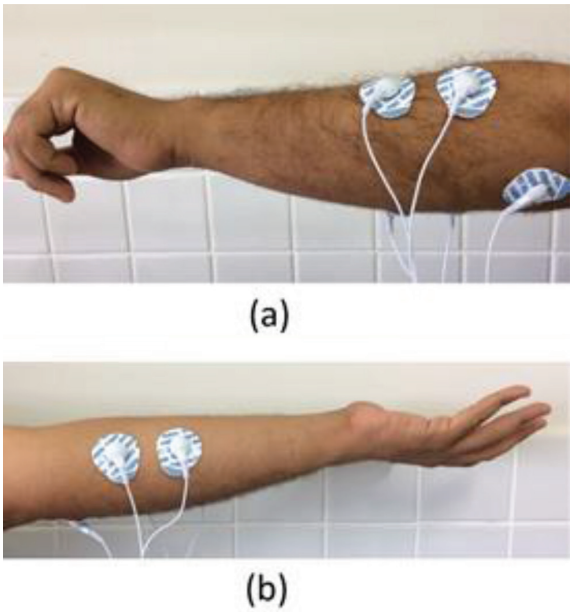


Figura 3 – Posicionamento dos Eletrodos

3.3. Processo de aquisição e mapeamento dos movimentos

Para teste de acurácia e classificação da RNA, é necessário estabelecer os padrões no qual o usuário deseja reproduzir na prótese. Ao se definir os padrões, é escolhido o membro do qual será extraído o sinal mioelétrico, que no presente artigo, foi escolhida a região do antebraço, mais precisamente nos músculos radial de carraça flexor e o extensor carpi radialis longus. As Figuras 3 e 4, mostram o posicionamento dos eletrodos diante desses músculos. Assim, os padrões estabelecidos para movimentação na prótese foram:

- Mão Aberta – MA;
- Contração Pinça – CP;
- Contração da Mão – CM;
- Contração do Indicador – CI;

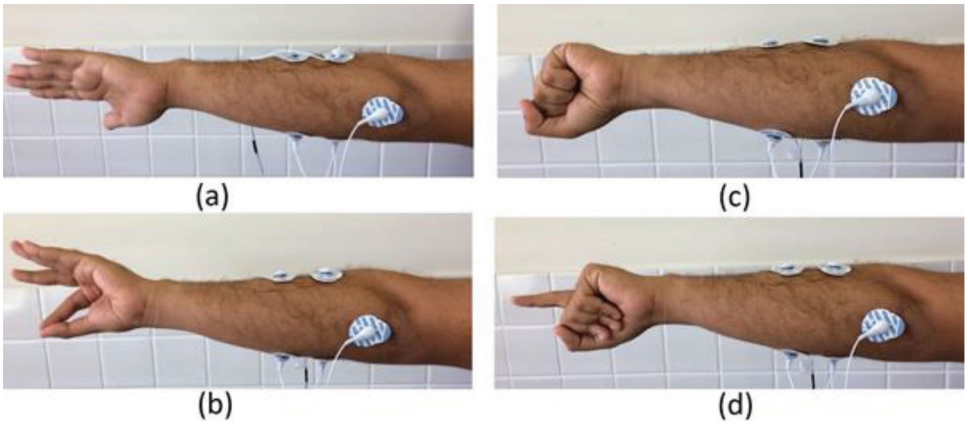


Figura 4 – Movimentos realizados: a) MA; b) CP; c) CM; d) CI

Com a utilização do conversor ADC do osciloscópio Analog Discovery 2 (AD2) da empresa DIGILENT, foi possível armazenar os dados da aquisição da eletromiografia. O AD2, tem sua biblioteca disponível para as linguagens de programação Python e C++, o que facilitou o desenvolvimento de todo o trabalho uma vez que toda a programação foi feita na linguagem Python 3.

3.4. Processamento do biopotêncial

Com o objetivo de se ter o controle o mais próximo do tempo real, foi definido uma base de tempo na qual seria utilizada para análise e processamento do EMG. Uma vez que o circuito opera em torno de 500 Hz, a frequência de aquisição do sinal foi configurada para 1 KHz, logo, no final de cada aquisição, é criado um array com 100 dados, o que resulta em um janelamento 100 ms para se fazer o processamento do biosinal.

Uma vez que os dados foram coletados, é necessário se fazer o pré-processamento dos mesmos, para melhorar a eficiência da acurácia da classificação. Entre os métodos de pré-processamento, a aplicação dos dados em funções estatísticas é um deles. Entre as funções estatísticas para esse tipo de pré-processamento, foram utilizadas as seguintes:

- Mean absolut value – MAV;
- Waveform length – WL;
- Root mean square – RMS;
- Difference Absolute Standard Deviation Value – DASDV;
- Log Detector – LOG;
- V-Order – V;

Assim, ao se fazer o pré-processamento, é possível ter 14 características de entrada para classificação. Entre os métodos para classificação no campo da inteligência artificial, têm-se as Redes Neurais Artificiais (RNA), onde sua principal característica é o aprendizado a partir de conjuntos de entradas e saída de dados. Neste trabalho, foi utilizado a arquitetura Multilayer Perceptron (MLP). O banco de dados de entrada e saída foi feito para cada movimento, onde foram coletados dados durante 40 segundos de cada movimento. Para cada movimento foi rotulado um padrão para a saída, como no caso da mão aberto se dá pelo número zero.

3.5. Sistema de controle da prótese utilizando IoT

De acordo com Yokotani e Sasaki (2017), entre os protocolos que são utilizados para a comunicação em IoT, têm-se o MQ Telemetry Transporte (MQTT), onde o mesmo reduz a sobrecarga de protocolos, fazendo-se altamente eficiente para esses tipos de comunicação. No MQTT, existem dois pontos distintos: Em um ponto terá o envio da mensagem (Publisher) e no outro a recepção da mensagem (Subscriber), a mensagem é enviada para um tópico, onde a mesma ficará armazenada em um broker. O broker por sua vez tem a função de receber as mensagens e filtra-las para cada tópico existente.

Ao receber os dados processados e classificados, a atuação dos servos motores que são conectados e fixados na prótese desenvolvida pela InMoov e impressa em 3D, no laboratório de instrumentação de engenharia biomédica (LIEB) da UFERSA (Universidade Federal Rural do Semi-Árido), mostrado na figura 5, se dá pelo comando enviado do servidor para a prótese. Logo, através do protocolo MQTT, foi possível se fazer a comunicação dos comandos para acionamento da prótese. A biblioteca utilizada para a comunicação foi a Paho MQTT, na qual tem suporte para a linguagem Python. Na biblioteca é necessário informar os principais parâmetros de conexão com o servidor sendo eles:

- Nome de usuário;
- Senha;
- Endereço do host (onde está hospedado o servidor ou broker);
- Tópico;

Os parâmetros recebidos da classificação se dão por um número inteiro, onde o mesmo será utilizado para rotular um determinado padrão de movimento. No caso de mão aberta, o movimento foi rotulado pelo número ‘0’, diminuindo assim a quantidade de caracteres enviadas pelo protocolo. Essa rotulação entra em uma estrutura de condição, direcionando a classificação para um determinado array para movimentação dos servos motores.

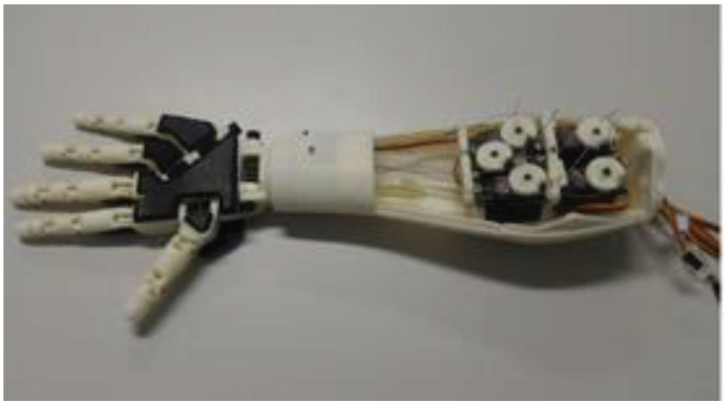


Figura 5 – Conexão e fixação dos servos motores na prótese InMoov

4. Resultados

A partir desse trabalho foi possível fazer a aquisição dos sinais eletromiográficos, assim como também o processamento e controle da prótese utilizando IoT através do protocolo MQTT. Na Figura 6, é possível observar a entrada dos dois canais, seu pré-processamento e sua saída para a RNA, nos quais foram usados para se fazer o treinamento para mapeamento desse padrão.

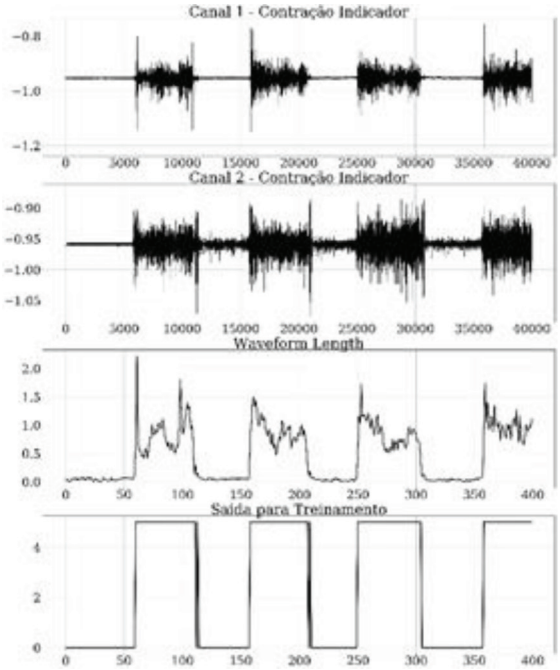


Figura 6 – Resultados obtidos com o movimento CI durante a fase de treinamento da RNA

Após o treinamento da RNA, foi feita a aquisição e classificação dos movimentos em tempo real. A figura 7 ilustra como ficou a classificação do biopotencial. É possível observar que embora as amplitudes sejam diferentes e aja a existência de um pouco de ruído, a RNA conseguiu se fazer eficiente na classificação.

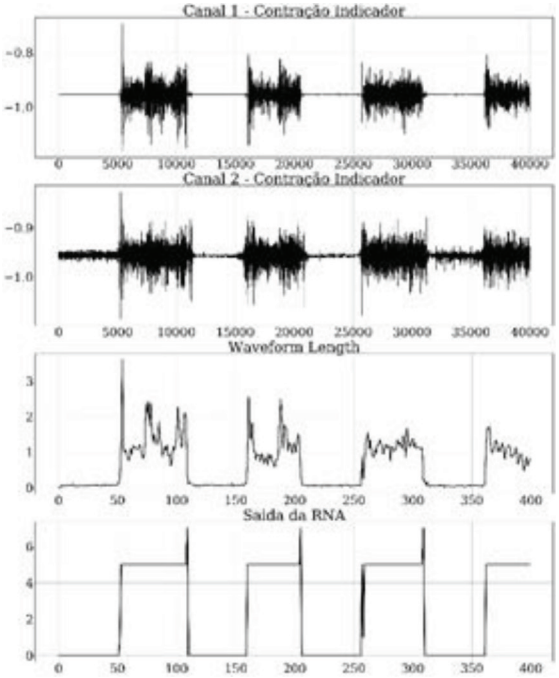


Figura 7 – Resultados obtidos para o movimento CI durante a fase de validação da RNA

A Figura 8 ilustra a aquisição dos 4 movimentos, pré-processamento e suas respectivas classificações em tempo real durante 30 segundos.

A Figura 9 mostra a atuação da prótese diante das classificações.

À vista dos gráficos apresentados, os resultados de classificação se mostraram satisfatórios, principalmente para a aplicação em tempo real. A classificação para MA foi de 100%, para CM foi de 94.75%, para CP foi de 99,1% e para CI, 99,4%. Com o controle IoT, foi possível fazer a reprodução dos movimentos com uma baixa quantidade de dados, possibilitando se usar até mesmo dados móveis, para determinados locais, onde não tenham acesso a um ponto de internet a partir de roteadores.

5. Conclusões

O método desenvolvido para a aquisição, processamento, classificação, envio, recebimento dos dados e acionamento da prótese, apresentado neste trabalho se mostram bastante eficiente, já que utiliza o conceito de internet das coisas (IoT) na comunicação, o que

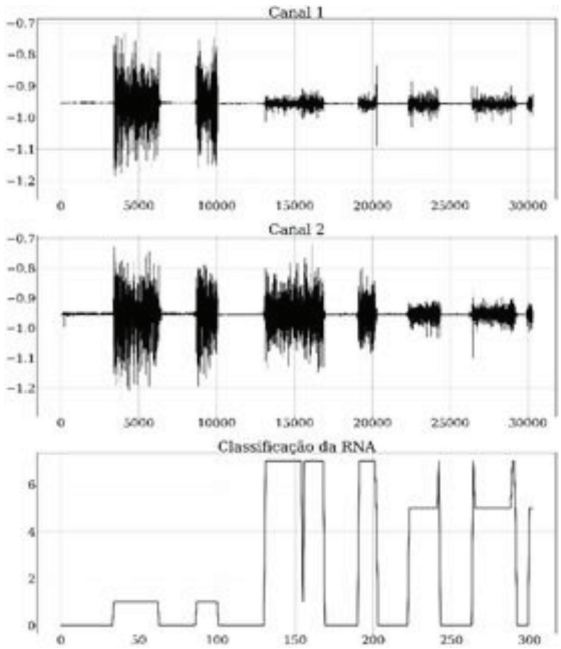


Figura 8 – Resultados obtidos em tempo real

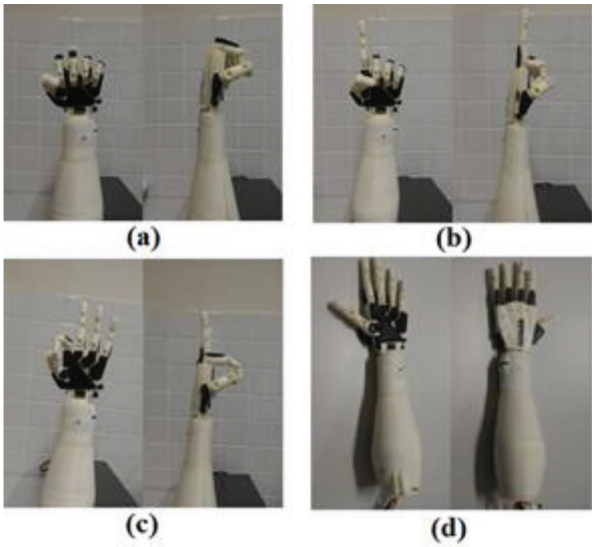


Figura 9 – Movimentos reproduzidos pela prótese: a) Contração Mão, b) Contração Indicador, c) Contração Pinça e d) Mão Aberta

economiza o processamento do sistema microprocessador, diminuindo a possibilidade de haver delay no acionamento da prótese, uma vez que os dados podem ser processados no servidor.

A utilização de IoT vem ganhando destaque em vários setores. Nesses últimos anos, o IoT está sendo bastante explorado pela área da saúde e militar, pela sua característica de monitoramento em tempo real. No caso das próteses, com controle utilizando IoT, é possível se monitorar o andamento da reabilitação do soldado no campo de batalha.

Ou seja, possibilita uma assistência em tempo real ao paciente (soldado) por meio da aquisição, processamento, classificação, transmissão e acionamento remoto de uma prótese, podendo dar ao soldado e equipe médica um feedback das atividades musculares em tempo real, contribuindo para o fortalecimento dos padrões de movimentação do mesmo e diminuindo o seu tempo de recuperação, o que demonstra a viabilidade do uso desse método para a reabilitação e assistência de soldados, que tiveram membros lesionados ou amputados em guerras.

Logo, os resultados experimentais dos ensaios e testes descritos neste artigo, mostram que foi possível realizar movimento com uma eficiência média de 98,3%, demonstrando que esta metodologia tem um grande potencial, para se tornar um meio utilizável e viável para que soldados com membros lesionados e/ou amputados, consigam obter de forma mais fácil o acesso a reabilitação em áreas de remotas, como em áreas de conflito e regiões de guerra.

Referências

Nayak, S. et al., “Development of a simultaneous acquisition system for ECG, PCG and body temperature signals,” in 2015 Annual IEEE India Conference (INDICON), 2015, pp. 1-6.

Pradhan, A.; Nayak, S. K.; Ray, S. S.; Champaty, B.; Anis, A.; Tibarewala, D. N. Acquisition and Classification of EMG using a Dual-Channel EMG biopotential amplifier for controlling assistive devices. India Conference (INDICON), 2016 IEEE Annual, 2016.

Silva, I. N. da, Spatti, D. H., & Flauzino, R. A. (2010). Redes neurais artificiais para engenharia e ciências aplicadas. São Paulo: Artliber Editora.

RIBEIRO, Flávio André dos Santos Gaspar. Avaliação da Qualidade de Vida em Amputados da Guerra e Factores Relacionados. 2011. 32 p. Dissertação (Mestrado)- Instituro de ciências biomédicas abel salazar, Universidade do Porto, [S.l.], 2011. 1.

REYES, Rolando P. et al. MilNova: An Approach to the IoT Solution based on Model-Driven Engineering for the Military Health Monitoring. IEEE, Pucon, Chile, 21 dez. 2017. N.I., p. 1-5.

BISIO, Igor et al. Enabling IoT for In-Home Rehabilitation: Accelerometer Signals Classification Methods for Activity and Movement Recognition. IEEE, [S.l.], 15 nov. 2016. N. I., p. 1-11.

YOKOTANI, Tetsuya; SASAKI, Yuya. Comparison with HTTP and MQTT on required network resources for IoT. IEEE, Bandung, Indonesia, 16 jan. 2017. N. I., p. 1-6.

PHILLIPS, Brienna et al. A review of current upper-limb prostheses for resource constrained settings. 2015 Ieee Global Humanitarian Technology Conference (ghtc), [s.l.], v. 1, n. 1, p.1-7, out. 2015. IEEE. http://dx.doi.org/10.1109/ghtc.2015.7343954.

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

Recebido/Submission: 27/11/2018
Aceitação/Acceptance: 02/12/2018

Guía práctica abierta para el análisis forense digital en dispositivos Android

Johan Smith Rueda-Rueda[1], Dewar Rico-Bautista[2], Cesar D. Guerrero[3]

jrueda526@unab.edu.co, dwricob@ufpso.edu.co, cguerrer@unab.edu.co

[1] Centro de Excelencia y Apropiación en IoT - Nodo Oriente, Grupo de Investigación en Tecnologías de Información. Universidad Autónoma de Bucaramanga, Avenida 42 No. 48 – 11, 680003, Bucaramanga, Colombia.

[2] Departamento Sistemas e Informática. Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña, Sede Algodonal Vía Acolsure, 546551, Ocaña, Colombia.

[3] Centro de Excelencia y Apropiación en IoT - Nodo Oriente, Grupo de Investigación en Tecnologías de Información. Universidad Autónoma de Bucaramanga, Avenida 42 No. 48 – 11, 680003, Bucaramanga, Colombia.

Pages: 442–457

Resumen: Android es el sistema operativo móvil usado en la actualidad y el más atacado por los cibercriminales. El análisis forense digital es el proceso de aplicar métodos científicos para recopilar y analizar datos e información que puede ser utilizada como evidencia y puede ser aplicado a los dispositivos móviles. Varias instituciones e investigadores han propuesto modelos y lineamientos para guiar el proceso forense, pero estos son muy antiguos, o son muy técnicos o son más genéricos y no tienen en cuenta los dispositivos móviles; por esta razón, se propone una guía práctica abierta para contribuir en la apropiación del procedimiento forense en dispositivos móviles por parte de los integrantes de semilleros y grupos de investigación y profesionales que quieran iniciar el aprendizaje e investigación en esta área. Esta guía está conformada por ochos fases e integra todo el proceso forense, las buenas prácticas y el perfil de investigador forense.

Palabras-clave: Análisis forense digital, análisis forense móvil, dispositivos Android, guía práctica.

Open Practice Guide for Digital Forensics on Android Devices

Abstract: Android is the mobile operating system used today and the most attacked by cybercriminals. Digital forensics is the process of applying scientific methods to collect and analyses data and information that can be used as evidence and can be applied to mobile devices. Several institutions and researchers have proposed models and guidelines to guide the forensic process, but these are very old, are very technical or are more generic and do not consider mobile devices; For this reason, an open practical guide is proposed to contribute to the appropriation of the forensic procedure in mobile devices by the members of seedlings and research groups and professionals who want to initiate the learning and investigation in this area. This

guide is made up of eight phases and integrates the entire forensic process, good practices, and the profile of forensic investigator.

***Keywords**:* Android devices, digital for1ensics, mobile forensics, practical guide.

1. Introducción

Android es el sistema operativo móvil -incluyendo de escritorio o móviles- más usado en el mundo, superando al sistema operativo Windows (StatCounter, 2017). Esta popularidad ha provocado que Android sea el sistema operativo móvil más atacado y, con gran capacidad de cómputo que disponen las actuales terminarles, han contribuido a que cada día se presenten ataques más sofisticados para esta plataforma. Los cibercriminales han tenido en cuenta este nuevo objetivo y han migrado los ataques que tradicionalmente era para los equipos de escritorio y laptops hacia los dispositivos móviles, y entre las amenazas que enfrentan los usuarios se encuentra una gran variedad de malware, algunos tan particulares como el ransomware y botnets creadas con dispositivos Android.

Cuando ocurre un incidente de seguridad o se sospecha que un equipo informático ha sido comprometido, es donde la informática forense tiene su campo de aplicación, para determinar lo qué pasó, cómo ocurrió y determinar quién es el responsable. La informática forense es una disciplina de las ciencias forenses, y se define como el proceso de aplicar métodos científicos para recopilar y analizar datos e información que puede ser utilizada como evidencia (Nelson, Phillips, & Steuart, 2010). Esta disciplina trabaja con evidencia digital, y mantiene los principios de las ciencias forenses como es la rigurosidad del manejo de la evidencia, el principio de Locard y los retos a los que se enfrentan el equipo de investigadores forenses, como son las técnicas anti-forenses, que buscar impactar de manera negativa la identificación, la disponibilidad, la confiabilidad y la relevancia de la evidencia en un proceso forense (Rueda-Rueda & Rico Bautista, 2016).

Algunas instituciones referentes a nivel internacional en el análisis forense digital y la respuesta a incidentes como son el National Institute of Standards and Technology – NIST y el National Institute of Justice (NIJ) – U.S. Department of Justice han propuesto guías y lineamientos para ayudar a los investigadores forenses, brindando una serie de buenas prácticas para garantizar que los procedimientos realizados sean idóneos y sujeta a la rigurosidad requerida en todas las ciencias forenses. Un inconveniente con el que se puede encontrar una persona que quiere iniciar su aprendizaje en el área de la informática forense es que estas guías no son actualizadas, y tanto las guías propuestas por el NIST (Ayers, Brothers, & Jansen, 2014; Jansen & Ayers, 2007; Kent, Chevalier, Grance, & Dang, 2006) y el NIJ (Ashcroft, Daniels, & Hart, 2012; National Institute of Justice, 2004) tienen entre 10 y 13 años de antigüedad, y las más recientes entre 3 y 5 años. Las actualizaciones de estas guías se están quedando cortas en comparación a la rápida evolución que están teniendo los dispositivitos móviles y la informática en general. Por otra parte, existen una variedad de instituciones gubernamentales y privadas, fuerzas del orden, grupos técnicos e investigadores que brindas guías y lineamientos para describir y orientar el procedimiento forense, sus buenas prácticas y el perfil del investigador forense; estas fuentes son diversas, y pueden confundir el proceso de aprendizaje de la ciencia forense digital al ser muy técnicas y obviando procesos

o buenas prácticas porque vienen implícitas con el proceso forense. Con el propósito de contribuir en la apropiación del procedimiento forense en dispositivos móviles se propone una guía práctica abierta donde se integra el proceso forense, las buenas prácticas y las características de los dispositivos móviles Android más recientes. Esta guía va dirigida a estudiantes, profesionales, semilleros y grupos de investigación que deseen comenzar el aprendizaje y la investigación en esta área. La intención de proponer una guía abierta es que pueda ser mejorada con las experiencias y contribuciones de las personas que las usen.

El resto del artículo está dividido cinco secciones. En la sección dos se presenta la revisión de la literatura en dos ejes: las herramientas forenses y los modelos forenses. En la sección tres se presenta la guía práctica propuesta, la cual consta de ocho fases. En la sección 4 se presentan los formatos propuestos para el manejo de la prueba o evidencia. Finalmente se presenta las conclusiones y el trabajo futuro.

2. Revisión de la literatura

El estado se presenta en dos ejes: El primero, las herramientas forenses open source, las cuales se clasificaron en herramientas para la adquisición, herramientas para el examen, herramientas para el análisis y las suites forenses. El segundo eje, los modelos propuestos por instituciones e investigadores para el análisis digital forense tradicional.

2.1. Herramientas forenses

Bajo la filosofía del software libre, existen una variedad de herramientas y distribuciones especializadas -suites forenses- para realizar un análisis forense en dispositivos móviles. Las herramientas se clasificaron en tres grupos: (i) Herramientas para la adquisición, (ii) herramientas para la examinación, (iii) herramientas para el análisis y (iv) suites forenses.

Herramientas para la adquisición. Para la adquisición de la información del dispositivo se puede utilizar AFLogical OSE (NowSecure, 2017), la cual es la edición de código abierto del software AFLogical, desarrollado por NowSecure. Para la creación de imágenes forenses se encuentran: dd, dc3dd y dcfldd. Estas herramientas se pueden utilizar para crear las imágenes forenses en las tarjetas MicroSD de los dispositivos, al igual que en otros medios de almacenamiento, como pendrive y discos duros. Dc3dd es la herramienta más completa, ya implementa Hash, permite segmentar las imágenes forenses, muestra información al usuario sobre el proceso y tiene un mejor tiempo de ejecución (Rueda & Rico, 2016).

Herramientas para la examinación. Para examinar la evidencia, se puede utilizar herramientas como Foremost, Photorec, Testdisk y Myrescue. Estas herramientas tienen la finalidad de recuperación de archivos, el Datacarving y el Filecarving.

Herramientas para el análisis. Para el análisis de la evidencia se cuenta con herramientas como Autopsy (The Sleuth Kit, 2017a, 2017b), Digital Forensic Framework (DFF) (ArxSys, 2017) y log2timeline (Gudjonsson, 2017), la cual permite realizar la línea del tiempo de los hechos ocurridos, siendo relevante a la hora de analizar la información y determinar qué hecho pasó en que instante de tiempo.

Suites forenses. Entre las suites forenses disponibles, existen unas suites que cuentan con las herramientas para realizar un análisis forense en un dispositivo móvil, como lo son CAINE Linux, Santoku, DEFT y SIFT Workstation.

CAINE (Computer Aided INvestigative Environment) (CAINE Linux, 2017) es una distribución live GNU/Linux italiana creada como un proyecto de forense digital, el cual ofrece un entorno forense completo, organizado para integrar las herramientas de software existentes como módulos de software y para proporcionar una interfaz gráfica amigable. Con su diseño, CAINE pretende garantizar ser un entorno interoperable que apoya al investigador digital durante las cuatro fases de la investigación digital, y que su interfaz gráfica y herramientas sean fáciles de usar.

Santoku (Santoku Linux, 2017) es una plataforma de código abierto, de fácil uso, dedicada al análisis forense, el análisis y la seguridad en dispositivos móviles, la cual está equipada con plataformas SDK, drives, frameworks, herramientas con interfaces de usuario y configuraciones para facilitar las actividades forenses. Santoku cuenta con herramientas para la adquisición forense y el análisis de datos, herramientas para examinar malware móvil y apoyo a la evaluación de la seguridad de las aplicaciones móviles. DEFT (Digital Evidence & Forensics Toolkit) (DEFT, 2017) una distribución GNU/Linux italiana, creada por Computer Forensics y gestionado y mantenido por DEFTA, con el propósito de ejecutarse en vivo en los sistemas sin alterar o corromper los dispositivos (discos duros, pendrives, etc.) conectados a la PC donde se lleva a cabo el proceso de arranque. DEFT está emparejado con DART (Digital Advanced Response Toolkit), un sistema forense que se puede ejecutar en Windows y contiene las mejores herramientas para forense y respuesta de incidentes. DART cuenta con una interfaz gráfica de usuario con registro e inspección de integridad de los instrumentos aquí contenidos.

SIFT (SANS Investigative Forensic Toolkit) Workstation versión 3 (SANS Institute, 2017), es creado por un equipo internacional de expertos forenses encabezado por el instituto SANS (SysAdmin Audit Networking and Security Institute) para la respuesta de incidentes y análisis forense digital que se puso a disposición de toda la comunidad como un servicio público. SIFT demuestra que las capacidades avanzadas de respuesta a incidentes y las técnicas forenses digitales de inmersión profunda a las intrusiones pueden lograrse utilizando herramientas de código abierto de vanguardia que están disponibles libremente y se actualizan con frecuencia(Rico-Bautista & Alvernia-Acevedo, 2017). Teniendo en cuenta el grado en que esta suite forense soporta los dispositivos móviles Android, el soporte técnico que tiene, la documentación que se ofrece a los usuarios y el equipo técnico y profesional que está asesorando el desarrollo de estas suites, DEFT es un poco más completa que las demás (Rueda & Rico, 2016).

2.2. Modelos forenses

Para guiar el procedimiento forense se ha propuesto una serie de modelos, cada uno con la perspectiva que los autores tienen de la informática forense, pero teniendo en común las etapas básicas del proceso forense. Entre los modelos más conocidos se tiene: El modelo del National Institute of Justice, el modelo DFRWS, el modelo de Reith, Carr y Gunsch, el modelo Casey, la segunda edición del modelo propuesto por el National Institute of Justice, el modelo extendido para las investigaciones de cibercrimen, y el modelo de Cohen. El modelo del National Institute of Justice (National Institute of Justice, 2001),

propuesto en 2001, fue una de las grandes bases en el campo de análisis forense digital y a partir de él otros autores desarrollaron sus modelos para englobar todos los pasos de una investigación forense digital. Este modelo es muy sencillo y propone cuatro fases: Identificación, preservación, análisis y presentación.

El modelo DFRWS (DFRWS, 2001), propuesto en 2001, es el resultado de Forensics Digital Research Workshop (DFRWS), y muestra el proceso forense digital como un proceso lineal. Este modelo está compuesto por las siguientes fases: Identificación, preservación, recolección, examen, análisis, presentación y decisión. El modelo de Reith, Carr y Gunsch (Reith, Carr, & Gunsch, 2002), se propuso en 2002, y está inspirado en el modelo DFRWS, presentándose como una mejora de este. Las fases de este modelo son: Identificación, preparación, estrategia de enfoque, preservación, recolección, examen, análisis, presentación y volviendo a pruebas. Este modelo no tiene en cuenta las buenas prácticas para guardar la cadena de custodia, y no porque no sea importante, sino porque la cadena de custodia está implícita en cualquier discusión de la ciencia forense. Los autores al proponer el modelo hacen el supuesto que se mantendrá una fuerte cadena de custodia durante toda la duración de la investigación.

El modelo Casey (Casey, n.d.), presentado por Eoghan Casey en 2004, es un modelo para aplicar las ciencias forenses en los computadores (En 2001, Cohen había presentado un modelo muy general que podía ser aplicado en sistemas autónomos y entornos de red (Casey, n.d.)), el cual consta de siete fases: (i) Autorización y preparación, (ii) identificación, (ii) documentación, (iv) recolección y preservación, (v) examen y análisis, (vi) reconstrucción, y (vii) presentación de informes. La segunda edición del modelo del National Institute of Justice (National Institute of Justice, 2004), presentado en 2004, en la cual se realiza una pequeña variación con respecto a la anterior versión. La de recolección del anterior modelo se dividió en dos: evaluación y adquisición. De esta forma, el modelo quedó con seis fases: Preparación, evaluación, adquisición, examinación, análisis y presentación de informes.

El modelo extendido para las investigaciones de cibercrimen (Ciardhuáin, 2004), es un modelo en cascada, desarrollado por Séamus Ó Ciardhuáin en 2004, el cual establece que las actividades para una investigación forense son las siguientes: (i) Conciencia, (ii) autorización, (iii) planificación, (iv) notificación, (v) buscar e identificar evidencias, (vi) recolección de evidencia, (vii) transporte de evidencia, (viii) almacenamiento de la evidencia, (ix) examen de la evidencia, (x) hipótesis, (xi) presentación de la hipótesis, (xii) comprobar/defender la hipótesis, y (xiii) difusión de la información. El modelo Cohen (Cohen, 2009), propuesto por Fred Cohen en 2009, describe el tratamiento de la evidencia digital. Este modelo propuesto para el proceso de la evidencia digital en el contexto legal consta de 11 fases: (i) Identificar, (ii) recolectar, (iii) preservar, (iv) transportar, (v) almacenar, (vi) analizar, (vii) interpretar, (viii) atribuir, (ix) construir, (x) presentar, y (xi) destruir. Para Cohen el proceso forense va más allá del manejo de la evidencia, es solo una parte de un contexto más grande, el cual, también hace parte el equipo humano, las herramientas, los litigantes, el contexto y el proceso legal, el principio de admisibilidad y los retos que tiene el proceso forense.

Los modelos forenses no son absolutos, cada uno tiene sus ventajas y sus limitaciones. Teniendo en cuenta que cada caso es único, no se puede proponer un modelo que contemple todas las características y condiciones particulares de un proceso forense.

Lo que sí se puede hacer es una aproximación metodológica que permita minimizar los errores humanos cometidos por omisión y/o desconocimiento, asegurar el uso de herramientas confiables y garantizar que los procedimientos seguidos son los adecuados y pueden reproducirse obteniendo los mismos resultados. Cada autor propuso en su modelo una representación de las diferentes etapas o pasos que conlleva, a su parecer, realizar un procedimiento forense en medio electrónico. En la Fig. 1 se muestra una vista general de las etapas de cada uno de los modelos y sus equivalencias con otros modelos presentados.

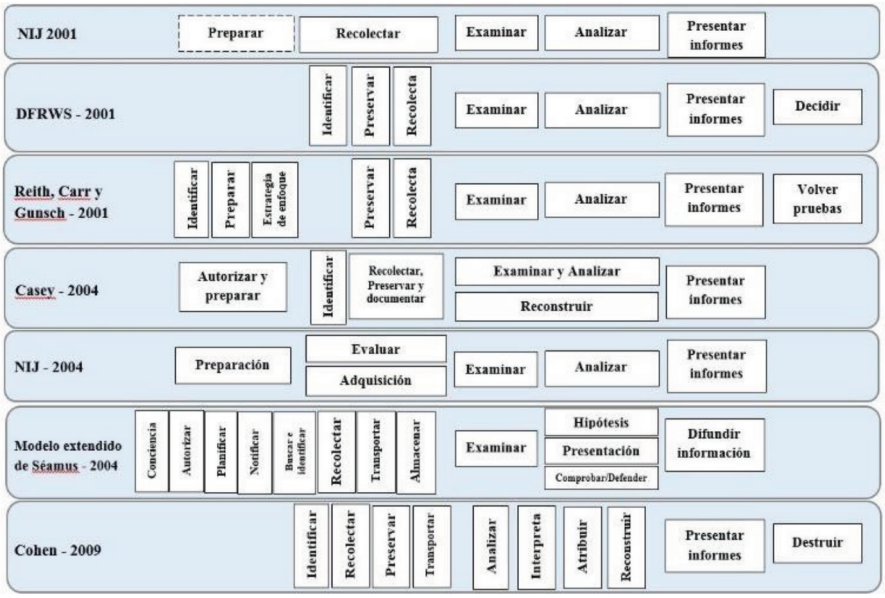


Figura 1 – Fases de los modelos estudiados.

3. Modelo propuesto

La guía propuesta cuenta con un modelo compuesto por ocho fases, a saber: (i) Fase de identificación y evaluación; (ii) Fase de preparación; (iii) Fase de preservación; (iv) Fase de adquisición de datos; (v) Fase de examinación; (vi) Fase de análisis; (vii) Fase de presentación de informes y (viii) Fase de revisión, como se muestra en la Figura 2.

3.1. Fase de identificación y evaluación

En esta fase, el investigador tiene la primera aproximación con el caso a investigar. El investigador debe asegurarse de que obtiene la mayor información posible sobre el caso y los elementos asociados con él. La información que se necesita identificar y conocer para estructurar y preparar el procedimiento forense es la siguiente: (i) información sobre el incidente; (ii) el alcance del proceso forense; (iii) información sobre la escena del crimen; (iv) evaluar el entorno en el que se realizará la extracción de datos de los dispositivos móviles; (v) identificar la información potencial que se puede usar como evidencia; y vi) consideraciones jurídicas.

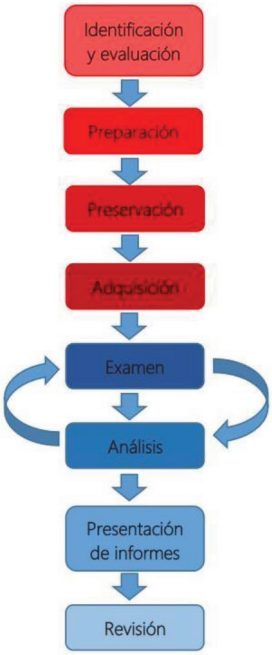


Figura 2 – Modelo propuesto.

El investigador puede obtener la información sobre el incidente a través de la documentación proporcionada, entrevistas o por medio del testimonio de la víctima. Saber lo que sucedió o lo que se sospecha que ha ocurrido es relevante porque guía al investigador para establecer el camino a seguir durante la investigación. Por lo tanto, el examinador puede determinar el objetivo y el alcance del proceso forense, los datos que pueden utilizarse como evidencia y los recursos de hardware y software necesarios para la investigación. Definir el alcance de la investigación reduce el tiempo y los costos del examen porque el investigador se centra en qué buscar y dónde buscarlo.

3.2. Fase de preparación

En esta fase el investigador se provee y prepara los elementos necesarios para la realización del procedimiento forense y el manejo de la prueba: documentación, extracción, empaquetado, almacenamiento y transporte. Los elementos que se deben preparar son de tipo hardware, software, los suministros para el manejo de la evidencia y los profesionales que integran el equipo forense.

Preparación de hardware. El hardware que se debe preparar están las interfaces para conectar el dispositivo móvil con la estación forense, los cargadores, fuentes de energía suplementaria para garantizar que el dispositivo se mantenga encendido el tiempo necesario para la extracción de las imágenes forenses, medios de almacenamiento esterilizados para almacenar dichas imágenes, cajas o bolsas de Faraday, bolsas

antiestáticas y guantes de látex en caso que se requiera extraer las huellas dactilares del dispositivo.

Preparación de software. En cuando al software se prepara la estación forense, que básicamente es un equipo con las herramientas o la suite de herramientas para la adquisición, examen y análisis de la información recolectada en el terminal.

Preparación del equipo forense. El equipo forense es un equipo interdisciplinario, entre los que se encuentran abogados, que se encargan de las consideraciones legales; los fotógrafos, encargados de documentar visualmente la escena del crimen y los diferentes elementos en ella; la unidad de respuesta a incidentes, que son las personas capacitadas para llevar el procediendo de primera respuesta; el analista de incidentes; el analista forense, que entre sus funciones está la de dar una idea de los tipos de cosas que se deben buscar para encontrar la evidencia; el examinador de evidencias, el cual proporciona los medios para encontrar información relevante que pudiera estar en el sistema; el administrador de evidencias y los testigos expertos/peritos. En la práctica profesional, el equipo forense debe estar integrado por personal con sus conocimientos certificados.

Suministros para el manejo de la evidencia. Entre los suministros para el manejo de la prueba están formatos para el manejo de la prueba o evidencia (en la sección 5 de este artículo se muestran en detalle), la cámara fotográfica y grabadora, para proporcionar recordatorios visuales y auditivos de la escena del crimen y del dispositivo; etiquetas adhesivas y etiquetas para cables, marcadores indelebles, bolsas de pruebas, cinta de pruebas, libreta para notas rápidas y crear el croquis de la escena del crimen y todo aquello que sea útil para registrar y transportar la evidencia, como cajas o recipientes, que permita que la prueba se mueva lo menos posible.

La documentación de todo lo que se hace durante el proceso forense será de vital importancia para la redacción de un buen informe en el cual se detalle todo el caso, la forma en que se procedió, los resultados encontrados y las conclusiones a la cual se llegaron.

3.3. Fase de preservación

Esta fase es una de las más críticas en el proceso forense, ya que es en la cual se busca proteger la integridad de todas las pruebas, ya sean electrónicas o no, que la evidencia no sea contaminada, se altere o se destruya por completo. La preservación de la evidencia se puede complicar por varios factores: (i) las organizaciones no cuentan con personal disponible y capacitado para realizar los procedimientos de primera respuesta; (ii) el desconocimiento del personal de una organización o de las personas naturales de cómo deben actuar ante un incidente; y (iii) que la notificación o descubrimiento del incidente suceden tiempo después de ocurrido el ciberdelito.

En el caso que el dispositivo móvil sea parte de una escena del crimen, esta se debe asegurar, evaluar y documentar. Como parte de la evaluación de la escena, se formula un plan de búsqueda, identificando las posibles pruebas y documentando todo tanto las pruebas como el procedimiento. Una vez el dispositivo se ha incautado, se sella en una bolsa de prueba estática y se etiqueta. La persona que se apodera del dispositivo debe firma y fechar la etiqueta para iniciar la cadena de custodia, la documentación de su

embalaje, transporte y almacenamiento, evitando las fuentes magnéticas (por ejemplo, transmisores de radio e imanes), condiciones de calor excesivo, frío o humedad, los golpes y vibraciones excesivas, procurando que esté firme para evitar que se mueva y que accidentalmente se pulsen las teclas. Aislar el dispositivo de las redes es importante para evitar que nuevo tráfico como llamadas, SMS o notificaciones de aplicaciones puedan sobrescribir los datos existentes.

La cadena de custodia es el proceso de documentar el recorrido completo que hace la prueba a través del ciclo de vida del caso, y se aplica a los elementos físicos materia de prueba y de las imágenes forenses creadas a partir del dispositivo móvil y la memoria externa. El cuidadoso mantenimiento la cadena de custodia protege la integridad de las pruebas, y hace que sea difícil para alguien argumentar que la evidencia fue manipulada en el proceso. La cadena de custodio debe responder a los siguientes interrogantes: ¿Quién lo recogió?, ¿cómo y dónde se encontró?, ¿quién tomó posesión de ella?, ¿cómo fue almacenada y protegida en el almacenamiento?, y ¿quién lo sacó de almacenamiento y por qué?

3.4. Fase de Adquisición

En esta fase se busca, se identifica, recolecta y documenta las pruebas electrónicas. Una vez el dispositivo móvil ingresa al laboratorio forense, se debe registrar su ingreso y se continúa con la cadena de custodia. Para este proceso se recomiendas cuatro pasos: (i) identificar la fuente de los datos, (ii) desarrollar el plan para adquirir los datos, (iii) adquisición de los datos y (iv) se verifica la integridad de los mismos.

El plan de adquisición de datos contempla todo lo relacionado con el procedimiento de recolección de los mismos; se establece el orden en que se deben adquirir los datos y las medidas que se deben tomar para minimizar el riesgo del fracaso en la investigación. De un dispositivo móvil se puede recolectar información de su memoria interna y externa y de la tarjeta SIM, entre ella tenemos información sobre el sistema operativo, llamadas realizadas y recibidas (fecha, hora, duración), último número marcado, lista de contactos, MSM, archivos multimedia (fotografías, videos, audios), los archivos almacenados y borrados, el espacio en memoria desperdiciado, datos de geolocalización, correos electrónicos, por dar algunos ejemplos.

Con respecto a las imágenes forenses, una de las buenas prácticas es crear dos imágenes: una para trabajar en el caso, y la segunda, para almacenarla como respaldo en caso de que la primera copia se estropee. Al crear una imagen forense se debe comprobar la integridad de la misma, verificando que la imagen es una copia fidedigna del elemento original. Esta verificación se realiza mediante algoritmos criptográficos como MD5 Y SHA1. En esta fase se sigue con el manejo de la cadena de custodia para evitar las acusaciones de mal manejo o manipulación de pruebas.

3.5. Fase de examinación

El objetivo de esta fase es que la evidencia sea visible, explicar su origen e importancia. El investigador debe documentar el contenido y estado de las pruebas en su totalidad. Una vez los datos se han expuesto, se procede a la reducción de los datos, separando la

información relevante de la irrelevante para el caso. En esta fase también se incluye el proceso de búsqueda que puede estar oculta.

En esta fase se asocian el investigador o analista forense con el examinar forense. El analista da una idea de los tipos de cosas que se deben buscar, mientras que el examinador forense proporciona los medios para encontrar información relevante que pudiera estar en el sistema. Es importante determinar palabras claves para ayudar a localizar información relevante para el caso dentro de toda la información recolectada, utilizando técnicas como el Data Carving. Esta lista de palabras claves debe estar compuesta por la mayor información posible sobre el caso o la persona que se investiga, como, por ejemplo: nombres y apellidos, usuarios, números de teléfono, números de identificación, fechas, otras palabras claves según sea el caso, ya sea extorsión, robo y otro delito informático.

Una vez los datos se han adquirido, en esta fase se procede a recuperar de archivos borrados, recuperar los archivos escondidos, identificación los archivos existentes que son fácilmente legibles (solo con abrirlos con el programa adecuado se pueden visualizar su contenido, sin ningún otro procedimiento adicional), identificar los archivos protegidos que tienen algún control de acceso (archivos cifrados) y se van consolidando en carpetas los archivos potencialmente analizables con el fin de reducir la búsqueda y centrarse en ciertos tipo de archivos relevantes para el caso. Una vez los archivos se han identificado, filtrado y clasificado, se puede desechar los archivos irrelevantes para el caso, centrándose en aquellos que sí lo son.

3.6. Fase de análisis

Con los archivos identificados y clasificados se procede el análisis de esa información. El objeto de esta fase es establecer un enlace creíble entre el atacante, la víctima y la escena del crimen a través de la evidencia digital. El examinador y analista forense trabajan para llegar a los siguientes objetivos y responder a las siguientes preguntas: Recopilar información sobre el individuo(s) que participan, el ¿quién lo hizo?; determinar la naturaleza exacta de los acontecimientos que se produjeron, el ¿qué hizo?; construir una cronología de eventos, el ¿cuándo lo hizo?; descubrir la información que explica la motivación por el delito, el ¿por qué lo hizo?; y descubrir qué herramientas o hazañas fueron utilizados, el ¿cómo lo hizo? No existe un único camino para analizar la información. El análisis depende del objetivo que se planteó en la fase de identificación y evaluación, y, a partir de este objetivo se va determinando el camino a seguir y se va refinando a medida que va avanzando el proceso forense. Una actividad importante en el análisis es establecer la línea del tiempo, para comprender el orden cronológico en que sucedieron los hechos.

3.7. Fase de presentación de informes

En esta fase es donde se recopila todas las notas y apuntes tomadas en las fases previas y se prepara un resumen detallado de todas las medidas adoptadas y las conclusiones que se alcanzaron en la investigación. Un buen informe depende del registro cuidadoso de todas las acciones y observaciones realizadas, que describan los resultados de las pruebas y exámenes realizados, y que expliquen las conclusiones extraídas de la evidencia. El informe puede ser impugnado por la contraparte, por esta razón, se debe documentar

la evidencia, las herramientas usadas (nombre, versión, etc.) y las metodologías usadas en el examen. La documentación apropiada permitirá recrear el proceso de principio a fin con el fin de corroborar los resultados y conclusiones presentadas en el informe. La documentación de software utilizado es importante porque si el procedimiento se recrea en un momento posterior y en el trascurso de ese periodo de tiempo haya salido una nueva versión de software, este puede que varíe en los resultados obtenidos. Esta premisa aplica para el software libre como para software comercial.

Es importante identificar el público al cual va dirigido el informe, no todos los grupos de personas tienen los mismos intereses y conocimientos técnicos. No es lo mismo redactar un informe para una fuerza del orden o como soporte en un caso judicial, el cual se requiere que todos los procedimientos, actividades realizadas estén de forma detallada, que un informe para los administrativos de la organización en el cual solo desean saber qué fue lo que sucedió, que activos se comprometieron, o para el equipo de seguridad de la organización que quieren detalles más técnicos. Se puede presentar el caso y es recomendable que se redacten varios informes dependiendo del grupo al cual va dirigido. Muchas herramientas forenses permiten la creación de forma automática, este tipo de informes pueden ser anexados a informe escrito. El informe debe ser soportado con el mayor número de evidencias, ya sean fotografiáis, capturas de video y acompañado de CD o DVD para presentar archivos cuyo formato no permite ser impreso como un video o audio.

3.8. Fase de revisión

Esta fase busca la mejora continua. La revisión a conciencia de las actividades realizadas en cada fase durante la investigación permitirá refinar estas acciones para una futura investigación. Se busca en enriquecer la pericia del investigador o del equipo forense, ya que no hay una sola forma de proceder en una investigación, cada caso tiene su particularidad y sus retos.

4. Formatos para el manejo de la prueba o evidencia

Para complementar la guía práctica, se propuso unos formatos para el manejo de la prueba o evidencia física y digital, y el registro de la cadena de custodia de las mismas, como se muestra en las Figuras 3-9. La construcción de dichos formatos es el resultado de la revisión de la literatura y el Manual de procedimientos para la cadena de custodia de la Fiscalía General de la Nación (Fiscalía General de la Nación, 2012).

5. Conclusiones

Dentro de las herramientas que manejan la filosofía del software libre encontramos una gama de posibilidades que nos posibilitan realizar un análisis forense en un entorno académico. Estás herramientas de fácil adquisición por su disponibilidad para su descarga y uso, su bajo costo es fundamentales en un entorno académico donde los recursos son limitados, donde el proceso se centra en la investigación y aprendizaje.

Las guías con las que se dispone a nivel internacional se están quedando cortas debido al ritmo de avance que tienen los dispositivos móviles y la falta de actualización de las mismas por parte de las instituciones que las soportan.

ROTULO DE EVIDENCIA FÍSICA O MATERIAL DE PRUEBA
Versión 1.0

Código del caso	Fecha y hora de la recolección
	D D M M A A - H H M M

Nombre del caso

Lugar del hallazgo

Descripción: _____

Evidencia física o material de prueba

Descripción: _____

Observaciones

Responsable

Encargado: Identificación: Cargo:	Firma:

Figura 3 – Formato de rotulado de la evidencia física o material de prueba.

REGISTRO DE DISPOTIVO MÓVIL
Versión 1.0

Código documento		Fecha	D D M M A A
Nombre del caso		Código de caso	

Especificaciones del dispositivo móvil

Tipo	Teléfono ( ) Tablet ( ) Otro: _____		
Marca		Modelo	
Fabricante			
Número de serie			
IMEI			
Sistema operativo		Versión	
Número de teléfono		Proveedor	
Procesador			

Almacenamiento

Tipo	Marca/Modelo	Velocidad/Capacidad	Nro. de serie

Observaciones

Responsable

Encargado: Identificación: Cargo:	Firma:

Figura 4 – Registro del dispositivo móvil.

Los modelos forenses estudiados están más orientados al proceso forense en general, a los equipos de cómputo tradicionales y a las redes de comunicación. No se encuentra muchos modelos que estén orientados a los dispositivos móviles. Muchas de estos modelos hacen suposiciones, como, por ejemplo, que el lector conoce el proceso de

REGISTRO DE EVIDENCIA DIGITAL
Versión 1.0

Código documento		**Fecha**	D D M M A A
Nombre del caso		**Código de caso**	
Dispositivo de origen			
Tipo	Teléfono ( ) Tablet ( ) Otro: _____		
Marca		Modelo	
Sistema operativo		Versión	
Tipo de memoria		Capacidad	

Medio de almacenamiento de la prueba			
Nro. de serie	Tipo	Capacidad	Ubicación del medio de almacenamiento

Observaciones

_____
_____
_____
_____

Responsable	
Encargado: Identificación: Cargo:	Firma:

Figura 5 – Registro de la evidencia digital.

REGISTRO CADENA DE CUSTODIA
Versión 1.0

Código del caso	Nombre del caso

1. Descripción del elemento material de prueba o evidencia física

_____
_____
_____

2. Documentación del elemento material de prueba o evidencia física

H	R	E	Nombre y apellidos	Cédula de ciudadanía	Entidad	Cargo	Firma

Convenciones:

H = Marcar con una X si corresponde a quien HALLÓ el elemento material de prueba o evidencia física
R = Marcar con una X si corresponde a quien RECOLECTÓ el elemento material de prueba o evidencia física
E = Marcar con una X si corresponde a quien EMBALÓ el elemento material de prueba o evidencia física

Se puede marcar una o varias opciones para un mismo nombre, según sea el caso

Figura 6 – Registro de la cadena de custodia.

la cadena de custodia. Lo que dificulta la apropiación de estos criterios por parte de aquellas personas que quieren iniciar en el aprendizaje de esta rama del conocimiento.

Como trabajo futuro, se pretende incorporar el análisis forense en vivo, para la adquisición y estudio de la información obtenida de la memoria volátil del dispositivo.

REGISTRO CADENA DE CUSTODIA DE PRUEBAS DIGITALES
Versión 1.0

Fecha						Hora militar	Nombre y apellidos de quien recibe el elemento material de prueba o evidencia física	Cédula de ciudadanía	Entidad	Calidad en la que actúa (examinador, custodio, perito, transportador)	Traspaso o traslado (Entrega almacén, Almacenamiento, Análisis, Presentación, Audiencia, Consulta, Disposición final)	Observación al estado en que se recibe el embalaje o contenedor del elemento materia de prueba o evidencia física	Firma
D	D	M	M	A	A								

Figura 7 – Registro de la cadena de custodia digital.

REGISTRO RESPONSABLES DE CADENA DE CUSTODIA
Versión 1.0

Código del caso	**Evidencia**	Física ( ) Digital ( )
	Código documento	
Nombre del caso		
Responsable		**Fecha y hora**
Entregado por	Firma	D D M M A A - H H M M
Recibido por	Firma	D D M M A A - H H M M
Responsable		**Fecha y hora**
Entregado por	Firma	D D M M A A - H H M M
Recibido por	Firma	D D M M A A - H H M M
Responsable		**Fecha y hora**
Entregado por	Firma	D D M M A A - H H M M
Recibido por	Firma	D D M M A A - H H M M
Responsable		**Fecha y hora**
Entregado por	Firma	D D M M A A - H H M M
Recibido por	Firma	D D M M A A - H H M M
Responsable		**Fecha y hora**
Entregado por	Firma	D D M M A A - H H M M
Recibido por	Firma	D D M M A A - H H M M

Figura 8 – Registro de la cadena de custodia digital

También, tener en cuenta la información que el usuario almacena en la nube que puede ser relevante y una fuente de evidencias en la investigación forense.

Otros puntos a trabajar el estudio del malware para plataformas móviles, en especial para Android, el estudio de archivos APK (Application PacKage File) y el estudio de técnicas de intrusión para los dispositivos móviles y la forma de cómo el análisis forense

puede identificarlos. Por último, el estudio de las técnicas anti-forenses, que son usadas por el intruso para borrar, destruir o modificar los rastros dejados para dificultar la labor del investigador forense.

Agradecimientos

Los autores desean agradecer la colaboración de todos los socios dentro del proyecto Centro de Excelencia y Apropiación en Internet de las Cosas (CEA-IoT). Los autores también desean agradecer a todas las instituciones que apoyaron este trabajo: el Ministerio de Tecnología de la Información y Comunicaciones – MinTIC de Colombia y al Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación – Colciencias, a través del Fondo Nacional de Financiamiento para la Ciencia, Tecnología y la Innovación Francisco José de Caldas (ID Proyecto: FP44842-502-2015).

Referencias

ArxSys. (2017). Digital Forensics Framework.

Ashcroft, J., Daniels, D. J., & Hart, S. V. (2012). *Forensic Examination of Digital Evidence: A Guide for Law Enfocement*.

Ayers, R., Brothers, S., & Jansen, W. (2014). *Guidelines on Mobile Device Forensics - Revision 1*.

CAINE Linux. (2017). CAINE - Computer Forensics Linux Live Distro.

Casey, E. (n.d.). *Digital Evidence and Computer Crime: Forensic Science, Computers and the Internet*. Academic Press.

Ciardhuáin, S. Ó. (2004). An extended model of cybercrime investigations. *International Journal of Digital Evidence*, *3*(1), 1–22.

Cohen, F. (2009). *Digital Forensic Evidence Examination*. *Fifth Edition*. Fred Cohen & Associates.

DEFT. (2017). DEFT Linux - Computer Forensics live CD.

DFRWS. (2001). *A Road Map for Digital Forensic Research: : Report from the first Digital Forensic Research Workshop*.

Fiscalía General de la Nación. (2012). *Manual de procedimientos para la cadena de custodia de la Fiscalía General de la Nación*.

Gudjonsson, K. (2017). log2timeline.

Jansen, W., & Ayers, R. (2007). *Guidelines on Cell Phone Forensics - SP800-101*.

Kent, K., Chevalier, S., Grance, T., & Dang, H. (2006). *Guide to Integrating Forensic Techniques into Incident Response - SP 800-86*.

National Institute of Justice. (2001). *Electronic Crime Scene Investigation. A Guide for First Responders*.

National Institute of Justice. (2004). *Electronic Crime Escene Investigation: A Guide for First Responders. Second Edition.*

Nelson, B., Phillips, A., & Steuart, C. (2010). *Guide to Computer Forensics and Investigations* (Fourth Edi). Information Security Professionals.

NowSecure. (2017). AFLogical OSE: Open source Android Forensics app and framework.

Reith, M., Carr, C., & Gunsch, G. (2002). An examination of digital forensic models. *International Journal of Digital Evidence*, *1*(3), 1–12.

Rico-Bautista, D., & Alvernia-Acevedo, S. A. (2017). Análisis de una red en un entorno IPv6: una mirada desde las intrusiones de red y el modelo TCP/IP. *Revista Colombiana Tecnologías de Avanzada*, *1*(29), 81–91. https://doi.org/https://doi.org/10.24054/16927257.v29.n29.2017.2490

Rueda-Rueda, J. S., & Rico Bautista, D. (2016). Informática forense en dispositivos Android. *Revista Ingenio*, *9*(1).

Rueda, R. J. S., & Rico, B. D. W. (2016). Defining of a practical model for digital forensic analysis on Android device using a methodology post-mortem. In *Telematics and Information Systems (EATIS), 2016 8th Euro American Conference on* (pp. 1–5). Cartagena de Indias, Colombia.

SANS Institute. (2017). SANS SIFT Kit/Workstation: Investigative Forensic Toolkit.

Santoku Linux. (2017). Santoku Linux.

StatCounter. (2017). Android overtakes Windows for first time | StatCounter Global Stats.

The Sleuth Kit. (2017a). Autopsy.

The Sleuth Kit. (2017b). The Sleuth Kit (TSK).

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

Recebido/Submission: 20/10/2018
Aceitação/Acceptance: 10/12/2018

Adaptación de Sistema PAPS (NATO-Phased Armaments Programming System) en la Armada de Colombia

Almte. Javier Díaz Reina[1], Carlos Hernán Fajardo-Toro[2]

jdiazre21466@universidadean.edu.co, chfajardo@universidadean.edu.co

[1] Armada Nacional de Colombia, 111321, Bogotá, Colombia.

[2] Facultad de administración, Finanzas y ciencias económicas, Universidad Ean, 110221, Bogotá, Colombia.

Pages: 458–470

Resumen: Desde 2012, como parte de la estrategia de obtención de medios de defensa, la Armada Nacional viene desarrollando un proceso de adaptación e implementación de la metodología PAPS (NATO-Phased Armaments Programming System) como herramienta de planeación para lograr uno de sus más importantes retos tecnológicos en la industria naval, representado en la construcción en Colombia de un buque Tipo Fragata. Para una mejor contextualización de la relación de Colombia con la OTAN, se abordará una revisión documental donde se entienda el interés y justificación para la aplicación de esta metodología en programas complejos de adquisición de medios para la defensa. Por otra parte, es de interés mencionar el complemento que esta estrategia tiene para el logro de las metas dentro del desarrollo de la fuerza de la Armada Nacional de Colombia, que define como un objetivo mayor la construcción en Colombia de unidades tipo fragata que reemplacen las actuales.

Palabras clave: PAPS, OTAN, planeamiento, metodología, etapas, fases, defensa.

Adaptación del Sistema PAPS (NATO-Phased Amaments rogramming System) en la Armada de Colombia

Abstract*:* Since 2012, as part of the defense strategy, the Colombian National Navy has been developing an adaptation process and implementation from the PAPS (NATO-Phasearized Armaments Programming System) methodology as a planning tool to reach one of its most important technological challenges regarding naval industry is concerned, represented in the construction in Colombia of a Type Frigate vessel. To achieve a better contextualization of Colombia's relationship with NATO / NATO (Spanish / English), a documentary review is addressed in order to understand the interest and justification for the application of this methodology in complex defense programs. This interest is already included in Colombian legislation. On the other hand, it is of interest to mention the complement that this strategy has with the objectives of development of force of the National Navy of Colombia included in the document "Force Planning 2030", which defines as a major objective the construction in Colombia of the units Type Frigate that replaces those that at the moment integrate the fleet.

Keywords: PAPS, OTAN, Planning, methodology, stages, phases, defense.

1. Introducción

Como parte de la misión constitucional (Art. 217) la Armada Nacional de Colombia, desde el año 2012, ha emprendido la tarea de renovar su flota estratégica de superficie representada hoy en las unidades tipo fragata FS 1500 Clase Almirante Padilla (4 en total). Construidas en Alemania en los primeros años de la década de los 80's, estas unidades de guerra se encuentran en los últimos diez (10) años de su vida útil, debiendo ser reemplazadas por unidades del mismo perfil operacional, con capacidad para afrontar los retos de defensa, disuasión y amenazas que afrontará Colombia en los siguientes cuarenta (40) años. Frente a este compromiso se crea al interior de la Armada Nacional el Programa PES - Plataforma Estratégica de Superficie (Armada Nacional, 2012), considerado como un programa complejo e incluido en el Plan de Desarrollo Institucional 2030, tiene como un objetivo mayor la construcción en Colombia de las nuevas unidades de guerra tipo Fragata, buscando en forma paralela la creación de beneficios económicos, sociales y tecnológicos para la sociedad colombiana como parte del mismo proceso de diseño, construcción y puesta en funcionamiento.

Para afrontar este reto se eligió como metodología de conceptualización, definición, construcción y servicio, el sistema PAPS propuesto por la OTAN, para programas de adquisición y uso de medios de defensa en sus países miembros, socios e invitados. Con esto se busca estandarizar etapas, procesos y metodología para lograr la obtención de medios que den solución a los requerimientos de necesidad operacional planteados, incorporando todas las etapas del ciclo de vida del sistema de interés.

Mediante un proceso investigativo, el presente artículo busca desarrollar un análisis descriptivo de la adaptación de esta metodología (APP 20), publicada por la División de Inversiones de Defensa del Estado Mayor Internacional de la Organización del Tratado del Atlántico Norte en el año 2010, en su segunda edición; este ha sido adoptado y adaptado por la Armada Nacional a las costumbres, normas administrativas, procesos técnicos y procesos tecnológicos de construcción naval en Colombia. La adaptación del modelo a la condición colombiana es un proceso iniciado en el año 2012 por la Armada Nacional, obteniendo su primera versión en el año 2013.

2. Colombia y la OTAN (NATO)

El 25 de junio del año 2013, se firma en la ciudad de Bruselas el acuerdo titulado: "Acuerdo entre la República de Colombia y la Organización del Tratado del Atlántico Norte sobre Cooperación y Seguridad de Información", entre el gobierno colombiano y la OTAN. En este tratado se formaliza la intención de Colombia de cooperar directamente con esta organización manifestando la posibilidad de intercambiar información y experiencias en temas militares de mutuo interés de las partes, que contribuya a la defensa y seguridad tanto de Colombia como de los intereses de la OTAN.

Este tratado inició su tránsito por el congreso de la República de Colombia el 22 de septiembre del mismo año, siendo aprobado como la Ley 1839 del 12 de julio de 2017 (CONGRESO DE COLOMBIA, 2017). Es en esta ley, donde de manifiesta con claridad el concepto estratégico del estado colombiano de interactuar con la OTAN, organización considerada de carácter político-militar cuya constitución en el año 1949 tuvo y tiene como fin primordial la salvaguarda de la libertad y la seguridad de los veintiocho (28)

estados miembros de las principales democracias de Norteamérica y Europa, por medios políticos o militares. Aunque Colombia por su condición de país suramericano no tiene la posibilidad de convertirse en miembro dada la normativa de OTAN, en la exposición de motivos de la Ley 1839 del 2017, se detalla el plan a seguir por el estado colombiano en la búsqueda de una estrategia de cooperación bilateral y multilateral con países y organizaciones internacionales a través del sector (defensa) con criterios estratégicos de prevención, cooperación y modernización para el fortalecimiento de la seguridad y la defensa nacional (Villegas & Holguín, 2017). Esta estrategia pretende fomentar la participación de la fuerza pública en escenarios internacionales, de manera que se intercambien conocimientos, experiencias, tecnología y se logren nuevas capacidades y estándares, fundamentados en el profesionalismo de los hombres y mujeres de las Fuerzas Militares y la Policía Nacional de Colombia. Los principales objetivos del Estado colombiano están relacionados con: 1) buscar mayor efectividad en la lucha contra la delincuencia transnacional y otras amenazas, y 2) orientar la visión de futuro de las Fuerzas Armadas de Colombia.

Esta relación entre Colombia y la OTAN ya ha se ha materializado con operaciones navales como las desarrolladas en el Cuerno de África, cerca de las costas de Somalia denominadas OCEAN SHEILD y ATALANTA, con la invitación del Estado Español representado por su Real Armada, operaciones desarrolladas tanto en el ámbito de la Unión Europea, como en el de la OTAN durante el año 2015. Esta relación con el Reino de España será motivo de argumentación durante el presente artículo para observar el modelo del PAPS español como referencia para el modelo colombiano.

En este contexto, el Estado Colombiano y la Armada Nacional a través de una firme decisión de participar con sus fuerzas militares en un ambiente internacional de cooperación que entregue beneficios económicos y sociales a través del fortalecimiento de las capacidades, dio inicio en el año 2012 a la incorporación de una metodología de planeamiento de obtención, operación y desactivación de medios para la defensa (PAPS), utilizada por los países aliados, global partner o *individual parnership cooparation program* de la OTAN, buscando eficiencia en sus procesos y procedimientos, para lograr beneficios en aspectos tecnológicos, administrativos, diplomáticos, I+D+i, entre otros.

3. ¿Entonces que es PAPS?

La entidad denominada en español *Conferencia de Directores Nacionales de Armamento (CNAD)* dentro de la OTAN, es la encargada de los programas de cooperación de armamento entre los aliados, y es quién desde el año 1989 ha introducido la metodología PAPS para los programas complejos de planeamiento del ciclo de vida de los sistemas de interés de defensa para los países miembros. Esta metodología busca un marco estandarizado para el establecimiento de estos programas, con énfasis en la obtención de capacidades militares, orientado a la definición de hitos que van desde la concepción de la necesidad, el diseño, la construcción y la operación hasta la desactivación;

Para definir y estandarizar las etapas del ciclo de vida de los sistemas de interés (o activos), la OTAN se apoya en la norma AAP-48, la cual describe las etapas del ciclo de vida de los activos y que sirve de referencia para definir las etapas del PAPS, metodología que en esas mismas etapas estructura los procedimientos para un programa de obtención de

medios (OTAN, 2007). Con esta referencia, El PAPS tiene como propósito proporcionar un marco sistemático y coherente pero flexible, para promover programas cooperativos sobre la base de requisitos militares armonizados.

En resumen, el PAPS:

- Define cómo los países integrantes de la OTAN, o un grupo de naciones, comienzan un programa la para obtención de capacidades militares, iniciando por convertir esas capacidades en requerimientos de medios específicos, hasta lograr definir los equipos que satisfacen esas necesidades, apoyándose en la evolución de la ingeniería, y en la etapa final del ciclo de vida de los sistemas o equipos, facilitar su desactivación.
- Provee términos y definiciones para los programas de la OTAN, para soportar un entendimiento común entre los participantes.
- Crear procesos para las mejores prácticas, buscando una eficiente implementación de los programas complejos de obtención de medios defensa, siempre partiendo de una base para futuras mejoras.
- Ofrece una base común para el planeamiento, ejecución y control de los programas de la OTAN, orientado a la mitigación de riesgos.
- Ofrece una metodología que debe ser utilizada por los países de la OTAN, pero que busca una mayor eficiencia y mejor desempeño de las políticas de adquisición de cada país, pero no pretende reemplazarlas.

3.1. Contenido de la metodología PAPS.

El objetivo principal de un programa PAPS es la integración de los componentes de capacidad necesarios entendidos como: doctrina, organización, entrenamiento, material, desarrollo del liderazgo, talento humano, infraestructura e interoperabilidad entre las naciones, así como un trabajo colaborativo con los grupos de interés, utilizando una gran cantidad de herramientas. Para el PAPS, los esfuerzos de trabajo se centran en uno o varios sistemas de interés (SOI), y para el logro de los objetivos de un programa, se tiene como entrada inicial y principal los requerimientos de capacidades militares originadas por los grupos de interés (stakeholders), creadas por planeadores militares (OTAN, 2010).

En la Figura 1., se muestra en bloque el contenido de un programa PAPS, incluyendo la interrelación que existe entre las etapas del ciclo de vida de uno o varios sistemas de interés con los grupos de interés, iniciando desde los requerimientos de capacidades militares hasta la desactivación o retiro del servicio.

En la Figura 2., se describen las etapas contenidas en un programa PAPS. Es de resaltar que cada etapa descrita contiene, en la parte izquierda, el listado de documentos que permite la aprobación de cada una. En la metodología PAPS, se establecen requerimientos para aprobar cada etapa y soportar el inicio de la siguiente. En la parte derecha de la gráfica se listan los documentos entregables de cada etapa, los que son objeto de aprobación como requisito de salida (output) de cada etapa.

Como parte central y conceptual de la metodología PAPS, se puede observar en la Figura 2., las etapas propuestas para la planeación del ciclo de vida de un sistema de

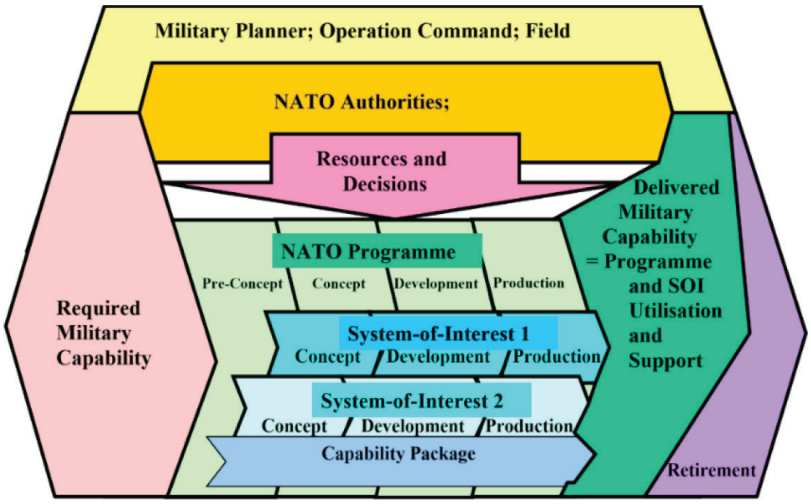


Figura 1 – Relación de un Programa OTAN con los grupos de interés y los SOI

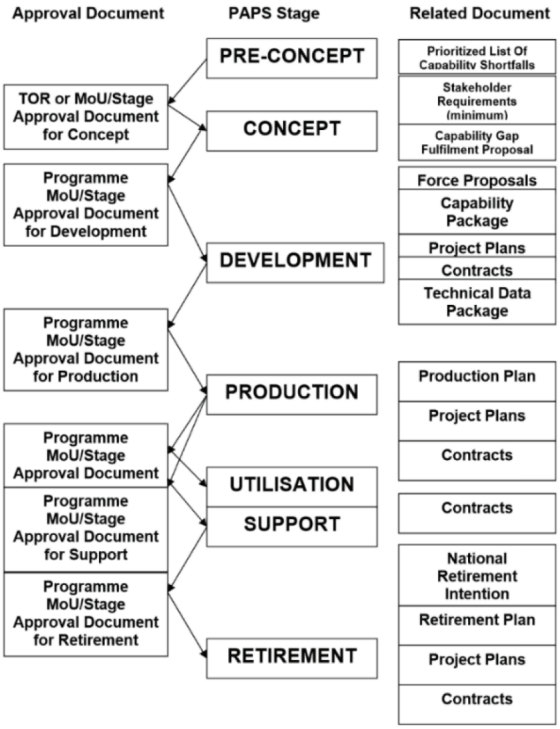


Figura 2 – Etapas de un Programa PAPS.

interés (activo o equipo), referenciadas desde la AAP-48, desde el Preconcepto hasta la Desactivación.

3.2. Evolución de un Programa PAPS.

El tránsito de un programa PAPS, está determinado por etapas, y cada una de las etapas tiene unos documentos entregables y unos documentos de aprobación como, y cada una de las etapas está constituida por unas entradas y unas salidas, acompañadas de criterios aceptación; al interior de cada una de ellas existen hitos definidos y utilizados como puntos de control dentro del respectivo plan de acción. Sin embargo, cada una de las etapas puede ser desarrollada en forma secuencial o cuando sea posible en forma sobrepuesta, lo que implica desarrollo de más de una etapa en forma simultánea. En medio de cada etapa existen puertas de decisión, donde se valida el trabajo anterior y se acuerda el desarrollo del trabajo futuro, registrando con detalle las lecciones aprendidas durante la etapa finalizada.

En la Figura 3 se esquematiza el proceso que lleva la realización de una etapa desde las entradas, hitos, salidas, puertas de decisión e inicio del desarrollo de la siguiente etapa. Es de resaltar la existencia de criterios para salir y entrar de una etapa específica.

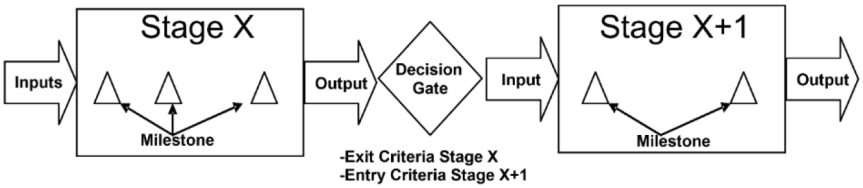


Figura 3 – Elementos de desarrollo de las etapas del PAPS

Con relación a los criterios de entrada de una etapa, están principalmente orientados al documento de aceptación de la etapa anterior y aprobación de inicio de la siguiente, para lo cual el PAPS recomienda un memorando de entendimiento (MOU). Sin embargo, en el caso de realizarse en este formato, podrá ser reemplazado por otro documento que contenga los conceptos de análisis y decisión similares.

Cada etapa del PAPS, contiene un propósito que se resume de la siguiente manera:

- ***Pre-concepto.*** En esta etapa se identifican y documentan los requerimientos de los grupos de interés, así como las áreas de riesgo de alto nivel. Con esta información es posible iniciar el estudio de las capacidades de la industria para dar cumplimiento en calidad y costos a los requerimientos.
- ***Concepto.*** Con base en los requisitos documentados en la etapa anterior, se procede al refinamiento y ampliación de estudios, experimentos y modelos de ingeniería perseguidos en la etapa anterior. Se procede a desarrollar un sistema preliminar y al diseño de una solución factible. El principal objetivo de esta etapa es crear la confianza de que el caso de negocio y la solución propuesta son alcanzables.

- ***Desarrollo.*** Aquí se busca una total validación de la solución técnica, representada en diseños de ingeniería al punto que son suficientes para su producción. Con los estudios logrados se satisface o se sobrepasan los requisitos exigidos y el sistema de interés (SOI) puede ser producido, probado, evaluado, soportado logísticamente, usado y desactivado.
- ***Producción.*** Durante la etapa de Producción, se realiza la manufactura y prueba del sistema de interés, se desarrolla el sistema de soporte logístico y se habilitan los sistemas relacionados.
- ***Utilización.*** Uso del sistema en las condiciones operacionales diseñadas, incluyendo modificaciones y actualizaciones necesarias para que suministre el servicio adecuado, buscando la efectividad en el costo y en la operación.
- ***Soporte.*** En esta etapa se desarrolla el soporte logístico, mantenimiento y habilitación de otros sistemas para lograr un servicio apropiado del sistema de interés. Esta etapa finaliza con el retiro del sistema e inicio de la etapa de desactivación o retiro.
- ***Desactivación o Retiro.*** El propósito de esta etapa es el proceso de desmilitarización y disposición final del sistema. Se han retirado los servicios de soporte. Este proceso debe llevarse a cabo teniendo presentes la legislación de seguridad, protección y ambiental que rijan en cada nación. Para el retiro de un sistema se tienen en cuenta consideraciones como: reducción de costos de operación, obtención del máximo beneficio por la disposición final y reutilización de partes.

El PAPS, se basa en las normas ISO internacionales para la formulación de su propuesta metodológica; es el caso de la estructuración del ciclo de vida contenido en la publicación AAP-48, que utiliza como fuente la ISO/IEC 15288 e invita a la revisión de esta norma de uso civil para mayor entendimiento de los conceptos relacionados con las etapas del ciclo de vida de los sistemas (ISO, 2002).

3.3. PAPS Colombiano

Importante mencionar que para Colombia el modelo PAPS viene siendo analizado desde el año 2012. Cuando fue consolidado un equipo de trabajo al interior de la Armada Nacional para abordar el reto de construcción naval más ambicioso que Colombia y la Armada Nacional hayan concebido en toda su historia, consistente en la decisión institucional de construir en Colombia buques de guerra tipo Fragata, que deberán reemplazar la flota actual (Armada Nacional, 2012). La actual flota estratégica consta hoy de cuatro unidades de la Clase Almirante Padilla, construidas en Alemania en los astilleros de HDW en la ciudad de Kiel a comienzos de los años ochenta (80's), y que para el año 2025 estarán finalizando su vida útil. Para referenciar la vida útil de un buque de guerra se pueden referenciar los estudios realizados por la Armada de los Estados Unidos en su reporte del comité naval asesor de investigación en Julio del 2002, quien considera que la estructura principal de un buque de guerra tiene una vida útil entre veinte (20) a cuarenta (40) años (Secretary of the US Navy, 2002).

En el año 2012, se crea la Directiva No. 047 originada por la Jefatura de Planeación de la Armada Nacional (Armada Nacional, 2012), con el fin de consolidar la creación del

Programa PES - Plataforma Estratégica de Superficie -. Programa integrado por oficiales navales en servicio activo, que con apoyo institucional adoptó como herramienta de planificación y desarrollo de este programa la metodología PAPS, por motivos ya explicados.

Para contextualizar el contenido del Programa PES, se muestra en la Figura 4 la línea de tiempo que define el Programa desde su etapa conceptual, que explica en forma general el alcance hasta ahora logrado en la aplicación del modelo PAPS para la Armada Nacional de Colombia.

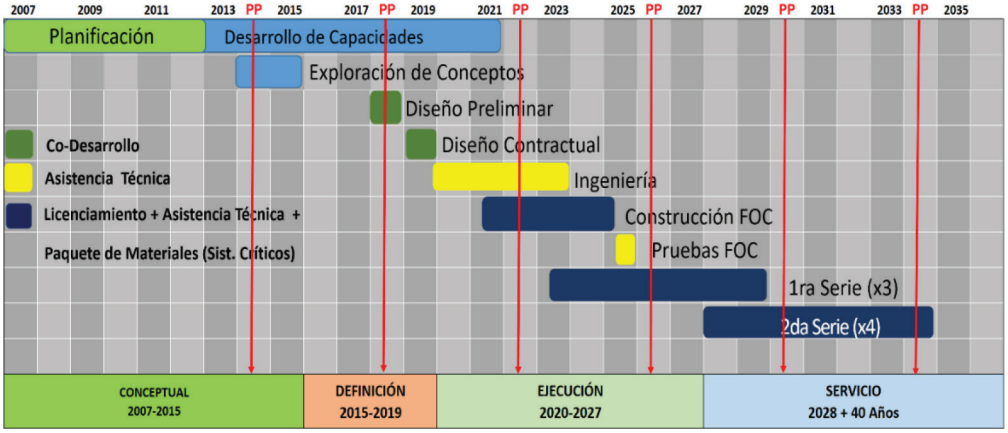


Figura 4 – **Línea de Tiempo Programa PES.**

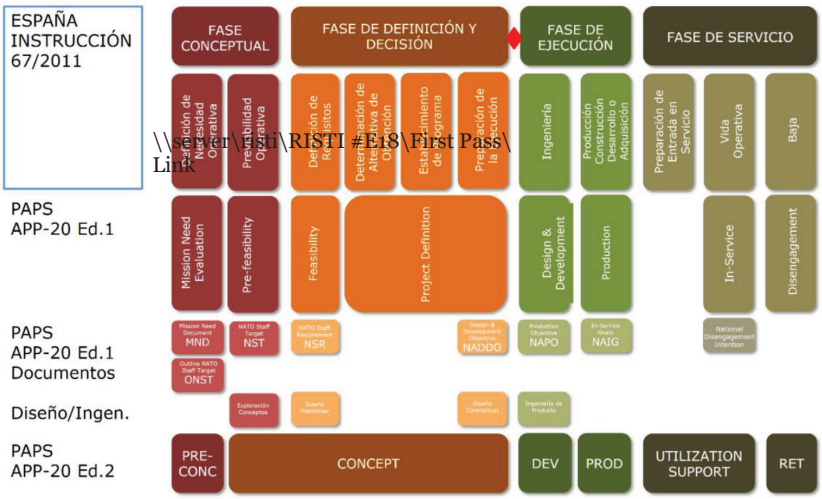
Para abordar una aproximación al modelo, el grupo de trabajo creado para desarrollar el Programa observó entre otros, el proceso de evolución y desarrollo en la construcción naval adelantado por España en los últimos veinticinco (25) años; específicamente con el programa de las Fragatas F-100 de la Clase Álvaro Bazán, desarrolladas y fabricadas por los astilleros Navantia ubicados en la ciudad de Ferrol en España. Ese programa inició a principios de los años noventa (90's) con un importante apoyo tecnológico del gobierno de los Estados Unidos, incluso con la integración del sistema de combate denominado AEGIS, creado por la Marina de los Estados Unidos y actualmente producido por la empresa norteamericana Lockheed Martin. Estas fragatas fueron planificadas con la aplicación de la metodología PAPS, con una versión española derivada de la primera edición (1989) original, desarrollando unas fases adaptadas a los modelo administrativo y técnico local que se muestra en la Figura 5, donde se pueden observar las modificaciones planteadas frente a las otras ediciones del PAPS OTAN.

España es un país miembro de la OTAN, y ha desarrollado este programa de construcción naval en forma exitosa, participando en diferentes operaciones tanto internacionales y con la OTAN, desde el septiembre de 2002 (Real Armada Española, 2005).

Con esta puntual referencia, el grupo de trabajo del programa PES, oficiales en servicio activo de la Armada Nacional en conjunto con un equipo de trabajo de la

Corporación de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo de la Industria Naval Marítima y Fluvial COTECMAR y la Universidad Escuela Naval Almirante Padilla, desarrollan la primera versión del modelo colombiano PAPS (Escuela Naval Almirante Padilla, Cotecmar, 2013).

Para este objetivo se hizo necesaria la integración de las prácticas de construcción naval aplicadas en Colombia (utilizadas por el Astillero COTECMAR), que adoptan como principal referencia el libro *Ship design and construction* (Lamp, 2004), confrontando esas prácticas a las etapas que propone el PAPS, y desarrollando un equivalente en etapas y entregables (figura 6).



\\server\risti\RISTI #E18\First Pass\Link

Figura 5 – Comparación del modelo PAPS español con el AAP-20 de la OTAN.

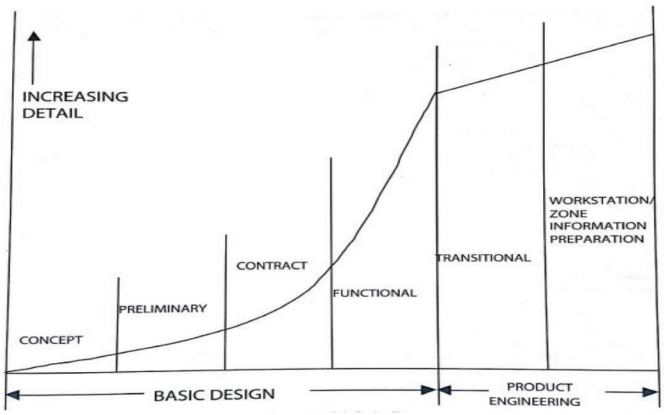


Figura 6 – Fases de Diseño de un buque

Con la identificación de las fases de un proyecto de construcción de un buque, y con el análisis de las prácticas administrativas, tecnológicas y legales para el caso colombiano, se llega al modelo de aplicación del PAPS, el que se puede observar en la Figura. 7, donde son incluidas las fases de diseño de acuerdo con cada etapa del programa.

- **Conceptual.** Identificar y documentar las necesidades de las partes interesadas, como también localizar áreas de riesgo en el desarrollo de capacidades, con lo cual se puedan centrar los esfuerzos de investigación en asegurar el desarrollo de los proyectos en un tiempo y costo aceptable. Entregables***:***
    - Documento de Objetivos de Estado Mayor (OEM)
    - Entrega diseño conceptual del proyecto
- **Definición y Decisión.** Refinar y profundizar los estudios, experimentos y desarrollos de ingeniería, basados en las necesidades operacionales identificados en la fase conceptual, y con ello desarrollar requisitos operacionales sobre sistemas que puedan constituir una solución realizable. Esta fase busca satisfacer la necesidad operacional y establecer el sistema de interés. Entregables***:***
    - Documento Requisitos de Estado Mayor
    - Elaboración Diseño Preliminar
    - Evaluación y validación de las alternativas tecnológicas
    - Elaboración Diseño Contractual
    - Directiva del Programa
        - **Ejecución**. Trasladar los Requisitos de Estado Mayor (Requisitos de Usuario) a una especificación técnica. Este desarrollo debe responder o superar las expectativas de desempeño establecidas en los requisitos y permitirá pasar a las fases de producción, evaluación, operación y mantenimiento. Entregables:

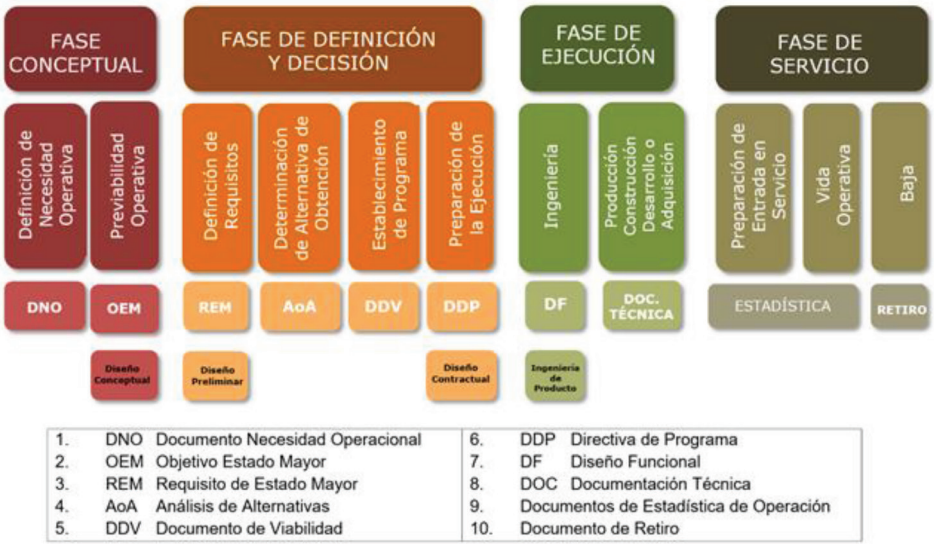


Figura 7 – Modelo Colombiano del Programa PAPS.

- Ingeniería del Producto
- Diseños del sistema de Armas
- Los documentos que forman parte del sistema de obtención
- Buque o sistema de interés

El modelo PAPS en Colombia, se ha implementado hasta la fase conceptual para el programa PES. Desde 2012 se ha venido implementando igualmente en otros proyectos de nuevas construcciones, sin que en ninguno de los casos se haya aplicado en su totalidad. Sin embargo, es evidente la decisión institucional de alcanzar su total aplicación para nuevas construcciones o para la obtención de medios navales con fines de defensa (Armada Nacional, 2012), donde se incluye también la fase de servicio de hasta cuarenta (40) años, como ya se mencionó. En esta fase (vida operativa), evidentemente la más larga en tiempo, contempla el uso, soporte y mantenimiento del activo (o sistema de interés); la Armada Nacional de Colombia viene aplicando los conceptos contenidos en la norma ISO 55000, relacionada con la gestión de activos, que propone para las organizaciones, la implementación de una estructura sistémica que apropie las mejores prácticas (como ingeniería de confiabilidad), y busca que las expectativas de valor de los activos sean alcanzados consistente y sosteniblemente en el tiempo mediante una gestión eficiente (Gonzalez, 2015).

4. Conclusiones

Para las Fuerzas Militares de Colombia, es importante la estrategia de cooperación internacional y la consolidación de la estrategia de participación en escenarios internacionales. Para ello es necesaria la proyección de nuevas capacidades y estándares que puedan ser aplicados en Colombia, acoplando estos estándares a los sistemas de gestión administrativa y operacional desarrollados en años de experiencia propia, generando importantes beneficios en la eficiencia de los procesos y procedimientos castrenses. Entendiendo que el PAPS, en su implementación, deberá ser objeto de permanentes revisiones y mejoras.

Lo anterior ha generado la posibilidad de incorporar nuevas prácticas y nuevos conocimientos que benefician no solo la forma de interactuar entre las organizaciones, sino también la eficiencia en el desarrollo de actividades técnicas y administrativas para las Fuerzas Militares de Colombia. Es aquí cuando se puede mencionar el PAPS, el cual contiene una metodología para desarrollar programas para la adquisición y uso de medios de defensa, y que es el marco de trabajo que ha sido adoptado por la Armada Nacional de Colombia para abordar el reto de construir en Colombia una nueva generación de Fragatas desde su fase conceptual, para reemplazar la generación de fragatas actual a partir del año 2025.

En relación a la cooperación adelantada con España, el exitoso proyecto de construcción naval representado en el programa F-100 finalizado en la primera década del siglo XXI junto con la participación de Colombia en operaciones en el marco de la OTAN y Comunidad Europea, han permitido desarrollar un ambiente de cooperación materializado en el intercambio de experiencias que incluye la revisión y entendimiento del modelo PAPS español, lo que ha servido como principal referente para la adaptación de la metodología a la cultura tecnológica, legislativa y administrativa colombiana.

La integración de las metodologías de diseño apropiadas por Colombia, específicamente en el astillero constructor COTECMAR, y que tienen como referente el libro Ship design and construction de Thomas Lamp (2004), han sido fusionadas con las fases que propone el modelo PAPS colombiano, permitiendo la referenciación de documentos técnicos que deben desarrollarse a medida que avanza el programa y su nivel de complejidad, constituyéndose en trabajos entregables específicamente durante el proceso constructivo. De esta forma se adapta con objetividad, la metodología a las prácticas de ingeniería en Colombia, en las fases conceptual, de definición y decisión.

Referencias

Armada del Reino de España, Armada de la República de Colombia. (2014). Arreglo Operacional para el Patrocinio de la Armada del Reino de España a la Armada de la República de Colombia para la Colaboración en las Operaciones OCEAN SHIEL y ATALANTA. Madrid: Jefatura de Estado Mayor de la Armada.

Armada Nacional & Cotecmar. (2016). Metodología para Desarrollo Proyectos de Adquisición de Sistemas de Defensa V 2. Bogotá: Dirección de Programas Estratégicos.

Armada Nacional. (2012). Directiva PES 047. Bogotá: Jefatura de Planeación.

Armada Nacional. (2012). Plataforma Estratégica de Superficie. Plan de Desarrollo 2030, 46–47.

Cancillería de Colombia. (20 de Mayo de 2015). Embajada de Colombia en Washington. Obtenido de http://www.colombiaemb.org/sites/default/files/Colombia.%20Exportador%20de%20Seguridad%20y%20Estabilidad.pdf

CONGRESO DE COLOMBIA. (12 de Julio de 2017). PRESIDENCIA DE LA REPUBLICA DE COLOMBIA. Obtenido de http://es.presidencia.gov.co/normativa/normativa/LEY%201839%20DEL%2012%20DE%20JULIO%20DE%202017.pdf

CONGRESO DE COLOMBIA. (24 de Julio de 2018). PRESIDENCIA DE LA REPUBLICA. Obtenido de http://es.presidencia.gov.co/normativa/normativa/LEY%201925%20DEL%2024%20DE%20JULIO%20DE%202018.pdf

Escuela Naval Almirante Padilla, Cotecmar. (2013). Metodología para Desarrollo de Proyectos de Adquisición de Sistemas Militares V1. Cartagena: Armada Nacional.

Gonzalez, H. (18 de Diciembre de 2015). Calidad y Gestión. Obtenido de https://calidadgestion.wordpress.com/tag/iso-55000/

González, M. (24 de Enero de 1997). Diario el País. Obtenido de https://elpais.com/diario/1997/01/24/espana/854060406_850215.html

ISO. (2002). ISO/IEC 15288 SYSTEMS ENGINEERING - SYSTEM LIFE CYCLE PROCESSES . Genova: International Organization for Standardization.

Lamp, T. (2004). Ship Design and Construction. Jersey City: Society of Naval Architects and Marine Engineers.

OTAN. (2007). AAP-48. Bruselas: Nato Standarization Agency.

OTAN. (2010). AAP-20. Bruselas: Nato Standarization Agency.

OTAN. (19 de Mayo de 2017). Relations with Colombia. Obtenido de http://www.nato.int/cps/en/natohq/topics_143936.htm

OTAN. (31 de Mayo de 2018). Organización del Tratado del Atlántico Norte. Obtenido de https://www.nato.int/cps/en/natohq/topics_143936.htm?selectedLocale=en

Real Armada Española. (27 de Abril de 2005). La Álvaro de Bazán se integrará en el grupo de combate del Theodore Roosevelt. Obtenido de Revista Naval: http://www.revistanaval.com/archivo-2004-2011/1-2005-04-27-alvaro-bazan-theodore-roosevelt

Secretary of the US Navy. (2002). Life Cycle Technology Insertion. Naval Research Advisory Committee, 25-28.

Villegas, L. (2016). Proyecto de Ley. Bogotá: Ministerio de Defensa de Colombia.

Villegas, L., & Holguín, M. (2017). Ley 1839. Bogtá: Congreso de la República.

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

Recebido/Submission: 17/11/2018
Aceitação/Acceptance: 12/12/2018

La prevención del riesgo de terrorismo en centros comerciales: hacia una seguridad pública en Colombia para la protección de infraestructuras críticas

Julio César González Rodríguez[1], Carlos Hernán Fajardo-Toro[2], Jerónimo Ríos Sierra[3]

julio.gonzalezr@unimilitar.edu.co, chfajardo@universidadean.edu.co, jeronimo.rios@ucm.es

[1] Armada Nacional de Colombia, 111321, Bogotá, Colombia.

[2] Facultad de administración, Finanzas y ciencias económicas, Universidad Ean, 110221, Bogotá, Colombia.

[3] Facultad de administración, Finanzas y ciencias económicas, Universidad Ean, 110221, Bogotá, Colombia.

Pages: 471–484

Resumen: El presente artículo propone un modelo de seguridad pública que vincule a los centros comerciales de Colombia, como parte de la infraestructura crítica del Estado. Dentro del análisis de los sectores de infraestructuras críticas, se determinó el impacto que los centros comerciales representan dado el alto tráfico que ostentan frente al riesgo de ataque terrorista. Como reflexión final, se plantea que la legislación orientada a las infraestructuras críticas, la inteligencia y las alianzas público-privadas son el primer paso para un modelo de protección de las infraestructuras críticas colombianas, de cara a la prevención del riesgo de terrorismo.

Palabras clave: Seguridad en centros comerciales, riesgo de terrorismo, protección de infraestructuras críticas,

The prevention of the risk of terrorism in shopping centers: towards a public security in Colombia for the protection of critical infrastructures

Abstract: This article proposes a public security model that includes Colombian shopping mall centers, as part of national critical infrastructure. Inside the analysis of critical infrastructure sectors, it was found that the shopping mall impacts derivate from the risk of terrorism are so wide to be included as a sector of critical infrastructure. The final reflection holds that to prevent terrorism risk, Colombia needs legislation to define critical infrastructure, the sectors that compose it, cooperation between intelligence agencies and; private and public alliances.

Keywords: Shopping mall security, Terrorism risk, Critical infrastructure protection

1. Introducción

Eventos como los atentados terroristas sucedidos en Manhattan el 11 de septiembre de 2001 plantean un desafío en contra del riesgo del terrorismo como fenómeno global que supone el mejor entendimiento de éste. El cuestionamiento de la forma en que fueron seleccionados los diferentes blancos u objetivos de dichos atentados reafirman la importancia que para la amenaza o grupo terrorista implica la representatividad de éste, o hablando en término de riesgos, los diferentes impactos que la manifestación de dicho riesgo genera con el logro del acto terrorista y los daños de infundir el temor en la ciudadanía. Lo anterior implica una necesaria reflexión sobre lo que son las infraestructuras críticas de un Estado, la situación particular de cada una de ellas y el entendimiento de los sectores que conforman este complejo concepto. Igualmente, invita a considerar las infraestructuras críticas más representativas según su impacto, ya sea en la economía nacional, la defensa nacional y la seguridad y/o salud pública.

En Colombia, hablar de infraestructuras críticas es aún un concepto difuso por la ausencia de terminología y legislación, así como de políticas públicas en este aspecto, con independencia de la importancia que estas representan para la nación. La historia de los atentados contra la infraestructura crítica son casi tan antiguos como la violencia por parte de grupos alzados en armas, los cuales han priorizado dicha infraestructura por la representatividad de ésta para las finanzas del Estado. A pesar de los antecedentes que se tienen de ataques contra infraestructura petrolera, vial, eléctrica y de telecomunicaciones en Colombia, pocas son las acciones contundentes para anticipar adecuadamente la acción de dichas acciones, dada la complejidad de la amenaza y el grado de exposición de la infraestructura. Sin embargo, si esto se analizara desde otro escenario, en nuestro país y de acuerdo con las lecciones aprendidas del 9/11, un atentado terrorista en un centro comercial con un alto nivel de tráfico podría suponer un impacto a tener muy en consideración, de acuerdo al potencial número de víctimas que éste conllevaría.

El objetivo del presente artículo, por tanto, es proponer un nuevo modelo de seguridad pública que vincule a los centros comerciales como parte de la infraestructura crítica del Estado. Para el cumplimiento del mismo, inicialmente se hizo un estado del arte sobre la protección de las infraestructuras críticas a nivel mundial, dada la escasa literatura existente en Colombia. Posteriormente, se realizó una revisión del terrorismo y la importancia de considerar los centros comerciales como parte de la infraestructura crítica del Estado para, finalmente, determinar un modelo para la protección de los centros comerciales a partir de una alianza público-privada.

2. Las infraestructuras críticas: una breve revisión

Posterior a los atentados terroristas del 9/11, la identificación de los sectores que conforman las infraestructuras críticas de un Estado, así como la interacción de las partes interesadas en la protección de las mismas, permitió la identificación de vulnerabilidades y deficiencias. Así, no solo se dejó la evidencia de un extenso camino que hacía falta por recorrer en la identificación de dichas vulnerabilidades, sino la necesidad de una clara valoración sobre las amenazas existentes para poder llegar así al planteamiento de posibles escenarios de riesgos.

En este orden de ideas, Lee (2009) afirma que el Departamento de Seguridad de los Estados Unidos ha evolucionado satisfactoriamente en la formulación y ejecución dinámica de un acervo legislativo y de programas de seguridad para anticipar, prevenir y neutralizar indeseados ataques a la infraestructura como el atentado terrorista del 9/11. Sin embargo, aún quedan extensas sendas de conocimiento para el desarrollo de modelos predictivos con implicaciones profundas de la comunidad de inteligencia.

Por lo anterior, se analizaron desde diferentes perspectivas en los países que tienen desarrollos en la implementación de conceptos relacionados con la protección de infraestructuras críticas, tal y como sucede en Estados Unidos, España o Australia, y a lo que se suma un prolijo debate académico.

Al rigor de lo anterior, la literatura promulgada por los Estados Unidos en la definición de protección de las infraestructuras críticas, en comparación con otros países, tiene mayor profundidad no solo en la conceptualización y la determinación de los sectores de infraestructuras críticas, sino también la vinculación de las partes interesadas, así como en los modelos de evaluación de riesgos desarrollados. Lo anterior se documenta en el Plan Nacional para la Protección de Infraestructuras del *Department of Homeland Security* (2013). En éste se define la infraestructura crítica como los sistemas o activos que, siendo físicos o virtuales de una alta importancia e impacto para el Estado, su incapacidad o destrucción podría tener un impacto debilitante en la seguridad, la estabilidad de la economía nacional y la seguridad o salud pública.

Otro lugar con un amplio desarrollo en la protección de infraestructuras críticas es España, en donde de manera autónoma y dentro de lo estipulado por la Unión Europea, se desarrolló su propio marco teórico en la protección de dichas infraestructuras. Por lo anterior, fueron definidas como las infraestructuras estratégicas cuyo funcionamiento es indispensable y no permite soluciones alternativas, de modo tal que su perturbación o destrucción conlleva un grave impacto sobre los servicios esenciales (Jefatura de Estado, 2011).

Por su parte, en Australia su marco teórico permiten apreciar unos requerimientos para las diferentes partes interesadas en la protección de infraestructuras críticas y más exactamente los operadores de las mismas. Entre estas responsabilidades designadas a los operadores de infraestructuras críticas están: (i) concienciar el ambiente operacional; (ii) proteger los activos de los riesgos y sus amenazas; (iii) aplicar técnicas de gestión del riesgo en la planeación de procesos; (iv) hacer revisiones de la valoración de los riesgos, así como los planes de emergencias y contingencias; (v) informar o reportar las actividades sospechosas a las autoridades; (vi) desarrollar y revisar periódicamente los planes de continuidad del negocio; (vii) conducir entrenamiento en el desarrollo de los planes de emergencia y contingencia; (viii) participar en ejercicios gubernamentales especialmente en actividades armónicas de prevención y recuperación (Australia - New Zeland Counter Terrorism Comittee, 2015).

Esta misma óptica de las infraestructuras críticas, visto desde la academia, es importante resaltar lo planteado por Radvanosky & McDougall (2010), quienes están bastante próximos con lo expuesto por el NIPP, y las definen como todas las actividades que se desarrollan para efectuar la protección de dichas infraestructuras y que lleva implícito el personal, los activos físicos y los sistemas de comunicación que son indispensables

para la seguridad: nacional, estatal y urbana, así como la estabilidad económica y seguridad pública.

A pesar de lo expuesto, la protección de las infraestructuras críticas debe llevar inicialmente una clara identificación de las mismas (*Department of H*omeland *Security*, 2013) (Gheorghe, Vamanu, Katina, & Pulfer, 2018), debiendo previamente considerar los impactos de cada sector que componen las infraestructuras críticas, el cual para cada país varía según su caso particular. De acuerdo lo expuesto, por tanto, es que se presentan en la siguiente tabla 1, una breve revisión de los sectores que componen las infraestructuras críticas de los 10 países analizados en la realización de este trabajo.

PAÍS	SECTORES
EEUU (16)	(i) Químico, (ii) instalaciones comerciales, (iii) comunicaciones, (iv) manufactura crítica, (v) represas, (vi) bases de la industria de la defensa, (vii) servicios de emergencia, (viii) energía, (ix) servicios financieros), (x) comida y agricultura, (xi) instalaciones gubernamentales, (xii) cuidado de la salud y salud pública, (xiii) tecnologías de la información, (xiv) reactores, desechos y material nuclear, (xv) sistema de transporte, (xvi) sistema de agua y alcantarillado (Department of Homeland Security, 2013)
ESPAÑA (12)	(i) Administración, (ii) espacio, (iii) industria nuclear, (iv) industria química, (v) instalaciones de investigación, (vi) agua, (vii) energía, (viii) salud, (ix) tecnologías de la información y comunicaciones, (x) transporte (xi) alimentación, (xii) sistema financiero y tributario (Jefatura de Estado, 2011).
FRANCIA (12)	(i) actividades civiles, (ii) actividades legales, (iii) actividades militares estatales, (iv) comida, (v) comunicaciones, tecnología y transmisión, (vi) energía, (vii) espacio e investigación, (viii) finanzas, (ix) gestión del agua, (x) industria, (xi) salud, (xii) transporte (Secrétariat Général de la Défense et de la Sécurité Nationale, 2017).
AUSTRALIA (07)	(i) Energía, (ii) servicios de agua, (iii) comunicaciones, (iv) transporte, (v) cadena de alimentos, (vi) salud, (vii) banca y finanzas (Australia - New Zeland Counter Terrorism Comittee, 2015)

Tabla 1 – Sectores que componen las infraestructuras críticas de diferentes naciones

De acuerdo con lo anterior, varios países, dado su interés en la prevención y protección de las infraestructuras críticas, han planteado los diferentes sectores que las conforman así como una subdivisión al interior de los mismos. De esta manera, la identificación de infraestructuras críticas se considera vital para el diseño estratégico de la protección de las mismas, y al ser los Estados Unidos el Estado que más sectores ha reconocido, con un total de 16 sectores de infraestructuras críticas, dentro de su marco teórico no se observa una metodología para dicha selección y clasificación. Empero, a cada estado le delegan la responsabilidad de la identificación de diferentes infraestructuras dentro de su respectivo territorio, según los sectores que ya tienen seleccionados (Department of Homeland Security, 2013). Es Estados Unidos, por ende, el único país que ha tenido en cuenta dentro de sus sectores de infraestructuras críticas a las “Instalaciones Comerciales”, presentándose en la tabla 2 se presenta en detalle los sectores y subsectores que para el marco teórico norteamericano es caracterizado.

SECTOR	SUBSECTOR
Industria química	Manufactura química, manufactura petroquímica, compañías farmacéuticas, químicos para agricultura, distribuidores químicos, Universidades.
Instalaciones comerciales	Centros de entretenimiento y comercio (centros comerciales y establecimientos de retail), sitios de diversión y apuesta, hoteles, eventos masivos al aire libre, Establecimientos públicos masivos, ligas deportivas.
Comunicaciones	Comunicaciones inalámbricas, cableado, satelital, radiodifusión.
Manufactura crítica	Metalúrgicas, maquinaria, equipo eléctrico, Equipo de transporte y equipos pesados.
Represas	Proyectos de represas, hidroeléctricas, esclusas de navegación, diques, barreras contra huracanes, desechos de minería y otros desechos industriales.
Industria militar para defensa	Industria del sector público o privado que apoya directamente operaciones militares, investigación y desarrollo, diseño, manufactura, integración, mantenimiento, depósitos de armamento y servicios a los sistemas de armamento militar. Incluye también fabricantes de componentes.
Servicios de Emergencia	Cumplimiento de la ley, servicios de fuego y emergencias, gestión de emergencias, servicios de emergencias médicas y trabajos públicos.
Energía	Sector eléctrico, Sector petróleo, Sector del gas natural, interdependencias del sector energético,
Servicios Bancarios y Financieros	Entes reguladores Federales, estatales y entidades bancarias
Comida y agricultura	Sistema de producción, procesamiento y distribución de alimentos.
Instalaciones gubernamentales	Instalaciones del sector educación, departamento del interior, Monumentos nacionales,
Sanidad y salud pública	Todo el sistema financiero y de redes de hospitales y ambulancias.
Tecnologías de la información	Parte virtual y física de las empresas privadas y del sector público. Incluye procesos de investigación y desarrollo, así como de producción.
Sector nuclear: reactores, material y desecho	Plantas nucleares (reactores), investigación, entrenamiento y reactores de prueba, instalaciones desactivadas, Instalaciones de procesamiento de uranio, transporte de material nuclear, material radioactivo, fuentes radioactivas, desecho nuclear.
Sistemas de transporte	Rutas aéreas, vías, pistas y los medios de transporte que le dan sentido a las vidas. Incluye aviación, ferroviario de mercancías, autopistas, marítimo, transporte público de pasajeros por ferrocarril, y ductos que transporten agua, alimentos, medicina y combustibles para la vida diaria.
Sistema de agua y alcantarillado	Compuesto por las fuentes de agua, el sistema de transporte, los puntos de consumo de agua y puntos de desperdicio o de alcantarillado. Incluye sistemas de tuberías, bombas y generadores y tratamiento.

Tabla 2 – Sectores y subsectores de las infraestructuras críticas

Gran parte de los sectores de infraestructuras críticas tiene la potencialidad de verse afectado por atentados terroristas, como ha sucedido en varios países como Estados Unidos, Reino Unido, España, Francia, entre muchos otros. Por ello, es importante analizar el riesgo de terrorismo y sus implicaciones en la infraestructura crítica de Colombia.

En ell CONPES[1] 3854, definido como el CONPES de Política Nacional de Seguridad Digital, se tratan las infraestructuras críticas cibernéticas, dentro del macro conjunto de las infraestructuras críticas. Sin embargo, desafortunadamente, la ausencia de definición de esta último genera serios vacíos a la hora del desarrollo de políticas públicas y de definir mecanismos de protección de las mismas. Así, desde la perspectiva del Comando General de las Fuerzas Militares de Colombia han emanado documentos internos como Directivas, en donde se dan instrucciones de protección de algunas de estas infraestructuras que están bajo amenaza terrorista. En estos documentos, que fueron presentados internamente en el año 2013, se dan, por ejemplo, instrucciones claras de proteger las infraestructuras de hidrocarburos, energéticas, vial, minería, comunicaciones y aeronáuticas.

Finalmente, lo anterior deja una clara evidencia que, en Colombia, a diferencia de muchos otros países, el marco teórico y jurídico en torno a las infraestructuras críticas es totalmente ausente frente a las necesidades que se tienen para la implementación de planes de protección de infraestructuras críticas.

3. El riesgo de terrorismo y su afectación al sector comercial colombiano

El terrorismo hoy por hoy es un riesgo de alto impacto y, cada vez más, se analiza nuevos enfoques multidimensionales como el que ofrece, entre muchos otros, la sociedad del riesgo mundial (Beck, 2002). Esto no quiere decir que la consideración de actos violentos para generar terror sea algo de finales del siglo XX y hasta la actualidad. De esta manera, Mijaíl Bakunin (1814-1876), junto con el egipcio Sayid Qutb (1906-1966), fueron considerados para muchos los fundadores del anarquismo insurreccional primero, y del salafismo yihadí después. Así, por ejemplo, el primero instó en la creación de grupos secretos, pequeños y clandestinos que actuaran en acción violenta (Aviles, 2012). Esto resulta coincidente con lo planteado por Karl Heinzen (1849), quien sustenta en su clásico ensayo que el asesinato y la violencia contra políticos había de entenderse como la única salida que se tenía para la cruenta represión oficial (González Calleja, 1998). Empero, al profundizar en el terrorismo, es importante entender que el terrorismo es el acto que conlleva raíces motivacionales basadas en diferencias políticas o religiosas, objetivo de población civil generando temor y percepción de inseguridad (Mythen & Walklate, 2005).

Para entender cualquier dimensión del terrorismo es importante revisarlos principales conceptos que se le han dado. Según Chalk (1998) el terrorismo se define como el uso sistemático de un tipo particular de violencia ilegítima que es empleado por actores subestatales como medio para alcanzar objetivos políticos específicos. De manera muy similar, Hoffman (1998) lo define haciendo uso del mismo componente de causalidad política como la deliberada creación y explotación de miedo a través de la violencia o amenaza del uso de esta para lograr un cambio político. Con una definición en cuanto a componentes de causalidad más amplia Enders & Sandler (2002), entienden el terrorismo como el uso premeditado o amenaza de uso de violencia brutal o extra normal, por parte de grupos subnacionales, para lograr objetivos políticos, religiosos o ideológicos a través de la intimidación de la población la cual en muchos casos no está conformada por quienes busca doblegar. Estos conceptos similares incluyen la

[1] Por sus siglas es definido como el Consejo Nacional de Política Económica y Social

causalidad política de manera común, si bien no profundizan en el entendimiento de la realidad en donde el terrorismo puede tener unos intereses económicos. Al respecto, Boaz (2009) plantea que el terrorismo es el uso intencionado de la violencia en contra de la población civil para alcanzar objetivos políticos, nacionalistas, socioeconómicos, ideológicos, religiosos, etc. De manera muy similar, el *National Consortium for the Study of Terrorism and Responses to Terrorism* (2016) lo define como la amenaza o el uso ilegal de la violencia por un actor no estatal para obtener un objetivo político, económico, religioso o social a través de la coerción o intimidación. Esta última definición, posiblemente es la que más se acoge a lo que la dinámica del conflicto armado interno en Colombia, en donde resulta complejo y un tanto inapropiado el calificativo de terrorista a las organizaciones delictivas colombianas (debido a las motivaciones que presentan para su accionar o la representación territorial de su disputa frente al Estado), si bien se dará esta denominación para hacer referencia a las actuaciones de quienes han realizado este tipo de actos que buscan infundir terror en la población.

Es por esto que, dentro de estudios de terrorismo en el contexto colombiano ha sido definido como:

"Un método inspirador de ansiedad de acciones violentas repetidas empleadas por actores (semi) clandestinos, individuales, grupales o estatales por razones idiosincrásicas, criminales o políticas, donde en contraste con el asesinato, los blancos directos de la violencia no son los objetivos principales. Las víctimas humanas inmediatas de la violencia generalmente son objetivos aleatorios (objetivos de oportunidad) o selectivamente (representativos o simbólicos) de una población objetivo, y sirven como generadores de mensajes. Procesos de comunicación basados en amenazas y violencia entre víctimas terroristas (organización), (en peligro) y objetivo principal (público [s]), convirtiéndolo en un objetivo de terror, un objetivo de demandas o un objetivo de atención, dependiendo de si para generar la intimidación, la coacción o la propaganda principalmente (Feldman & Hinojosa, 2009)."

Asimismo, para Tarapues Sandino (2012), el terrorismo de Colombia es un terrorismo doméstico y no internacional, y este estuvo dividido en dos etapas: la etapa inicial que fue la etapa del narcoterrorismo entre 1980 y 1995, y la segunda etapa del terrorismo, posterior al ataque de las Torres Gemelas o el 9/11, siendo el terrorismo colombiano prolongado por tener dos intereses principales como son el político y el narcotráfico, y de cuya visión se desmarcan algunos trabajos como el de Echandía (2006), Pécaut (2008), Pizarro (2011) o Ríos (2017).

Sea como fuere, bajo esta dinámica compleja de entender el terrorismo en Colombia dentro de un escenario multidimensional, se hace necesario analizar los componentes que han sido propuestos para definir el riesgo de terrorismo. En este mismo aspecto, Ronfeldt & Arquilla (2001) plantearon los cinco niveles que hacen efectiva una red terrorista: el nivel organizacional, el nivel narrativo, el nivel doctrinal, el nivel tecnológico y el nivel social. Estos niveles bien podrían ser tenidos y cumplidos por las estructuras delictiva que realizan actos terroristas, siendo uno de sus blancos los centros comerciales colombianos.

Como se vio previamente, los centros comerciales siendo considerados por los Estados Unidos como infraestructuras críticas, invitando a una reflexión de cara al tráfico de estos, dada la circunstancia puntual de los aforos promedio que podrían tener en especial

los centros comerciales con mayor tráfico de Colombia. Al respecto de lo anterior, no se encontraron estudios sobre el tráfico de los centros comerciales. Sin embargo, en una noticia publicada por La República (2017) se plantean los tráficos mensuales de cada centro comercial, siendo necesario más estudios al respecto para determinar tiempos de permanencia y así tener un aforo probable en cada establecimiento y así poder determinar los impactos que podrían generarse en un momento determinado en los tres modos de operación del centro comercial: abierto, cerrado y parcialmente abierto[2].

Dada la información de tráfico de los centros comerciales en la tabla 3 se propone un estimado de tráfico diario por cada centro comercial colombiano estudiado en el siguiente trabajo.

No.	CENTRO COMERCIAL	TRÁFICO MENSUAL	TRÁFICO DIARIO
1	Unicentro	2.350.000	78.333
2	Santafe (Bogotá)	2.000.000	66.667
3	Gran Estación	1.900.000	63.333
4	Chipichape	1.800.000	60.000
5	Santafe (Medellín)	1.250.000	41.667
6	Salitre Plaza	1.200.000	40.000
7	Hayuelos	1.200.000	40.000
8	El Tesoro (Medellín)	1.000.000	33.333

Tabla 3 – Promedio de tráfico diario por los centros comerciales relacionados

La anterior información tiene implicaciones directas en la seguridad dado el alto volumen de visitantes que podrían verse afectados durante un atentado terrorista, debiendo ser este un factor de especial atención por parte del Estado colombiano en el establecimiento de un plan de protección a los centros comerciales como infraestructuras críticas frente al riesgo de terrorismo.

El acto de terrorismo ha tenido una percepción baja en los establecimientos comerciales, dado que se ha asociado este, solo a atentados con explosivos. No obstante, para Rand Corporation (2006) existen diferentes formas de manifestación del terrorismo en los centros comerciales como: (i) francotirador; (ii) asalto por comando armado; (iii) toma de rehenes; (iv) artefacto explosivo ubicado externamente; (v) artefacto explosivo internamente; (vi) visitante suicida; (vii) vehículo bomba externamente; (viii) vehículo bomba en parqueadero internamente; (ix) Vehículo ingresando con embestida; (x) camión bomba en la zona de carga del centro comercial; (xi) ataque con ántrax en los ductos de ventilación; (xii) ataque con ántrax con persona que ingresa mercancía y (xiii) ataques químicos por personas internas.

[2] Centro comercial abierto hace referencia cuando las puertas, parqueaderos y locales están en operación, centro comercial cerrado, hace referencia a locales, puertas de acceso y parqueaderos cerrados; y finalmente, centro comercial parcialmente abierto hace referencia a puertas y parqueaderos en operación y locales cerrados.

Los anteriores escenarios que implican una amplia forma de generar afectación contra las personas y la infraestructura de los centros comerciales, dejando de lado el único y tradicional enfoque de uso exclusivo de explosivos. En este orden de ideas, frente al mismo rigor que para la identificación de los escenarios de terrorismo, Rand Corporation (2006) realizó una investigación sobre las diferentes formas de prevención del terrorismo. De estas, cabe destacar: el entrenamiento de los empleados, el reporte de paquetes sospechosos, la revisión de maletas, abrigos y paquetes en las horas de centro comercial abierto, el uso de detector de metales en maletas, abrigos y paquetes, los portales de detección de trazas en las entradas, perros en las entradas, así como todas las anteriores en horario de centro comercial parcialmente abierto y cerrado. Igualmente, se destaca el cubrimiento de la visual 100% de todas las áreas comunes del centro comercial.

Con la clasificación previa de los tipos de actos terroristas, en la tabla 4 se propondría un recuento de los atentados terroristas perpetrados en establecimientos comerciales, durante los últimos treinta años.

INSTALACIÓN	DESCRIPCIÓN	FECHA
Centro Comercial: Centro 93 Bogotá	Explosión de un carro bomba dejando saldo de 15 personas asesinadas y más de 100 heridos (The New York Times, 1993).	15 de abril de 1993
Súper Almacenes Olímpica Bogotá Centro Nariño, Centro Comercial plaza de las Américas y Calle 63 No. 18 Bogotá	Olímpica Centro Antonio Nariño: Bomba incendiaria Olímpica Calle 63 No. 18: Petardo abandonado frente al establecimiento SAO Plaza de las Américas: Dos petardos abandonados frente al establecimiento (El Tiempo, 1993).	23 de octubre de 1993
Centro Comercial El Tesoro Medellín	Explosión de un carro bomba dejando tres muertos y cincuenta heridos (La Nación, 2001).	11 de enero de 2001
Súper almacenes Olímpica Carulla Vivero Barranquilla	Explosivos dejados en bolsas hicieron explosión simultáneamente en SAO y Carulla de la misma ciudad (El Tiempo, 2003).	17 de diciembre de 2003
Centro Comercial Alejandría Cúcuta	Artefacto explosivo que fue dejado en el Centro Comercial deja como resultado 7 muertos y 66 heridos (La Vanguardia, 2003).	5 de marzo de 2003
Centro Comercial El Cid Medellín	Atentado terrorista con carro bomba dejado en el parqueadero del Centro Comercial El Cid (Revista Semana, 2003).	16 de noviembre de 2003
Grandes Superficies Carrefour Bogotá	Accionamiento de tres dispositivos incendiarios en tres almacenes de la marca Carrefour en Bogotá, sin víctimas humanas y escasas pérdidas económicas (El Espectador, 2008).	16 agosto de 2008
Centro Comercial Santafe Bogotá	Una toma de rehenes fue desarrollada en el Centro Comercial dejando una víctima mortal en un local comercial (Revista Semana, 2017).	4 de octubre de 2017
Centro Comercial Centro Andino Bogotá	Un artefacto explosivo abandonado en uno de los baños del edificio, dejando como resultado tres mujeres muertas y ocho personas heridas (El Tiempo, 2017).	17 de junio de 2017

Tabla 4 – El riesgo de terrorismo en el escenario comercial colombiano

De este modo, el periodo analizado en Colombia, se han sufrido 11 atentados terroristas en contra de infraestructuras comerciales, siendo una cifra no despreciable, dada la potencialidad de un alto tráfico y la lesividad que supone el uso de explosivos. Por lo anterior, cabría entender la necesidad a que el Estado plantee un modelo para la gestión de la seguridad de los centros comerciales, bajo el amparo de las infraestructuras críticas.

4. Modelo para la protección de los centros comerciales como parte de la infraestructura crítica de la nación

La responsabilidad del Estado en la protección de la infraestructura crítica y según lo planteado en el presente artículo, los centros comerciales como espacio comercial con amplia capacidad de aforo, demandan un adecuado nivel de protección y apoyo, por cuanto es importante analizar el funcionamiento desde otras perspectivas y escalas geográficas. Por ejemplo, en Estados Unidos, el nivel nacional, estatal y local hacen parte de la comunidad de infraestructuras críticas, entrelazadas y engranadas a través del *Departament of Homeland Security* (Department of Homeland Security, 2013). Un aspecto de interés, no obstante, es la vinculación de la academia, así como los consejos de asesores.

De la misma manera en Europa, se consideran varias partes interesadas y se le da mayor responsabilidad al operador de la infraestructura crítica, los cuales deben tener unos planes de seguridad PSO[3] (Consejo de la Unión Europea, 2008). Igualmente, para lograr la integración cuenta con la figura de enlace para la seguridad entre el operador de la infraestructura crítica y el Estado. Dentro de este marco general europeo, en España de manera homogénea a lo planteado por Estados Unidos cuenta con estructuras estatales, locales y autonómicas, de tal manera que todo es articulado por el Centro Nacional para la Protección de Infraestructuras Críticas (CNPIC). Por su parte Vos, Tjmekes, Klaver, & Verner (2017) plantean la importancia de una alianza público-privada para la protección de infraestructuras críticas. Un binomio que fue denominado como la alianza PPP[4], la cual está compuesta por tres actores: la organización pública como ente rector y gestor de la protección, la organización privada como interesado en la continuidad del negocio y la alianza público-privada como criterio de responsabilidad conjunta.

Lo anterior, permite entender que, para el caso colombiano, es fundamental vincular una trilogía similar a la planteada por Vos, Tjmekes, Klaver, & Verner (2017) y *Department of Homeland Security* (2013) si bien ésta consistiría en lo expuesto en la figura 1.

Figura 1 – Modelo propuesto para la protección de infraestructuras críticas de centros comerciales en Colombia.

[3] Plan de seguridad del operador
[4] Public-private partnerships

Esta propuesta permite, no solo mediante una alianza público-privada, buscar una sincronía entre los dos sectores, sino que además pretende definir las responsabilidades puntuales de cada uno como parte interesada del proceso. Adicionalmente la academia se involucra mediante la participación en la producción de nuevo conocimiento orientado a la protección. Dentro de las funciones vitales de la responsabilidad pública están el proveer un marco legal adecuado para la protección de la infraestructura crítica y vincular adecuadamente la comunidad de inteligencia. Asimismo, dentro de los centros comerciales, la responsabilidad en su departamento de seguridad de mantener un efectivo desempeño de todo el sistema de seguridad es una apuesta para la profesionalización de la actividad o más allá de lo actual.

5. Conclusiones

Realizada la sucinta revisión del marco teórico sobre la infraestructura crítica a nivel mundial y su aplicación en Colombia, se observa que existe un desconocimiento por parte del legislativo en la protección de infraestructuras críticas como parte de la estrategia de seguridad y defensa de la nación. Esto en contraste con otros países en donde su avance en la protección de las infraestructuras críticas es una invitación a Colombia para iniciar.

Sin ser ajenos a la necesidad de la legislación, la evaluación de impactos sobre las infraestructuras críticas permite entender y dimensionar la importancia de los centros comerciales como posible infraestructura crítica colombiana, lo cual, dada la afluencia de personas, hace que su impacto frente a actos de terrorismo pueda ser preocupante.

La alianza público-privada genera importantes responsabilidades desde el Estado colombiano como una legislación adecuada y una mayor participación de la comunidad de inteligencia, de la misma forma que para los centros comerciales, la potencialización de los sistemas de seguridad y la academia con investigación orientada al nuevo conocimiento en materia de anticipación y prevención.

Referencias

Australia - New Zeland Counter Terrorism Comittee. (2015). National Guidelines for Protecting Critical Infrastructure from Terrorism. Attorney General's Depatment Australia.

Aviles, J. (2012). Terrorismo Anarquista y Terrorismo Yihadí: un análisis comparativo. Historia y Política, num 27, 227–249.

Beck, U. (2002). The Terrorist Threat. Theory, Culture & Society Vol 19, 39–55.

Boaz, G. (2009). Trends in Modern International Terrorism. To Protect and To Serve: Policing in an Age of Terrorism, 11–42.

Cabinet Office, 22 Whitehall, London, Sw1A 2WH. (2010). Strategic framework and Policy Statement. London: Cabinet Office.

Chalk, P. (1998). The Response to Terrorismo as a Threat to Liberal Democracy. Autralian Journal of Politics and History; Vol 44, number 3, 373–388.

Consejo de la Unión Europea. (2008). Sobre la identificación y designación de infraestructuras críticas europeas y la evaluación de la necesidad de mejorar su protección. Bruselas: Diario Oficial nión Europea.

Cox, L. A. (2008). Some Limitations of "Risk = Threat × Vulnerability ×Consequence" for Risk Analysis of Terrorist Atacks. Risk Analysis Vol 28, No. 6, 1749–1761.

Department of Homeland Security. (2013). National Infrastructure Plan Protection. Partnering for Critical Infrastructure Security and Resilience. Homeland Security.

El Espectador. (17 de agosto de 2008). Pánico en Carrefour. Obtenido de https://www.elespectador.com/impreso/bogota/articuloimpreso-panico-carrefour

El Tiempo. (23 de octubre de 1993). ESCALADA TERRORISTA CONTRA LAS SUPERTIENDAS OLÍMPICA. Obtenido de https://www.eltiempo.com/archivo/documento/MAM-247645

El Tiempo. (17 de diciembre de 2003). Terrorismo en Barranquilla. Obtenido de https://www.eltiempo.com/archivo/documento/MAM-1047742

El Tiempo. (18 de junio de 2017). Tres muertas y ocho heridos por atentado en el centro comercial Andino. Obtenido de https://www.eltiempo.com/bogota/explosion-en-centro-comercial-andino-de-bogota-100084

Echandía, C. (2006). Dos décadas de escalamiento del conflicto armado en Colombia. Bogotá: Universidad Externado de Colombia.

Enders, W., & Sandler, T. (2002). Patterns od Transnational Terrorism 1970 - 1979: Alternative Time-Series Estimates. International Studies Quarterly Vol 46 No. 2, 145–165.

Federal Republic of Germany. (2009). National Strategy for Critical Infrastructure Protection. Berlin: Bundesministerium des Innern.

Feldman, A. E., & Hinojosa, V. (2009). Terrorism in Colombia: Logic and Sources of a Multidimensional Ubiquitous Phenomenon. Terrorism and Political Violence: 21, 1–20.

Gheorghe, A. V., Vamanu, D. V., Katina, P. F., & Pulfer, R. (2018). Critical infrastructures, Key Resources, Key Assets. Risk Vulnerability, Resilience, Fragility, and perception governance. Norfolk: Springer.

González Calleja, E. (1998). La Razón de la Fuerza. Orden púbico, subversión y violencia política en la España de la Restauración (1875-1917). Madrid: CSIC.

Haimes, Y. Y. (2009). Risk Modeling Assessment and Managent. 3 edition. New Jersey: Wiley.

Hoffman, B. (1998). Inside Terrorism. Londres: Victor Gollancz.

Jefatura de Estado. (29 de 04 de 2011). Ley 8. por la que se establecen medidas para la protección de las infraestructuras críticas. MAdrid: BOE.

La Nación. (12 de enero de 2001). Medellín estremecida. Obtenido de https://www.nacion.com/el-mundo/medellin-estremecida/62EIT6GCPRC63DGWW2J7NZCQ

IY/story/

La República. (17 de julio de 2017). La República. Obtenido de Unicentro y Santafé son los malls con más visitantes en las ciudades principales: https://www.larepublica.co/empresas/unicentro-y-santafe-son-los-malls-mas-visitados-en-las-principales-ciudades-2526560

La Vanguardia. (5 de marzo de 2003). Siete muertos y 66 heridos al estallar un coche-bomba en un centro comercial en Colombia. Obtenido de https://www.lavanguardia.com/internacional/20030305/51262770525/siete-muertos-y-66-heridos-al-estallar-un-coche-bomba-en-un-centro-comercial-en-colombia.html

Lee, E. (2009). Homeland Security and Private Sector Business. Corporation's role in Critical Infrastructure Protection. Boca Raton: CRC Press.

Mythen, G., & Walklate, S. (2005). Criminology and Terrorism. Which Thesis? Risk Society or Governentaly. British Journal of Criminology, 379–398.

National Consortium for the Study of Terrorism and Responses to Terrorism. (2016). Global Terrorism Index. Maryland: Institute for Economic and Peace.

Pécaut, D. (2008). Las FARC, ¿una guerrilla sin fin o sin fines? Bogotá: Norma.

Pizarro, E. (2011). Las FARC (1949-2011). De guerrilla campesina a máquina de guerra. Bogotá: Norma.

Radvanosky, R., & McDougall, A. (2010). Critical Infrastructure Homeland Security and Emergency Preparedness. Boca Raton: CRC Press.

Rand Corporation. (2006). Reducing Terrorism Risk at Shopping Centers An Analysis of Potential Security Options. Santa Monica, Ca: Rand.

Revista Semana. (12 de noviembre de 2003). Cuatro muertos y 35 heridos en explosión de carro bomba en Medellín. Obtenido de https://www.semana.com/noticias/articulo/cuatro-muertos-35-heridos-explosion-carro-bomba-medellin/55926-3

Revista Semana. (4 de octubre de 2017). Trágico final de una mujer y su exmarido en el centro comercial Santafé. Obtenido de https://www.semana.com/nacion/articulo/hombre-armado-en-el-centro-comercial-santa-fe-bogota/521730

Ríos, J. (2017). Breve historia del conflicto armado en Colombia. Madrid: La Catarata.

Ronfeldt, D., & Arquilla, J. (2001). What next for networks and netwars? En D. Ronfeldt, & J. Arquilla, Networks and Netwars: The Future of Terror, Crime, and Militancy. Santa Mónica, CA: Rand Corporation.

Secrétariat Général de la Défense et de la Sécurité Nationale. (2017). The critical infrastructure protection in France. Paris: SGDSN.

Tarapues Sandino, D. F. (2012). An overview of the Terrorism in Colombia: context, national legislation, and anti-terrorism measures. Contexto (1) 4, 29–37.

The New York Times. (16 de abril de 1993). A HUGE CAR BOMB KILLS 15 IN BOGOTA.

Obtenido de https://www.nytimes.com/1993/04/16/world/a-huge-car-bomb-kills-15-in-bogota.html

Vos, P., Tjmekes, B., Klaver, M., & Verner, D. (2017). ENHANCEMENT OF PUBLIC-PRIVATE PARTNERSHIPS WITHIN CRITICAL INFRASTRUCTURE PROTECTION PROGRAMS. En UK Security Expo (págs. 19-27). London: Delta Business Media Limited.

Wulf, W. A., Haimes, Y. Y., & Longstaff, T. A. (2003). Strategic Alternative Responses to Risks of Terrorism. Risk Analysis, Vol. 23, No. 3, 429–444.

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

Recebido/Submission: 22/10/2018
Aceitação/Acceptance: 01/12/2018

A Realidade Aumentada - Aplicação no âmbito Militar e a validação através do Modelo de Aceitação de Tecnologias

José Luís Reis[1, 2], Carlos Alves[2], Dário Carreira[1]

jreis@ismai.pt, me@carlosmfalves.eu, dariocarreira@ismai.pt

[1] ISMAI – Instituto Universitário da Maia, Avenida Carlos de Oliveira Campos, Castêlo da Maia, 4475-690 Maia, Maia, Portugal.

[2] IPAM – Instituto Português de Administração e Marketing, R. Manuel Pinto de Azevedo 748, 4100-320 Porto, Porto, Portugal.

Pages: 485–496

Resumo: A Realidade Aumentada (RA) permite construir e adicionar objetos virtuais num espaço real, seja através de vídeo ou de uma projeção numa superfície transparente. A defesa militar está cada vez mais interessada na RA, pois é uma tecnologia que permitir uma melhor visão geral do campo de batalha. Este trabalho reúne informações sobre a RA, sendo apresentadas algumas aplicações da RA no âmbito militar e informações sobre o modelo TAM - Technology Acceptance Model. No âmbito militar o TAM tem sido utilizado em estudos sobre aceitação de uma nova tecnologia projetada para uso em ambiente de treino por alunos militares. Neste trabalho apresenta-se uma solução genérica que permite usar o TAM numa situação de teste de tecnologias de RA no âmbito militar, sendo referidos aspetos relacionados com o quadro de referência e modelo concetual, metodologias de investigação, técnicas de recolha e análise de dados a adotar.

Palavras-chave: Realidade Aumentada, Defesa Militar, Modelo de Aceitação de Tecnologias – TAM.

Augmented Reality - Military application and validation through the Technology Acceptance Model (TAM)

Abstract: Augmented Reality (AR) allows you to construct and add virtual objects in real space, either through video or a projection on a transparent surface. Military defense is increasingly interested in RA because it is a technology that allows a better overview of the battlefield. This work brings together information about AR, presenting some applications of AR in the military field and information about the TAM - Technology Acceptance Model. In the military field TAM has been used in studies on acceptance of a new technology designed for use in a training environment by military students. This work presents a generic solution that allows to use the TAM in a situation of test of AR technologies in the military scope, being

related aspects related to the frame of reference and conceptual model, research methodologies, techniques of data collection and analysis to adopt.

***Keywords**:* Augmented Reality, Military Defense, Technology Acceptance Model - TAM.

1. Introdução

A aplicação da Realidade Aumentada (RA) em projetos no âmbito militar apresenta informação, nomeadamente objetos 3D num espaço real, pois a tecnologia RA captura imagens do ambiente físico usando câmaras e depois constrói objetos virtuais que são colocados nas imagens, adicionando-as ao ambiente real, permitindo aos militares interagirem com esses objetos quando usam os dispositivos de exibição para esse efeito (Livingston, 2011).

As aplicações da RA no âmbito militar são de vários tipos, mas como o ambiente nos campos de batalha é predominantemente muito stressante, aumenta o risco de sobrecarga de informação, sendo por isso um desafio projetar sistemas de RA úteis, exigindo-se que sejam construídos tendo em consideração as capacidades dos militares em obterem e em manterem as informações vitais, tendo em atenção a conscientização sobre a situação no campo de batalha, que permitam as tomadas de decisão mais adequadas às diferentes circunstâncias (Bolstad & Endsley, 2002).

Neste artigo, a partir de pesquisas sobre projetos e artigos com referências a sistemas de RA em vários tipos de atividades, são apresentados os conceitos sobre a RA e as principais aplicações da RA no âmbito militar. Neste artigo é também apresentada uma solução de avaliação da aplicação da RA nos projetos de âmbito militar, baseada no modelo de aceitação de tecnologias TAM - Technology Acceptance Model, que pode ser utilizado para a avaliação da aceitação da RA nos testes em ambiente de treino de tecnologias inovadoras de RA que envolvem o design de interfaces para os militares.

2. Realidade Aumentada

O tema da RA tem vindo a ser desenvolvido desde a década de 50. O conceito de RA surgiu em 1955, quando Morton Heilig, diretor de fotografia, viu o cinema como um elemento que poderia incorporar o espectador como ator principal do filme. Em 1962 Heilig concebeu um protótipo da sua ideia, o Sensorama (Carmigniani, 2002). Em 1975 Myron Krueger criou o termo realidade aumentada (Caudell & Mizell, 1992). Nesse mesmo ano, Louis B. Rosenberg criou o primeiro sistema funcional de RA, o Virtual Fixtures (Billinghurst & Clark & Lee, 2015) (Carmigniani, 2002). Em 1997 Ronald Azuma escreve o artigo onde define cientificamente o significado de RA e nesse mesmo ano é criado o primeiro protótipo de RA num dispositivo móvel com recurso à tecnologia de GPS. Em 2000 surge o primeiro jogo em RA desenvolvido por Bruce Thomas com o nome de ARQuake (Billinghurst & Clark & Lee, 2015), (Carmigniani, J., 2002).

De 2010 até à atualidade a RA evoluiu com mais aplicações nas áreas do turismo, medicina, educação, jogos, arquitetura, militares e no marketing. As técnicas de reconhecimento evoluíram ao ponto de não ser necessária a utilização de marcadores para reconhecer objetos, surgindo a Markerless Augmented Reality, sendo de salientar que este sistema apenas ficou estável em 2017 (Billinghurst & Clark & Lee, 2015).

2.1. Definições

Os sistemas baseados em RA têm como função complementar ao mundo real objetos virtuais (gerados por computador), que parecem coexistir no mesmo espaço, com o que se vê no mundo real e têm a capacidade de conciliar objetos reais e virtuais num único ambiente real; correr interactivamente e em tempo real registar objetos reais e virtuais (Azuma et. al, 2001), (Javornik, 2016) é considerada uma tecnologia de interfaces para dispositivos móveis, tecnologias vestíveis (*wearables*) e sistemas baseados em georreferenciação (*GPS*) (Reitmayr & Drummond, 2006), (Feng et. al, 2008).

A RA é uma ferramenta que possibilita que as imagens virtuais geradas através de um computador correspondam exatamente aos objetos físicos em tempo real. Enquanto que a Realidade Virtual imersiva faz com que o utilizador esteja completamente imerso num ambiente virtual, a RA dá a possibilidade de o utilizador interagir com as imagens virtuais utilizando objetos reais de uma forma perfeita (Feng et. al, 2008), (Porter & Heppelmann, 2017).

A RA pode ser uma visão direta ou indireta, em tempo real, de um ambiente real que foi aumentado pela adição de informações virtuais concebidas por um computador. A RA é interativa e registada em 3D, além de combinar objetos virtuais a objetos reais (Carmigniani, 2002), (Porter & Heppelmann, 2017).

2.2. Tipos de realidade aumentada

Para um sistema ser considerado de RA deve misturar o ambiente real e virtual num ambiente real, permitir a interatividade e ser registado em 3D (Azuma et. al, 2001).

Existem quatro tipos de sistemas de RA, que são classificados com base no tipo de sistemas de ecrãs utilizados; o sistema de visão ótica direta, o sistema de visão direta por vídeo, o sistema de visão por vídeo baseado em monitor e o sistema de visão ótica por projeção (Azuma et. al, 2001), (Kirner & Zorzal, 2005). Na Tabela 1 são apresentados os tipos de sistemas de *RA*.

Sistema	Descrição
Sistema de Visão Ótica Direta	Requer óculos ou capacetes, com lentes que tenham a capacidade de receber imagem em tempo real e ao mesmo tempo viabilizem projetar imagens virtuais num cenário real.
Sistema de Visão Direta por Vídeo	Contêm pequenas câmaras integradas e dois monitores em capacetes. O panorama do ambiente real é captado pelas câmaras, que processam estas imagens juntamente com as imagens geradas por computador e apresenta-as ao utilizador nos monitores integrados no capacete.
Sistema de Visão por Vídeo Baseado em Monitor	Utiliza uma câmara conectada ao computador que capta a cena, o computador processa-a, adiciona elementos virtuais e apresenta-a ao utilizador, mas apenas num monitor. Normalmente o utilizador tem um ponto de vista fixo.
Sistema de Visão Ótica por Projeção	As imagens virtuais são projetadas (com um projetor) no ambiente real e assim o utilizador não necessita de utilizar nenhum dispositivo para as visualizar.

Tabela 1 – Tipos de sistemas de realidade aumentada – adaptado de (Kirner & Zorzal, 2005)

2.3. Aplicações da Realidade Aumentada

A RA pode ser aplicada em tecnologias militares, médicas, na indústria, na anotação e visualização, robótica e no entretenimento. Esta tecnologia pode ser aplicada a vários tipos de sistemas, nomeadamente, sistemas de informação pessoal, assistência pessoal e publicidade, navegação, turismo, industriais e militares, design, montagens de produtos, manutenções, simulação e combate, aplicações médicas, entretenimento (como jogos de vídeo e eventos desportivos), escritórios (sistemas de colaboração) e educação. Outros autores, acrescentam que se pode utilizar na arquitetura, no entretenimento e no marketing (Billinghurst & Clark & Lee, 2015), (Krevelen & Poelman, 2010), (Bonetti & Warnaby & Quinn, 2018).

3. A Realidade Aumentada no âmbito militar

Os ambientes em que as operações militares ocorrem sempre foram complexos e as operações modernas só serviram para aumentar essa complexidade. Cenários dinâmicos ajudam a aumentar o "nevoeiro da guerra", de acordo com esta frase frequentemente usada. Manter o controle do passado, presente e futuro durante uma operação militar foi denominada de conscientização da situação (Situational Awareness - SA) (Bolstad & Endsley, 2002).

Os comandantes militares comparam frequentemente o processamento de informações no campo de batalha como tentar beber água de uma mangueira de incêndio. A condição de sobrecarga de informação ocorre quando alguém é incapaz de processar as informações apresentadas numa SA coerente de modo a impedir a capacidade de o utilizador obter ou manter a SA (Livingston, 2011).

Os benefícios do uso da realidade aumentada e virtual no treino militar são reconhecidos, e as tecnologias de RA e de Realidade Virtual (RV) economizam custos, criam um ambiente mais seguro e mesmo impossíveis de realizar em determinadas circunstâncias dos tais cenários inexistentes em certos locais, ajudando os militares a desenvolver capacidades cognitivas para tomar as melhores decisões (Lynch, 2017), (Morozov, 2018). Os sistemas de RA podem fornecer às forças militares informações vitais sobre as áreas de intervenção militar, como por exemplo mostrar através de visores onde e como estão as entradas no lado oposto de um edifício, um pouco como um sistema de visão por raio-x (Bonsor & Chandler, 2018).

Nos pontos seguintes apresentam-se algumas aplicações da RA no âmbito militar.

3.1. Realidade Aumentada Tática

A RA pode ser incorporada num sistema de comunicação em rede que fornece dados úteis sobre os campos de batalha para os óculos de um soldado em tempo real. Os sistemas de realidade aumentada tática (TAR -Tactical Augmented Reality) parecem-se com os óculos de visão noturna (NVG - Night Vision Goggles), mas podem oferecer muito mais possibilidades (Haridy, 2017), (Morozov, 2018). Podem mostrar a um soldado a sua localização exata e as posições das forças aliadas e inimigas. Do ponto de vista do soldado, pessoas e vários objetos podem ser marcados com indicadores especiais para

alertar sobre potenciais perigos. O sistema é montado no capacete da mesma forma que os óculos de proteção e pode operar durante a noite e durante o dia (Morozov, 2018).

3.2. Sensores

Os sensores são uma parte crítica das tecnologias com provas dadas, confiáveis e escaláveis, pois fornecem soluções para todo o ecossistema das operações militares, incluindo controlo, medições, monitorização e execução complexas. Os sistemas militares incluem drones, espaçonaves, mísseis, veículos militares, navios, sistemas marítimos, satélites e foguetes. Esses sistemas funcionam nos ambientes mais hostis durante as operações normais e de combate (Bonsor & Chandler, 2018), (Electronic For You, 2017).

Os sensores são parte integrante dos sistemas militares e das necessidades associadas ao desempenho "inteligente" de veículos militares, equipamentos e sistemas relacionados (Bonsor & Chandler, 2018).

3.3. Visores/displays

A primeira aplicação específica da tecnologia de RA foi para pilotos de aviões de combate, e o sistema foi desenvolvido na Base da Força Aérea Wright-Patterson, a partir do final da década de 1960. O Super Cockpit foi o precursor do moderno *head-up* display, usado ainda hoje por pilotos de aviões de combate e disponível também em carros de combate blindados (tanques) e alguns automóveis de passageiros (Livingston, 2011).

A tripulação de um tanque militar não é capaz de ver através da blindagem do veículo, daí os visores precisarem de ser do tipo que exibam o vídeo captado de uma forma transparente. O vídeo obtido a partir dos sensores passa por um computador para processamento e combinação (a combinação de vários *feeds* de vídeo num *feed* panorâmico) e depois enviado para os monitores. O exército dos EUA usa um sistema de *display* para os soldados baseado em TAR, projetado para substituir o dispositivo GPS portátil, que está conetado sem fios a um *tablet*. Isto significa que os dados adicionais, como uma imagem do alvo ou a distância até um alvo, podem ser exibidos através da ocular (Karlsson, 2015).

3.4. Realidade Aumentada Sandtable

As mesas de areia já são usadas para planear operações militares há muitos anos. Normalmente, é uma mesa com um modelo físico em escala do terreno envolvido e algum tipo de figuras de plástico para posicionar as tropas amigas e inimigas. A investigação à volta da ARES - Augmented REality Sandtable, procura manter os atributos tangíveis positivos da mesa de areia tradicional com os benefícios das mais recentes tecnologias digitais comerciais prontas para utilização (COTS - Commercial Off-The-Thelf), que aliam a tangibilidade da simulação em jogos de guerra, também conhecidos como Computer Assisted eXercicse (CAX), com interfaces de utilizador inteligentes (Amburn & Vey & Mize, 2015).

3.5. Sistema de Realidade Aumentada no campo de batalha

O objetivo geral do Sistema de RA no Campo de Batalha - Battlefield Augmented Reality System (BARS) é o de fazer o que o Super Cockpit e os seus sucessores fizeram pelo piloto

de combate. Os desafios associados aos ambientes urbanos foram uma preocupação especial: ambiente 3D complexo, situação dinâmica e perda de contato de linha de visão dos membros da equipe (Haridy, 2017).

Os sistemas BARS foram originalmente concebidos como sistemas operacionais de combate, mas verificou-se que havia grande benefício em levar alguns conceitos para o domínio da simulação e do treino também (Brown, 2004). São vários os exemplos de aplicação deste tipo de sistemas, nomeadamente os de operações com carros de combate e sem carros de combate, genericamente com viaturas blindadas de rodas ou lagartas para treino integrado e treino de observação avançado (Livingston, 2011).

3.6. Ambiente de Treino Sintético

O STE (Synthetic Training Environment) é um projeto em ambiente de treino sintético que combina os atuais ambientes de treino ao vivo, virtual, construtivo e de jogos num ambiente comum, facilitando aos militares a gestão do treino conjunto e coletivo nos domínios terrestre, aéreo, marítimo, espacial e cibernético. A solução baseada em *cloud computing* ajuda a "superar os desafios de várias bases de dados de terrenos com cenários operacionais pré instalados e a reduzir o hardware dispendioso nos locais fixos" (Matt, 2018). Este sistema de RA ajuda a treinar os militares de uma forma mais imersiva, colocando-os em ambientes operacionais mais stressantes física e mentalmente (Morozov, 2018).

O STE tem uma articulação com o One World Terrain (OWT), que é um projeto de pesquisa aplicada projetado para auxiliar o DoD (Departamento de Defesa dos Estados Unidos) a criar as representações mais realistas, precisas e informativas da paisagem física e não-física. Este projeto pretende construir uma base de dados geoespacial única em 3D para uso em simulações de última geração e ambientes virtuais, bem como recriar de forma procedimental o terreno 3D usando drones e outros equipamentos de captura, reduzindo o custo e o tempo para criar conjuntos de dados georreferenciados específicos para a modelação e simulação (McAlinden, 2013). O STE, através do Software de Simulação de Treino, fornecerá ao OWT, um mapa digital que permite o treino no terreno em que operarão, incluindo terrenos como áreas urbanas complexas e megacidades (Gervais, 2018). Na sua essência o STE é uma mistura de todas as três realidades - virtual, aumentada e física. É suposto ser flexível o suficiente para permitir os ensaios da maioria dos tipos de missões e ser intuitivo o suficiente para tornar o treino eficaz (Green & Bavelier, 2010).

4. Modelo de Aceitação de Tecnologias para a Realidade Aumentada

O TAM - Technology Acceptance Model (Modelo de Aceitação de Tecnologias), originalmente criado por Davis em 1989 (Davis, 1989), tem como finalidade perceber a relação de variáveis externas de aceitação e o uso real num computador, tentando compreender o comportamento do utilizador de uma ferramenta tecnológica através do conhecimento e da utilidade percebida (Venkatesh & Davis, 1996), (Venkatesh & Davis, 2000).

O modelo TAM apresentado por (Venkatesh & Davis, 2000), considera os conceitos de valor experimental para integrar o TAM, mais precisamente valores que relacionam

a tecnologia da RA. Na Figura 1 é apresentado um esquema que permite perceber a articulação entre as componentes do modelo TAM para RA.

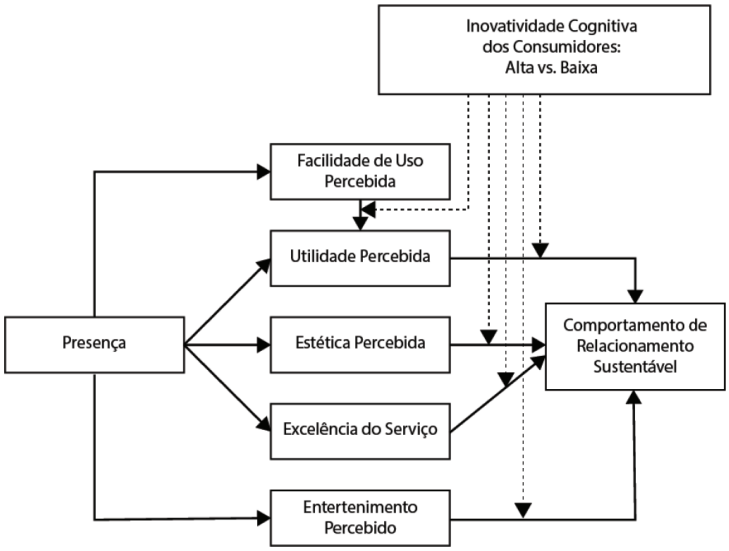


Figura 1 – TAM de Tecnologia Interativa de Realidade Aumentada – adaptado de (Venkatesh & Davis, 2000)

Os fatores que se destacam nos testes que usam o TAM são a utilidade percebida e a facilidade de uso de uma aplicação ou sistema (Morozov, 2018).

5. Modelo de Aceitação de Tecnologias no âmbito Militar

O Modelo de Aceitação de Tecnologia (TAM) é usado em vários contextos. Dois constructos, a utilidade percebida e a facilidade de uso percebida têm sido amplamente utilizados em estudos que dizem respeito à intenção de uso (Venkatesh & Davis, 2000), (Huang, T.-L., Liao, 2015). No âmbito militar o TAM tem sido usado, por exemplo em problemas como os que são explorados em estudos de aceitação de alunos militares de uma nova tecnologia projetada para uso em ambiente de treino (Venkatesh & Davis, 2000).

Nos pontos seguintes, pretende-se apresentar uma solução genérica que permita usar o TAM numa situação de teste de tecnologias RA associada à utilização militar.

5.1. Quadro de referência do estudo e modelo concetual

Para se iniciar a construção do modelo conceptual, que permita suportar a metodologia de investigação, é necessário definir os aspetos que vão ser objeto do estudo, nomeadamente os que se relacionam com RA, como por exemplo (Hathaway & Cross, 2016): utilidade percebida, facilidade de uso percebida, conveniência, facilidade de uso.

As hipóteses de investigação são uma resposta previamente desenvolvida para sustentar as questões da investigação, com base em estudos relacionados com a mesma temática (Lim & Ting, 2012). Assim, devem ser formuladas as hipóteses com base nos construtos, como por exemplo as hipótese apresentadas em seguida (Green & Bavelier, 2010), (Venkatesh & Davis, 2000), (Hathaway & Cross, 2016):

H1 A confiança na utilização relaciona-se positivamente à utilidade percebida.
H1.1 A conveniência de utilização relaciona-se positivamente com a utilidade percebida
H1.2 A confiança na utilização relaciona-se positivamente com a intenção de uso.
H1.3 A conveniência de utilização relaciona-se positivamente à intenção de uso.
H2 A facilidade de uso relaciona-se positivamente com a utilidade percebida.
H3 A utilidade percebida relaciona-se positivamente à atratividade de uso.
H4 A facilidade de uso percebida relaciona-se positivamente à atratividade da RA.

Após a definição das hipóteses deve ser construído um modelo conceptual de avaliação, que deve articular os construtos com as hipóteses, para que seja possível analisar a experiência de utilização do sistema de RA em análise. Quanto à utilidade percebida, deve ser possível concluir se existe uma relação positiva entre a confiança na utilização do sistema e a conveniência, bem como com a facilidade de uso.

5.2. Metodologias de investigação

A metodologia de investigação consiste num processo de seleção da estratégia de investigação, que condiciona, por si só, a escolha das técnicas de recolha de dados, que devem ser adequadas aos objetivos que se pretendem atingir (Baptista & Sousa, 2011).

A análise à utilização da aplicação de RA por militares em treino, deve ser efetuada observando os militares inquiridos a experimentarem a aplicação de RA. Simultaneamente deve realizar-se uma análise com o recurso a um bloco de notas, registando anotações sobre a experiência de utilização. Após a utilização da aplicação, os militares devem responder a um questionário sobre a experiência de utilização das aplicações de RA baseado em questões provenientes de vários modelos TAM.

Com base no questionário, nas respostas devem ser cruzadas as informações com as observações efetuadas para se obterem conclusões de acordo com os objetivos, como por exemplo verificar de que forma é que os militares utilizam o recurso de RA e se sentem confiança e conveniência nessa utilização, verificar se o perfil dos militares influencia o uso dos sistema com o recurso à RA, e verificar se os militares acham útil o sistema de RA no contexto em que está a ser usado.

Para o estudo da avaliação de aplicações de RA no âmbito militar, sugere-se a utilização de uma metodologia quantitativa e qualitativa, para uma melhor compreensão sobre o objeto em estudo (Baptista & Sousa, 2011).

A metodologia qualitativa centra-se na compreensão dos problemas, analisando os comportamentos, as atitudes ou os valores. Não existe uma preocupação com a dimensão da amostra nem com a generalização dos resultados, produzindo dados descritivos a partir de documentos e da observação. A metodologia quantitativa integra-se no paradigma positivista, que tem como objetivo a identificação e a apresentação de dados indicadores observáveis (Strauss & Corbin, 1990).

5.3. Técnicas de recolha de dados

A tipologia de recolha de dados deve ser efetuada por amostragem por conveniência com base em dados primários, pois a amostragem por conveniência não é representativa de todos os militares, mas tem significado para a amostra estudada.

O levantamento de dados com base no método qualitativo deve ter por base a observação de um investigador não participante. A observação não participante consiste no investigador efetuar a investigação assistindo a todo processo que está a ser efetuado pelo inquirido e se este está a ter dificuldades com a utilização da aplicação de RA (Baptista & Sousa, 2011).

Outro método de investigação para recolha de dados é o questionário, com modelos que o investigador deve adaptar a partir de algumas das questões dos vários TAM (Alves, 2018).

5.4. Técnicas de análise de dados

Devem usar-se plataformas computacionais que permitam facilitar o tratamento dos dados e a análise com base matemática e estatística.

Para se proceder à validação das escalas deve ser efetuada a análise fatorial com rotação Varimax, pois a análise fatorial é um conjunto de técnicas estatísticas que visa explicar a correlação entre variáveis observáveis de uma forma mais simples (Strauss & Corbin, 1990). Para cada uma das escalas e para avaliar a sua confiabilidade deve ser efetuado o alfa de Cronbach, que é o instrumento que permite avaliar a confiabilidade das escalas (Pestana & Gageiro, 2005).

A análise de resultados, tem de ser efetuada para se verificar a validade das hipóteses de investigação. Para se verificar se a variável de confiança de utilização do sistema de RA se relaciona positivamente com a variável de utilidade percebida, deve efetuar-se uma correlação bivariável, utilizando o coeficiente de correlação de Pearson (Alves, 2018).

Com base nas questões de investigação, e nas técnicas de análise de dados utilizadas deve verificar-se quais as questões que são validadas e as questões que não sejam consideradas válidas, retirando o investigador as conclusões a partir desses resultados.

Relativamente à análise das anotações, com base nas anotações obtidas, devem ser verificadas as observações, nomeadamente as observação mais críticas, como por exemplo os militares sentirem dificuldades no uso do sistema de RA, não ser intuitiva a sua utilização, ou o tempo de resposta não ser o expetável.

6. Conclusões

Este trabalho procurou encontrar um conjunto de informações associadas aos desafios que surgem quando se projetam sistemas de AR para uso militar, criando um corpo de conhecimento que auxilie os investigadores que pretendem usar o TAM para validar, em contexto de treino militar, as soluções baseadas em tecnologias que incorporam RA.

A sequência de sugestões apresentadas neste trabalho, relativamente aos principais aspetos que envolvem, desde o estudo do modelo concetual, passando pelas metodologias de investigação a adotar, seja de caráter qualitativo ou quantitativo, até às técnicas de

recolha e análise de dados obtidos, constituem uma forma de auxilio, quer para os investigadores, quer para os especialistas que se interessam pela área da defesa militar.

Existe uma consciência de que é fundamental um continuo refinar dos conhecimentos no domínio da RA, e que só uma análise subsequente de todas as atividades associadas à usabilidade dos equipamentos que incluem RA, em contexto de treino e em campo de batalha, pode validar o que é proposto neste trabalho.

Referências

Alves, C. (2018). A intenção de Uso do Comércio Eletrónico com Recurso à Realidade Aumentada – O caso da IKEA Place. (Tese em Gestão de Marketing), IPAM – Instituto Português de Administração de Marketing, Porto.

Amburn C. R. Vey N. L. Mize. (2015). The Augmented REality Sandtable (ARES), Technical Report, US Army Research Laboratory

Azuma, R., Baillot, Y., Behringer, R., Feiner, S., Julier, S., MacIntyre, B. (2001). Recent advances in augmented reality. IEEE Computer Graphics and Applications, 21(6), 34–47. doi:10.1109/38.963459

Baptista, M. J., Sousa, C. S. (2011). Como fazer investigação, dissertações, teses e relatórios (4a). Lisboa: Pactor

Billinghurst, M., Clark, A., Lee, G. A. (2015). Survey of Augmented Reality. Foundations and Trends® in Human–Computer Interaction, 8(2–3), 73–272. doi:10.1561/1100000049

Bolstad C.A., Endsley M.R. (2002). Tools for supporting teams and collaboration in army operations. Tech. rep., SA Technologies

Bonetti, F., Warnaby, G., Quinn, L. (2018). Augmented Reality and Virtual Reality in Physical and Online Retailing: A Review, Synthesis and Research Agenda. In T. Jung, M. C. Dieck T. (Eds.), Augmented Reality and Virtual Reality (1st ed., pp. 119–132). Cham: Springer International Publishing AG. doi:10.1561/1100000049

Bonsor K,. Chandler N. (2018). How Augmented Reality Works. Obtido de: https://computer.howstuffworks.com/augmented-reality.htm

Brown D. G, Baillot Y, Julier SJ, Maassel P, Armoza D, Livingston MA, Rosenblum L.J. (2004). Building a mobile augmented reality system for embedded training: Lessons learned. In: Interservice/Industry Training, Simulation, and Education Conference.

Carmigniani, J., Furht, B., Anisetti, M., Ceravolo, P., Damiani, E., & Ivkovic, M. (2011). Augmented reality technologies, systems and applications. Multimedia Tools and Applications, 51(1), 341–377. doi:10.1007/s11042-010-0660-6

Caudell, T. P., Mizell, D. W. (1992). Augmented reality: an application of heads-up display technology to manual manufacturing processes. In Proceedings of the Twenty-Fifth Hawaii International Conference on System Sciences pp. 659–669 vol.2. doi:10.1109/HICSS.1992.183317

Davis, F. D. (1989). Perceived Usefulness, Perceived Ease of Use, and User Acceptance of Information Technology. MIS Quarterly, 13(3), 319. doi:10.2307/249008

Davis, F. D., Venkatesh, V. (1996). A critical assessment of potential measurement biases in the technology acceptance model: Three experiments. International Journal of Human-Computer Studies, 45(1), 19–45. doi:10.1006/ijhc.1996.0040

Electronic For You. (2018). Modern Sensors for Defence and Military Applications. Obtido de: https://electronicsforu.com/market-verticals/aerospace-defence/modern-sensors-defence-military-applications

Feng, Z., Duh, H. B.-L., Billinghurst, M. (2008). Trends in augmented reality tracking, interaction and display: A review of ten years of ISMAR. In 2008 7th IEEE/ACM International Symposium on Mixed and Augmented Reality, pp. 193–202, IEEE

Gervais M.R. (2018). The Synthetic Training Environment revolutionizes sustainment training. Obtido de: https://www.army.mil/article/210105/the_synthetic_training_environment_revolutionizes_sustainment_training

Haridy R. (2017). US Army's TAR head up display to give soldiers a tactical edge. Obtido de: https://newatlas.com/army-heads-up-display-soldiers-tar/49726/

Hathaway, M., Cross, D. (2016). The Military Learner: The Acceptance of New Training Technology for C-130 Aircrews. International Journal of Aviation, Aeronautics, and Aerospace, 3(2)

Huang, T. L, Liao S. (2015). A model of acceptance of augmented-reality interactive technology: the moderating role of cognitive innovativeness. Electronic Commerce Research, 15(2), 269–295. doi:10.1007/s10660-014-9163-2

Javornik, A. (2016). Augmented reality: Research agenda for studying the impact of its media characteristics on consumer behaviour. Journal of Retailing and Consumer Services, 30, 252–261. doi:10.1016/j.jretconser.2016.02.004

Karlsson M. (2015). Challenges of designing Augmented Reality for Military use, Institutionen för informatic. Obtido de: http://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:823544/FULLTEXT01.pdf

Kirner, C., Zorzal, E. R. (2005). Aplicações Educacionais em Ambientes Colaborativos com Realidade Aumentada. Anais do Simpósio Brasileiro de Informática na Educação, 114–124. doi:5753/CBIE.SBIE.2005.114-124

Krevelen, D. W. F. van, Poelman, R. (2010).A Survey of Augmented Reality Technologies, Applications and Limitations. The International Journal of Virtual Reality, 9(2), 1–20. doi:10.1155/2011/721827

Lim, W. M., Ting, D. H. (2012). E-shopping: an Analysis of the Technology Acceptance Model. Modern Applied Science, 6(4). doi:10.5539/mas.v6n4p49.

Livingston M.A., Rosenblum L.J., Brown D.G., Schmidt G.S., Simon J.J., Baillot Y,J. Swan II E., Ai Z., Maassel, P. (2011). Military Applications of Augmented Reality, book chapter in Handbook of Augmented Reality. doi:10.1007/978-1-4614-0064-6

Lynch G. (2017). AR warfare: How the military is using augmented reality. Obtido de: https://www.techradar.com/news/death-becomes-ar-how-the-military-is-using-augmented-reality

Matt L., (2018). Army seeks 'synthetic training environments". Obtido de: https://defensesystems.com/articles/2018/05/08/army-virtual-training-architecture.aspx

McAlinden R. (2013). One World Terrain (OWT). Obtido de: http://ict.usc.edu/prototypes/one-world-terrain-owt/

Morozov, M. (2018). Augmented Reality in Military: AR Can Enhance Warfare and Training. Obtido de: https://jasoren.com/augmented-reality-military/

Pestana, M. H., Gageiro, J. N. (2005). Análise de Dados para Ciências Sociais - A complementaridade do SPSS (4a). Lisboa: Edições Silabo, Lda.

Porter, M., Heppelmann, J. (2017). Why every organization needs an augmented reality strategy. Harvard Business Review, 2017 (November-December), 1–13. doi:10.1016/j.jbusres.2006.06.003

Reitmayr, G., Drummond, T. (2006). Going out: robust model-based tracking for outdoor augmented reality. In 2006 IEEE/ACM International Symposium on Mixed and Augmented Reality (pp. 109–118). IEEE. doi:10.1109/ISMAR.2006.297801

Strauss, A., Corbin, J. (1990). Basics of qualitative research: grounded theory procedure and techniques. Qualitative Sociology (2a, Vol. 13). Newbury Park: Sage Publications

Venkatesh, V., Davis, F. D. (2000). A Theoretical Extension of the Technology Acceptance Model: Four Longitudinal Field Studies. Management Science, 46(2), 186–204. doi:10.2307/30036540

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

Recebido/Submission: 16/11/2018
Aceitação/Acceptance: 09/12/2018

Una revisión bibliográfica de estudios empíricos de herramientas de la Web 2.0 para el aprendizaje colaborativo: wikis, blogs, redes sociales y repositorios multimedia

Valencia Vivas Gloria Maritza[1,2], Rodríguez Rafael Glen Dario[1]

{gloria.valencia, grodriguezr} @unmsm.edu.pe, gmvalencia@espe.edu.ec

[1] Unidad de Postgrado de la Facultad de Ingenieria de Informàtica y Sistemas- Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Av. Germán Amezaga s/n, Lima-Perú.

[2] Depatamento de Seguridad y defensa – Unidad Academica Especial Salinas - Universidad de las Fuerzas Armadas, Av. General Rumiñahui Quito – Ecuador.

Pages: 497–516

Resumén: El aprendizaje colaborativo implica tomar decisiones para apoyar el campo educativo con herramientas Web 2.0. Varios estudios descritos en esta revisión realizados bajo los parámetros de un protocolo de investigación, revelan evidencia empírica relevante que respalda esta afirmación. El objetivo principal de este trabajo es identificar la contribución efectiva de las herramientas de la Web 2.0 en el rendimiento académico a través del aprendizaje colaborativo para contribuir a la eficiencia y la eficacia de la educación. Para lograr este objetivo, consideramos bases de datos como Science Direct, IEEE y Google Scholar. Incluimos estudios empíricos que reflejan específicamente la contribución significativa de las herramientas de la Web 2.0 en el aprendizaje colaborativo de los estudiantes. Ninguno de los estudios informó un efecto perjudicial sobre el aprendizaje; sin embargo, los efectos positivos no se atribuyen necesariamente a las tecnologías en sí, sino a cómo se utilizan las tecnologías y como un concepto de aprendizaje. Los resultados de esta revisión encontraron que los blogs y las redes sociales parecen ser las herramientas Web 2.0 más adecuadas para la aplicación al aprendizaje colaborativo porque permiten la colaboración y los procesos sociales, afectivos y cognitivos, pero se necesita más investigación comparativa.

Palabras clave: Aprendizaje colaborativo, Web 2.0, estudios empíricos, métodos de investigación, estilos de aprendizaje.

A bibliographic review of empirical studies of Web 2.0 tools for collaborative learning: wikis, blogs, social networks and multimedia repositories

Abstract: Collaborative learning involves making decisions to support the educational field with Web 2.0 tools. Several studies described in this review conducted under the parameters of a research protocol reveal relevant empirical

evidence that supports this claim. The main objective of this work is to identify the effective contribution of Web 2.0 tools in academic performance through collaborative learning to contribute to the efficiency and effectiveness of education. To achieve this goal, we consider databases such as Science Direct, IEEE and Google Scholar. We include empirical studies that specifically reflect the significant contribution of Web 2.0 tools in the collaborative learning of students. None of the studies reported a detrimental effect on learning; However, the positive effects are not necessarily attributed to the technologies themselves, but to how the technologies are used and as a learning concept. The results of this review found that blogs and social networks seem to be the most appropriate Web 2.0 tools for application to collaborative learning because they allow collaboration and social, affective and cognitive processes, but more comparative research is needed.

***Keywords*:** Collaborative learning, Web 2.0, empirical studies, research methods, learning styles.

1. Introduciòn

La Web 2.0 se refiere a herramientas y servicios que alientan a los visitantes a compartir, colaborar y editar información(Kam & Katerattanakul, 2014). La aparición de esta tecnología ha brindado nuevas oportunidades para crear y compartir contenido e interactuar con otros. Los ejemplos incluyen herramientas que permiten la publicación individual y colectiva; Compartir imágenes, audio y video; y la creación y mantenimiento de redes sociales en línea (Bennett, Bishop, Dalgarno, Waycott, & Kennedy, 2012). La Web 2.0 es un término que parece tener una asociación sólida dentro del sector educativo, que a menudo se refiere a herramientas colaborativas, como wikis, blogs y foros en línea que pueden mejorar la experiencia de aprendizaje de los estudiantes en el aula (Baxter, Connolly, Stansfield, Gould, & Tsvetkova, 2011). El uso de las herramientas de la Web 2.0 puede mejorar el estado de la enseñanza, el aprendizaje y la investigación en el sistema de aprendizaje colaborativo (Baradaran & Yazdani, 2012). El uso de estas herramientas en el aula cambia la forma en que los maestros imparten sus lecciones y satisfacen las expectativas de aprendizaje de los alumnos, lo que les permite conectarse y conversar con compañeros y especialistas fuera del aula. Este proceso a su vez plantea un desafío fundamental para los educadores, como organizar el proceso educativo en las condiciones de la convergencia de los límites entre el aprendizaje formal e independiente (Baxter, Connolly, Stansfield, Gould, & Tsvetkova, 2011). La Web 2.0 tiene el potencial de abordar la falta de colaboración en la investigación con herramientas que incluyen la colaboración, el intercambio de conocimientos y, por consiguiente, el aprendizaje colaborativo. La mayoría de los investigadores en un contexto educativo padecen una falta de colaboración interna o incluso interinstitucional que podría respaldar de manera óptima la investigación (Baradaran & Yazdani, 2012). En esencia, el uso de tales herramientas fomenta la participación activa antes de la exposición pública en lugar de distribuir información a audiencias pasivas. Al hacerlo, las herramientas promueven la participación e interacción entre las audiencias al apoyar el aprendizaje activo y significativo junto con la colaboración y la construcción del conocimiento (Kam & Katerattanakul, 2014). En el aprendizaje colaborativo, el aspecto más importante de estas herramientas es poder aprovechar la inteligencia colectiva; por lo tanto, este tipo de tecnología ofrece un excelente nicho para desarrollar sistemas de anotación de aprendizaje en línea (Chen, Hwang, & Wang, 2012). La función principal de estas

herramientas es promover y facilitar la colaboración efectiva entre los participantes y adaptarla a los objetivos y resultados de aprendizaje (Coll, Rochera, & De Gispert, 2014). Muchas de las recomendaciones y sugerencias en diferentes estudios se basan en el potencial o los beneficios de la Web 2.0, tanto en el campo de la educación como en el aprendizaje colaborativo. Sin embargo, es importante tener en cuenta que tales sugerencias y recomendaciones en muchos casos no se basan en evidencia científica, sino que son más bien suposiciones. Dada esta situación, la información no puede ser confiable, por lo que es importante establecer apoyo para estos puntos. Por lo tanto, este estudio se ha basado en evidencia empírica de contribuciones significativas al aprendizaje colaborativo con el uso de estas herramientas. El objetivo principal de este trabajo es identificar la contribución efectiva de las herramientas de la Web 2.0 en el rendimiento académico a través del aprendizaje colaborativo para contribuir a la eficiencia y la eficacia de la educación. Para todos los trabajos revisados en este estudio, hacemos las siguientes preguntas de investigación: P1. ¿Cómo contribuye la aplicabilidad de las herramientas Web 2.0 al aprendizaje colaborativo en el campo de la educación? Q2. ¿Qué herramientas web 2.0 son las más utilizadas en el aprendizaje colaborativo? Q3. ¿Qué métodos se utilizan para estudiar la aplicabilidad de la Web 2.0 en el aprendizaje colaborativo?

2. Fondo

2.1. Clasificación de herramientas web 2.0 en aprendizaje colaborativo.

Al interactuar con las herramientas de la Web 2.0, los estudiantes pueden seleccionar y usar cualquier tipo de herramienta que facilite la sincronicidad y la conciencia de grupo, promoviendo el aprendizaje en equipo(Kam & Katerattanakul, 2014). Para este estudio, trabajamos en referencia al estudio de (Kam & Katerattanakul, 2014), lo que refleja que las herramientas Web 2.0 se utilizan de acuerdo con las necesidades del aprendizaje colaborativo y se pueden clasificar de acuerdo con la forma en que se envía la información y su funcionalidad. La clasificación de las herramientas de la Web 2.0 que se detalla en la tabla 1 no se considera un modelo estandarizado, sino un medio para agrupar estas herramientas de acuerdo con su propósito funcional y la forma en que envían la información.

Compartir en línea	Herramienta	Ejemplo	Modo de envío de información	Número de estudios analizados
Reflexión en línea	Blogs	Blogger	Asincrónico	5
Colaboración en línea	Wikis, foros	Pb wiki	Asincrónico	5
Espacios sociales	Redes Sociales	Myspace, Facebook, LinkedIn, Twitter, Flicker, Instagram y WhatsApp.	Sincrònico	5
Repositorios	Video search engines	YouTube	Asincrónico	6

Tabla 1 – Clasificación de herramientas web 2.0 para el aprendizaje colaborativo

"Blog" es una forma abreviada del término weblog. Los blogs proporcionan a los usuarios una plataforma para publicar fácilmente en Internet. Un usuario puede publicar texto, imágenes o material basado en video y comentarios sobre entradas propias o de otros usuarios del blog, y estas entradas y comentarios se pueden mostrar en orden cronológico (Cakir, 2013). El aprendizaje en línea basado en blogs se esfuerza por fomentar una discusión grupal activa, estimular el discurso crítico, motivar la participación, construir o co-construir el conocimiento, profundizar la comprensión y formar una atmósfera de aprendizaje de apoyo en el entorno virtual (Chi, Quadir, Chen, & Miao, 2016). En la última década, los blogs se han convertido en medios ampliamente utilizados como un medio para discutir, escribir, reflexionar y comentar sobre temas, contenido e ideas sobre cualquier tema (Cakir, 2013). Un wiki es un sistema en línea que permite que una o más personas acumulen un cuerpo de conocimiento en un conjunto de páginas web interconectadas (Francis & Boniface, 2013). Los wikis pueden usarse con éxito para la construcción de conocimiento colaborativo dentro del contexto educativo (Kump, Moskaliu, Dennerlein, & Ley, 2013). Escribir con la ayuda de wikis se ha convertido en una actividad común a nivel universitario y ahora es un componente importante de numerosos programas (Wichmann & Rumme, 2013). Las redes sociales son fenómenos importantes y globales que han aparecido recientemente debido al importante desarrollo de la Web. Estas redes sociales promueven interacciones y permiten a los usuarios comunicarse y compartir información personal y experiencias; En consecuencia, el propósito del uso de las redes sociales es el intercambio de conocimiento y aprendizaje, tanto individual como organizativamente (Eid & Jabri, 2016). Los sitios de redes sociales brindan una oportunidad para crear y mantener grupos en línea enfocados en un interés específico, permitiendo a los estudiantes y su instructor mejorar su interacción cara a cara (Imlawi, Gregg, & Karimi, 2015).

Los repositorios son otro tipo de recurso que automatiza el proceso de publicación de contenido audiovisual generado, como conferencias, cursos, capacitación o seminarios. YouTube es un repositorio que permite a los usuarios publicar, ver, comentar y vincular videos para verlos en todo el mundo (Dehghani, Khorram, Ramezani, & Sali, 2016). YouTube se considera una herramienta Web 2.0 que puede usarse para la generación de conocimiento. Según (Chintalapati & Kumar, 2017), YouTube es una comunidad de contenido en la que las personas están dispuestas a publicar su propio contenido generado por el usuario (UGC) para que otros usuarios lo utilicen.

2.2. Aprendizaje colaborativo

Segùn (Baradaran & Yazdani, 2012), el aprendizaje colaborativo es un término considerado entre los investigadores y generalmente se define como un enfoque educativo que enfatiza los esfuerzos activos y colectivos de participación e interacción por parte de los estudiantes y el instructor. (Peñarroja, Orengo, Zornoza, Sánchez, & Ripoll, 2015), definen el aprendizaje colaborativo como el aprendizaje que se obtiene a través de las interacciones en un grupo de personas en las que se comparte información entre los estudiantes, se realizan procesos cognitivos y un nivel representativo de aprendizaje es obtenido, que es diferente del aprendizaje individual porque el resultado de esta interacción es que muchos estudiantes aclaran su comprensión y otros procesan la retroalimentación para reforzar el conocimiento. Para (Peppler & Solomou, 2011), el aprendizaje colaborativo es un enfoque basado en sistemas para la creatividad y el contructivismo; su objetivo es

resaltar cómo emergen las ideas creativas dentro de una comunidad y la propagación de tales ideas entre sus miembros. Los estudiantes aprenden mejor, pasan la información a través de un proceso cognitivo de manera más efectiva al aprender por medios visuales, reflejando el contenido o la evaluación inductiva-deductiva (Rezaeinejad, Azizifar, & Gowhary, 2015). Los estudiantes no pueden ser tratados de manera estándar. Por lo tanto, se considera de gran importancia proporcionar un sistema personalizado que pueda adaptarse automáticamente a los estilos de aprendizaje de los estudiantes y los niveles de conocimiento. Por lo tanto, la tendencia es desarrollar herramientas que recomienden de manera inteligente actividades en línea o recursos que favorezcan y mejoren el aprendizaje (Klašnja-Milićevića, Vesin, Ivanović, & Budimac, 2011). Para calificar un proceso de aprendizaje como aprendizaje colaborativo, el proceso debe incluir lo siguiente: interdependencia positiva (la obligación de confiar mutuamente para lograr un objetivo común), interacción considerable (los miembros se ayudan y se animan a aprender), responsabilidad individual (los miembros son responsables de hacer su parte del trabajo) y habilidades sociales (se alienta a los miembros a practicar la creación de confianza, liderazgo, toma de decisiones y habilidades de comunicación y autoevaluación en grupo) (Laal, 2013). El aprendizaje colaborativo asistido por computadora (CSCL) denota un enfoque pedagógico caracterizado por compartir y desarrollar el conocimiento entre los participantes a través de la tecnología como su principal medio de comunicación o como un recurso común y se considera un método para mejorar el aprendizaje (Cen, Ruta, Powell, Hirsch, & Ng, 2016). El uso óptimo de las herramientas de la Web 2.0 en el aprendizaje colaborativo requiere conocimientos previos y dominio de las aplicaciones informáticas, la planificación previa y la asignación de tareas y los parámetros de evaluación del trabajo asignado (Duţăa & Martínez-Riverab, 2015).

3. Metodologìa

Los investigadores de este estudio intentan responder sus preguntas de investigación revisando diferentes estudios. Para este propósito, se desarrolló un protocolo de revisión y literatura, que es de vital importancia para evitar sesgos en la búsqueda porque determina los métodos utilizados para guiar la revisión de los diferentes estudios. Este protocolo incluye todos los elementos del análisis propuesto y algunos planes adicionales.

3.1. Fuente de datos.

La estrategia de búsqueda bibliográfica se realizó mediante búsquedas automáticas en bases de datos electrónicas basadas en palabras clave o términos de búsqueda y mediante una búsqueda manual de documentos de conferencias y revistas para evitar la duplicación en los resultados. Dentro de las búsquedas automáticas, se incluyeron las revistas indexadas más relevantes en estudios científicos, y se descargaron archivos completos en formato PDF para analizarlos y extraer los datos relevantes para responder las preguntas de investigación. Las bases de datos empleadas en la búsqueda de la información fueron las siguientes:

- IEEE Xplore
- Science Direct (Elsevier)
- Google Scholar

Estas bases de datos son consideradas las mejores opciones en instituciones académicas. Las bases de datos ofrecen una serie de revistas con enlaces al texto completo sobre los temas y son comúnmente utilizadas por otros investigadores en la búsqueda de estudios empíricos. Adicionalmente, las revistas que fueron consideradas en la búsqueda fueron las siguientes:

- Computers & Education
- Procedia (ScienceDirect)
- The Journal of Systems and Software
- Computers in Human Behavior
- Proceedings of IEEE Conferences
- International Journal of Information Management

Estas revistas se consideran estrechamente vinculadas a la tecnología educativa.

3.2. Términos de búsqueda.

Para realizar la búsqueda adecuada en las bases de datos electrónicas seleccionadas, las palabras clave utilizadas se basaron en la pregunta de investigación, los sinónimos y las palabras relacionadas con los nombres de las herramientas Web 2.0 y los términos de búsqueda: "Web 2.0 AND collaborative learning", "Web 2.0 AND styles learning", "Web 2.0 collaborative learning OR collaborative learning by Web 2.0", "Virtual environments OR virtual platforms", "Web 2.0 tool most used in learning OR web 2.0 tools most important in learning", "Blogs AND education", "Wiki AND education", "Social Networks AND education", "YouTube AND Education", and "Social network in collaborative learning AND education".

3.3. Criterio de Seleciòn

Para este trabajo, los diferentes estudios revisados se seleccionaron de acuerdo con los criterios de inclusión y exclusión determinados de la siguiente manera:

Criterios de inclusión

- El contenido del estudio está en inglés (debido a la disponibilidad prevista del documento en inglés ante la comunidad académica internacional)
- Estudios publicados desde abril de 2011 hasta septiembre de 2018 (para información actualizada)
- Estudios centrados en el aprendizaje colaborativo con contribuciones relevantes a la sociedad con experiencias reales basadas en el uso de la Web 2.0 (relevantes para el tema de la investigación)
- Relevancia para la educación para estudiantes y profesores (relevante para el tema de investigación)
- Relevancia de las herramientas de la Web 2.0 utilizadas para el estudio y enlace a la educación (Relevante para el tema de investigación)
- Estudios con un método de estudio cualitativo y / o cuantitativo (para la validez de los resultados)

Criterio de exclusión

- Estudios que no consideran aprendizaje colaborativo o grupal.
- Estudios que no ofrecen una posible solución.
- Estudios basados en opiniones de expertos sin experiencia específica.
- Estudios que no contribuyen a la respuesta a la pregunta de investigación.
- Estudios duplicados

3.4. Procedimiento de selecciòn de estudios

Se definieron cuatro etapas basadas en una muestra de conveniencia de los artículos que cumplían con los criterios de inclusión y la calidad de la información que se incluiría en este estudio; Se seleccionaron 53 artículos de un total de 638. Para obtener los estudios primarios, se planificaron las siguientes fases:

Primera etapa: Se realizò búsquedas automáticas y manuales basadas en palabras claves, sinónimos y términos de búsqueda para determinar una lista preliminar de estudios, descartando duplicados.

Segunda etapa: Se identificò los estudios potencialmente relevantes con una propuesta de solución y se precediò a la lectura del resumen.

Tercera Etapa: Se revisò los estudios seleccionados en las etapas anteriores leyendo la introducción, la sección de metodología y la conclusión y aplicando los criterios de inclusión y exclusión.

Cuarta etapa: Se determinó una lista de estudios primarios que en última instancia comprendía 34 artículos, después de lo cual se creó un registro para la recopilación de los datos necesarios. Estas etapas precedieron a una revisión de los diferentes estudios.

La recopilación de datos en los diferentes estudios se realizó con una búsqueda automática seguida de una búsqueda manual, en la que se identificaron y aplicaron los criterios de inclusión y exclusión. El proceso de búsqueda se realizó desde el 8 de abril de 2016 hasta el 28 de septiembre de 2018. Para este propósito, las cadenas de búsqueda se utilizaron antes de definir los repositorios de las bases de datos de búsqueda. Las primeras pruebas se realizaron mediante la búsqueda automática desde 8 de abril

Base de datos	Resultados obtenidos de la búsqueda automática.	Resultados obtenidos manualmente según criterios de inclusión y exclusión.
IEEE	66	2
Google Scholar	12	1
ScienceDirect	560	31
Total	638	34

Tabla 2 – Resultados automáticos de la base de datos

de 2016 en varias bases de datos. Después de realizar la búsqueda, los resultados se ingresaron en una hoja de cálculo para facilitar la fase posterior de la identificación de los estudios potencialmente relevantes. La Tabla 2 presenta los resultados obtenidos en cada base de datos electrónica utilizada en la búsqueda, lo que arroja un total de 638 resultados. Posteriormente, la búsqueda manual se realizó el 28 de septiembre de 2018, para el análisis de los títulos y la lectura de los resúmenes de estudios publicados en las actas de conferencias y revistas. Los estudios que se consideraron potencialmente relevantes tuvieron sus datos extraídos en una hoja de cálculo de Excel, lo que resultó un total de 34 estudios.

4. Resultados

Treinta y cuatro estudios fueron seleccionados para su inclusión en esta revisión sistemática. Sin embargo, antes de analizar estos estudios, se determinó lo siguiente: el estudio realizado por: (Kam & Katerattanakul, 2014) se considera una referencia para esta investigación porque permite identificar y establecer herramientas de la Web 2.0 según el método de envío de información y su funcionalidad. Por lo tanto, procedimos a buscar material basado en herramientas como: blogs, wikis, redes sociales y repositorios multimedia. La Tabla 3 muestra los resultados de la búsqueda automática y los resultados de la búsqueda manual. De los 34 artículos que se consideraron, cinco blogs discutidos, cinco wikis discutidos, cinco redes sociales discutidas y seis repositorios discutidos. La base del estudio también incluyó nueve artículos que se refieren a las herramientas de la Web 2.0, ocho a la Web 2.0 en aprendizaje colaborativo aplicadas en varias disciplinas en educación superior, diez en aprendizaje colaborativo y cinco en estilos de aprendizaje. Hasta la fecha, ningún estudio ha discutido el uso de las herramientas de la Web 2.0 en el aprendizaje grupal colaborativo por estilo de aprendizaje; los estudios revelan que cada herramienta se aplicó individualmente a los grupos seleccionados para el estudio. A continuación se muestra un resumen de las principales conclusiones de estos estudios previos en términos de herramientas Web 2.0 en aprendizaje colaborativo.

Herramientas	**Resultados obtenidos de la búsqueda automática.**	**Resultados obtenidos manualmente según criterios de inclusión y exclusión.**
Blog	66	5
Wiki	71	5
Redes Sociales	129	5
Repositorios	41	6
Total	307	21

Tabla 3 – Resultados de búsqueda automática y estudios seleccionados por búsqueda manual

4.1. Uso de blogs en el ámbito educativo

(Chi, Quadir, Chen, & Miao, 2016)) realizaron un estudio empírico para comprender la relación entre las percepciones de los individuos de la presencia en línea, en términos de enseñanza, presencias sociales y cognitivas y su desempeño de aprendizaje, en términos

de subjetivo y objetivo. resultados de aprendizaje en un entorno de aprendizaje basado en un blog, en el que era evidente que el éxito del aprendizaje en línea basado en blogs (BBL) no depende de un solo elemento de la interacción social, sino de la colaboración de elementos que permiten a los estudiantes interactuar con ellos. unos y otros. Para que un sistema de blogs sea cognitivamente efectivo, debe fomentar un diálogo activo entre compañeros enfocados y comprometidos para articular ideas y entenderlas. El diseño de BBL se esfuerza por fomentar una discusión grupal activa, estimular el discurso crítico, motivar la participación, desarrollar el conocimiento, profundizar la comprensión y formar un entorno de aprendizaje de apoyo dentro de un entorno virtual. Estas actividades de aprendizaje de BBL pueden mejorar el rendimiento de aprendizaje de los estudiantes. Los resultados de este estudio indican que la presencia en línea juega un papel importante en la predicción del rendimiento de aprendizaje de los estudiantes y que la presencia cognitiva desempeña el papel más importante en un curso de aprendizaje basado en un blog. Para verificar la hipótesis, los autores aplicaron este estudio a un curso de posgrado llamado "Aprendizaje digital" en una universidad de renombre en el norte de Taiwán. Utilizaron un cuestionario para examinar la presencia en línea (es decir, la enseñanza, la presencia social y cognitiva) y el rendimiento en el aprendizaje (es decir, los resultados de aprendizaje subjetivos y objetivos). El cuestionario se dividió en cuatro secciones para abordar específicamente las preguntas de investigación que se formularon en este estudio. Aunque (Herrera & Casado, 2015) recopilaron datos descriptivos a través de entrevistas, las historias contadas por los estudiantes y la información a partir de la cual se realizó un análisis inductivo se centran en las opiniones que tenían sobre sus experiencias, a partir de las cuales se concluyó que la interacción a través de blogs. Promueve procesos de colaboración social, afectiva y cognitiva, con énfasis en los 2 últimos factores. En términos de procesos cognitivos, la construcción de conocimiento colaborativo es baja, lo que sugiere la necesidad de más investigación y nuevas herramientas para comprender estos procesos. En estas categorías, existen diversos usos educativos para los blogs: una plataforma para la recopilación de recursos educativos, para revistas o para un espacio de discusión de temas. El blog también es útil para fortalecer el sentido de pertenencia entre el grupo de estudiantes y les permite compartir ideas, consejos y recursos didácticos. Este estudio evaluó a estudiantes de la Universidad de Sevilla. En un intento por evaluar los hábitos y pensamientos de estudio de los estudiantes, (Chen, Lai, & Ho, 2015) encontraron que los blogs pueden usarse para ayudar a desarrollar un comportamiento de aprendizaje positivo, ya sea durante las horas escolares normales o después de la clase, en la que los estudiantes pueden interactuar de manera similar o comunicarse con sus profesores. En este caso, el blog de enseñanza se ha convertido en el principal mecanismo de apoyo para los estudiantes en el aprendizaje después de la escuela. Si se alienta efectivamente a los estudiantes a usar los blogs de enseñanza como una extensión de los estudios en la escuela, su capacidad de aprendizaje puede mejorar considerablemente. Si los maestros contribuyen al actualizar el contenido de sus blogs de educación continua, los estudiantes se beneficiarán aún más. En este estudio, los resultados indican que hay un efecto directo en la utilidad percibida, mientras que la satisfacción se determina conjuntamente por la utilidad percibida y la confirmación. Los participantes en este estudio, es decir, los estudiantes y los maestros, fueron seleccionados al azar. Del mismo modo, un investigador recopiló datos longitudinales de un cuestionario de encuesta

completado por 195 docentes de escuelas superiores y profesionales taiwanesas. (Cakir, 2013) recopiló datos a través de una encuesta de estudiantes en el programa de educación matemática en la Universidad Estatal de Turquía para medir el compromiso de los estudiantes con el uso de blogs, revelando que la motivación de los estudiantes afecta la participación; Si los estudiantes están más motivados, participarán más en actividades de aprendizaje. Los blogs permiten a los usuarios participar con el contenido y comentar las entradas de otros, ampliar las discusiones en clase o acomodar a los estudiantes que tienen buenas habilidades de escritura en lugar de hacer que hablen en el aula. Aunque el blog tiene el potencial de ampliar las discusiones en clase, los factores que afectan el compromiso de los estudiantes con las actividades en el blog siguen siendo un misterio (Ifinedo, 2017) investigó los factores que influyen en la continuación de la intención de los estudiantes universitarios de usar los blogs de 108 estudiantes universitarios en una universidad canadiense. (Ifinedo, 2017), empleò una encuesta, utilizando constructos de tres marcos teóricos: teoría sociocognitiva, modelo de aceptación de tecnología y teoría de la motivación. Estos marcos guiaron el estudio, en el cual los resultados determinaron que la autoeficacia percibida, las expectativas de resultados personales y el apoyo percibido para mejorar los lazos sociales son antecedentes relevantes para la aceptación inicial por parte de los estudiantes del uso de un blog para aprender. El factor motivacional intrínseco del apoyo percibido tiene un efecto significativo en la intención del uso continuo del blog de los estudiantes. Con una actitud hacia el uso del blog para el aprendizaje, un individuo con un alto nivel de autoeficacia para el uso del blog en la realización de tareas o el suministro de información puede utilizar estas herramientas en todos los contextos, incluidos aprendizaje.

4.2. Uso de Wikis en el campo educativo

Para respaldar la aplicabilidad de los wikis, seguimos a (Li, Chu, & Kib, 2014) quienes utilizaron MediaWiki 1.15.1 con estudiantes y maestros de primaria e introdujeron cuatro etapas de escritura colaborativa a los estudiantes. Este estudio consideró las observaciones escritas de los participantes para examinar cómo los estudiantes escribieron composiciones colaborativas utilizando el sistema Joyous Writing Club (JWC) en su laboratorio de computación y evaluaron las interacciones de los grupos durante el proceso de escritura colaborativa en clase. Los resultados muestran que, en el contexto del proceso de escritura colaborativa, la Pedagogía de Escritura del Proceso Colaborativo basada en Wiki (WCPWP) tuvo un efecto positivo pero no significativo en la capacidad de escritura de los estudiantes; sin embargo, tuvo un efecto significativamente positivo en las actitudes de los estudiantes hacia la escritura. Además (Francis & Boniface, 2013) revelan que los wikis tienen una gran variedad de usos de desarrollo profesional, tanto para ampliar las prácticas existentes como para desarrollar otras nuevas. Los participantes de este estudio fueron profesores universitarios en departamentos de ciencias, quienes fueron contactados por carta. Uno de estos maestros señaló que los wikis son particularmente útiles para permitir una mayor comunicación entre los maestros y pueden formar una práctica diaria. Este estudio reveló que el uso de un wiki adopta principios en relación con la tecnología, la competencia, la utilidad y la dotación de recursos. (Kump, Moskaliu, Dennerlein, & Ley, 2013), realizaron un estudio en el que los estudiantes universitarios debían realizar una tarea de escritura colaborativa en una wiki durante dos semanas, lo que permitió a los investigadores evaluar la cooperación

en la evolución en un entorno de campo realista. El estudio mostró que la aplicación de wikis en contextos educativos puede conducir a resultados de aprendizaje sustanciales. Este estudio es un excelente ejemplo de cómo las wikis pueden aplicarse con éxito para la construcción colaborativa de conocimiento en un entorno educativo en la educación superior, cuando se integran sistemáticamente en un contexto claro y están acompañadas por plataformas activas. Para (Wichmann & Rumme, 2013) las tecnologías de escritura colaborativa deben cambiar fundamentalmente la forma en que los alumnos escriben y aprenden a escribir, dejando atrás la tarea de producir un documento colaborativo que incluya intercambios de correo electrónico y secuencias de escritura y revisiones hasta que el documento haya sido finalizado. Hoy en día, los intercambios de correo electrónico se pueden evitar con el uso de tecnologías de escritura colaborativa, como wikis. Para este estudio, se aplicaron tareas de escritura basadas en wiki, incluidas las actividades de planificación, escritura y revisión. Se pidió a los estudiantes que escribieran un máximo de 1000 palabras para todo el documento; a algunos estudiantes se les dieron pautas para escribir por correo electrónico y a otros no se les asignaron pautas. Este estudio fue aplicado a estudiantes matriculados en programas de pregrado. Los resultados de este estudio mostraron que los estudiantes con pautas superaron a los estudiantes sin ellos, tanto en las revisiones literarias como en el enfoque y la coherencia del texto. Revisar un documento compartido específicamente es una actividad exigente para los estudiantes, que responde a la pregunta número dos de nuestra investigación. (WahChu, y otros, 2017) realizaron un estudio para evaluar la efectividad de los wikis para el aprendizaje basado en proyectos en la educación superior, comparando las percepciones y acciones de 71 estudiantes y tres maestros en tres cursos de pregrado de diferentes disciplinas. En una universidad pública de Hong Kong, formaron grupos para terminar diferentes proyectos con la ayuda de wikis en PBworks (http://pbworks.com) y el sitio de Google (http://sites.google.com). Ambos eran medios efectivos para agregar, editar y compartir información para escribir colaboraciones. Las herramientas permitieron a los estudiantes crear portafolios en línea para documentar sus pensamientos y progresos, proporcionar un entorno seguro y de fácil acceso, y también les permitió capturar el conocimiento de sus colegas, compartir archivos en grupos y administrar proyectos desde cualquier computadora o dispositivo móvil. El estudio encontró que las percepciones de los estudiantes sobre la utilidad de los wikis eran comparativamente positivas y que la mayoría tenía actitudes positivas hacia el uso de wikis para el aprendizaje basado en proyectos. Para obtener estos resultados, aplicaron un diseño de encuesta cuantitativa, un estudio de entrevista cualitativa y un análisis de acción para evaluar las percepciones de los wikis de los estudiantes en términos de aprendizaje general, motivación, interacción grupal, tecnología y gestión del conocimiento.

4.3. Uso de las redes sociales en el ámbito educativo

Un estudio realizado por (Eid & Jabri, 2016) incluyó un cuestionario transversal para la recopilación de datos que incluyó a estudiantes y graduados de la institución en la que se realizó el estudio. Sus resultados muestran que existen relaciones positivas significativas entre conversaciones en línea y chat, intercambio de archivos, intercambio de conocimientos, entretenimiento y diversión con el aprendizaje de los estudiantes. Sin embargo, hoy en día, muchos estudiantes utilizan los sitios de redes sociales (SNS) para compartir información, discutir temas o conceptos y colaborar para completar tareas

o proyectos a largo plazo. Los SNS proporcionan formas convenientes y rápidas de persona a persona para compartir conocimientos y colaboración. Sobre la base de cómo se usan los SNS (Eid & Jabri, 2016) proponen cuatro categorías en el uso de los SNS. Estas categorías son (1) chat y discusión a través de blogs (por ejemplo, Twitter), (2) creación de contenido (por ejemplo, wikis), (3) compartir archivos a través de unidades de almacenamiento de datos virtuales (por ejemplo, SkyDrive y Dropbox), y (4) Diversión y entretenimiento (por ejemplo, Facebook e Instagram). (Manc & Ranieri, 2016), a través de una encuesta en línea realizada a profesores académicos, muestra que el uso de las redes sociales sigue siendo bastante limitado y restringido y que los académicos no están inclinados a integrar estas herramientas en su trabajo por diversas razones, como la resistencia cultural. Métodos pedagógicos o limitaciones institucionales. Sin embargo, hay diferencias entre los académicos en la forma en que usan o perciben las redes sociales, en particular dependiendo de la disciplina de la instrucción. En general, los resultados enfatizan actitudes ambivalentes hacia los beneficios y desafíos de las redes sociales en el contexto de la educación superior, con obstáculos que prevalecen sobre los beneficios. Desde este punto de vista, la atención más específica del personal académico que utiliza los medios sociales en sus métodos de enseñanza y una mayor comprensión de sus percepciones de estos dispositivos permitió a los autores superar los análisis genéricos que a menudo caracterizan las reflexiones en artículos sobre tecnologías digitales. Para la enseñanza en la educación superior. Pudieron aumentar su comprensión del uso de estas herramientas en diferentes regiones geográficas. Por el contrario (Imlawi, Gregg, & Karimi, 2015) realizaron un experimento con estudiantes universitarios en el que había dos grupos de participantes. Confirmaron los resultados de estudios previos, en los que se encontró que cuando los instructores revelaron información privada sobre ellos mismos en las fotografías, los datos personales afectaron positivamente los resultados educativos. De manera similar, este trabajo demostró que el humor apropiado no mejora los resultados educativos cuando un instructor se comunica con los estudiantes fuera del aula a través de Facebook, probablemente porque el humor es compatible con la relación profesor-alumno y elimina las barreras entre ellos. Los resultados de este estudio también ayudan a aclarar resultados contradictorios sobre el efecto del uso del buen humor en entornos educativos. El papel de las redes sociales en la educación superior es que cada vez se presta más atención al aumento de MOOC (cursos en línea masivos y abiertos). Del mismo modo (Peppler & Solomou, 2011) recopilaron datos e imágenes en un esfuerzo por explorar la naturaleza de la creatividad y el aprendizaje colaborativo en el contexto de la construcción de arquitectura virtual en 3D en las redes sociales, brindando la oportunidad de documentar, describir y analizar la creatividad y ampliar el trabajo de estudios previos realizados por Csikszentmihalyi en el campo de las redes sociales y hacer retroceder las concepciones actuales de la creatividad digital. La proliferación de las capacidades de la Web 2.0 en entornos como Facebook y YouTube se está moviendo a áreas más grandes de Internet, más allá de los espacios de transmisión y a entornos dinámicos que se desarrollan en una comunidad de participantes. (Akçayır, 2017), realizó un estudio sobre si preferir los sitios de redes sociales (SNS) con fines educativos en la educación superior. El estudio envió a 658 profesores de diferentes universidades estatales de Turquía una encuesta en línea en la que se identifican motivaciones e inhibiciones. Usando estas respuestas, los resultados del estudio encontraron que casi la mitad de los maestros tenían una cuenta SNS y la

usaban con fines educativos. Entre los factores motivadores para el uso de un SNS es que dichos sitios proporcionan una comunicación rápida y efectiva, ahorran tiempo y se pueden organizar fácilmente intercambios de documentos y actividades de colaboración relacionadas con el aula. Los factores que impidieron el uso de SNS incluyeron la preocupación por la privacidad, la posibilidad de consumir tiempo extra y la falta de competencia tecnológica. De hecho, la mayoría de los maestros motivados usan SNS en entornos educativos porque los SNS son una plataforma para una comunicación rápida y efectiva; Permiten comunicarse a través de dispositivos móviles en cualquier lugar y en cualquier momento y son populares entre los estudiantes. Los factores más importantes que inhibieron a los docentes fueron los problemas de privacidad.

4.4. Uso de repositorios multimedia en el ámbito educativo

Se consideraron los estudios relacionados con YouTube y el aprendizaje colaborativo (Young Lee & Lehto, 2013) validaron un marco conceptual para aceptar usuarios de YouTube en el aprendizaje de procedimientos, enfatizando los motivos para usar YouTube. Para este estudio, los autores recopilaron datos de una muestra de 432 encuestados que tuvieron la oportunidad de participar en procedimientos de aprendizaje a través de YouTube en un entorno de laboratorio. El estudio encontró una relación causal positiva entre la satisfacción con el uso de YouTube y la intención de comportamiento de usar un sistema de aprendizaje electrónico. Para recopilar y analizar los datos del estudio, los autores del estudio diseñaron instrumentos de medición estructurados que utilizaron escalas nominales fijas, escalas Likert de siete puntos y adjetivos bipolares de escalas semánticas diferenciales de siete puntos, junto con cuatro perfiles demográficos y treinta y nueve temas principales del cuestionario. Las encuestas asumieron que el marco conceptual consistía en cinco construcciones exógenas (percepción de usabilidad, ajuste de la tecnología de la tarea, riqueza de contenido, vivacidad y autoeficacia específica de YouTube) y tres construcciones endógenas percibidas además de la satisfacción del usuario. De acuerdo con los resultados, la aceptación de YouTube para el aprendizaje puede aumentar la experiencia y la calidad de los estudios, lo que demuestra que YouTube puede servir como un canal común para el aprendizaje. Con los avances en tecnología de la información, YouTube ahora parece ser un canal de aprendizaje prometedor para "tareas únicas". El estudio intentó ampliar la visión de uso institucional de YouTube para expandirla como una nueva plataforma que ayuda a los usuarios a lograr sus objetivos de aprendizaje específicos. Del mismo modo (DeWitt, y otros, 2013), revelaron que YouTube puede utilizarse para generar conocimiento a través de la observación y la interacción social para verificar esta hipótesis. Los autores lograron un consenso entre 20 expertos que fueron instructores y profesores en siete áreas de especialización: música, escritura creativa, teatro, televisión, danza, animación y bellas artes en la Academia de Artes y Cultura y Patrimonio Nacional (ASWARA), a través de La técnica Fuzzy Delphi, que utiliza una combinación de entrevistas y encuestas, para recopilar datos entre expertos y determinar los beneficios de usar YouTube como una herramienta para enseñar y aprender en las artes escénicas. Los resultados mostraron que YouTube tiene el potencial de ser utilizado como una herramienta de instrucción en las artes escénicas coherente con las tendencias actuales en la colaboración y las redes sociales en la educación, ya que los estudiantes pueden relacionar información nueva con la que ya tienen, reajustar

y reconstruir ambos conjuntos. Los autores afirman que existen estudios relacionados con el uso de YouTube en la educación, pero que se han centrado principalmente en el rendimiento académico. Además, muy pocos estudios se realizan en la instrucción de artes escénicas, aunque YouTube se utiliza como un depósito de videos para ayudar tanto a los maestros como a los estudiantes en el contexto de la enseñanza y el aprendizaje. (Khan, 2017), realizó un estudio para descubrir las razones del compromiso del usuario de YouTube, que se ha conceptualizado como participación activa y consumo pasivo de contenido. Khan consideró una muestra de 1143 miembros de la comunidad académica de educación superior. Se envió aleatoriamente una encuesta a los estudiantes de una universidad del Medio Oeste. Estos estudiantes son usuarios registrados en YouTube que completaron encuestas en línea para evaluar el comportamiento del usuario en el que se determinó el consumo pasivo de contenido en forma de visualización de videos. Se predijo que la visualización se produciría con mayor intensidad para relajarse, entretenerse y leer comentarios para buscar información. Khan concluyó que la participación activa del usuario es vital para crear la imagen de una audiencia activa cuando se conocen claramente las motivaciones para la participación. Esta conclusión está relacionada con (Chintalapati & Kumar, 2017), quien realizó un estudio de modelo de aceptación tecnológica (TAM) que permitió identificar elementos y desarrollar escalas para el estudio del uso de YouTube como recurso de aprendizaje. El estudio encuestó a 140 hombres y 100 mujeres entre los maestros con maestría completa, Ph.D. completo. estudios, estudiantes universitarios, investigadores educativos y miembros de la facultad de una facultad de educación superior en la India para ser seleccionados y realizar pruebas piloto. Los participantes fueron observados y entrevistados, y el estudio midió la utilidad percibida (UP), la percepción de la facilidad de uso (PEU), la actitud del usuario (UA) y la intención de comportamiento (BI). Todos los encuestados tenían experiencia en la enseñanza de los procesos de aprendizaje y habían utilizado la tecnología para el cumplimiento de las tareas. Los resultados indicaron que el ajuste del modelo TAM se valida como un modelo útil para estudiar la adopción de YouTube como un recurso de aprendizaje para diferentes actores académicos en educación superior. (Kloba, McGill, Moghavvemi, & Paramanathan, 2018), exploraron el uso compulsivo de YouTube, entre otros objetivos de investigación, por parte de estudiantes universitarios con motivación académica a través de una encuesta de 807 estudiantes de una universidad de Malasia. Ellos encuentran que una mayor motivación para usar YouTube para obtener información y aprendizaje está asociada con un uso menos compulsivo, mientras que una mayor motivación para usar YouTube para entretenimiento está asociada con un uso más compulsivo. En otras palabras, la motivación del entretenimiento tiene un efecto más fuerte que la motivación para adquirir información. Los autores de este estudio concluyen que los recursos que son relevantes para el tema de estudio deben seleccionarse cuidadosamente e incorporarse en un conjunto más amplio de materiales y actividades de aprendizaje relevantes y atractivos para reducir el riesgo de que los estudiantes se distraigan con las oportunidades de entretenimiento. (Shoufan, 2018), realizò un análisis de aprendizaje para determinar hasta qué punto los videos educativos en YouTube apoyan las características cognitivas, tal como se formulan en la teoría cognitiva del aprendizaje multimedia. (Shoufan, 2018), también intentó determinar en qué medida estas características apoyan el aprendizaje de los estudiantes. Para la recopilación de datos, el autor envió un correo electrónico con un enlace a la encuesta a más de 4000 estudiantes de diferentes universidades en Alemania, Italia, Corea del

Sur, Emiratos Árabes Unidos, el Reino Unido y los Estados Unidos. Un total de 428 estudiantes respondieron a esta encuesta. Se investigaron algunas características generales de los videos educativos, como el estilo de producción y la duración del video. Con una muestra de 105 videos relacionados con características cognitivas, los resultados mostraron que solo cuatro de las diez características investigadas fueron significativas para el valor cognitivo del video (V CV): entrenamiento previo, modalidad, contigüidad espacial y realización. El (V CV) se midió según la calificación de los espectadores, en particular utilizando el número de "Me gusta" según una encuesta para comprender la semántica de "Me gusta" y "No me gusta" de los videos educativos de YouTube. El estudio mostró que los videos educativos en línea son recursos esenciales para el aprendizaje de los estudiantes. A continuación, respondemos en detalle las preguntas de investigación inicialmente propuestas.

4.5. P1 ¿Cómo contribuye la aplicabilidad de las herramientas Web 2.0 al aprendizaje colaborativo en el campo de la educación?

Las herramientas de la Web 2.0 contribuyen efectivamente a la educación porque generan un efecto significativamente positivo en las actitudes de los estudiantes como referencia para la generación de nuevas ideas, la participación y el diálogo activo en las actividades de aprendizaje, y la discusión de temas, conceptos y contribuciones. En actividades o proyectos, promoviendo procesos de colaboración e interacción entre profesores y compañeros, todos estos beneficios permiten que la capacidad de aprendizaje mejore considerablemente. (Chi, Quadir, Chen, & Miao, 2016), documentan que el éxito del aprendizaje en línea basado en blogs (BBL) permite a los estudiantes interactuar entre sí, fomentando un diálogo activo entre compañeros. Del mismo modo (Herrera & Casado, 2015) coinciden en que la interacción a través de blogs promueve procesos de colaboración social, afectiva y cognitiva, con énfasis en los 2 últimos factores. Para (Chen, Lai, & Ho, 2015) los blogs ayudan a desarrollar un comportamiento de aprendizaje positivo, ya sea durante el horario escolar normal o después de la clase, en el que los estudiantes pueden interactuar o comunicarse con sus maestros o compañeros de clase. (Cakir, 2013) mostrò que al usar blogs, los estudiantes participan más en las actividades de aprendizaje. (Ifinedo, 2017), determina que un blog se puede usar en todos los contextos que requieren realizar tareas o proporcionar información. Además (Li, Chu, & Kib, 2014) afirman que la redacción del proceso de colaboración basado en un wiki (WCPWP) tuvo un efecto significativamente positivo en las actitudes de los estudiantes hacia la escritura. Para (Francis & Boniface, 2013) los wikis facilitan la expansión de las prácticas existentes para desarrollar otras nuevas. (Kump, Moskaliu, Dennerlein, & Ley, 2013), determinaron que los wikis conducen a resultados de aprendizaje sustanciales si se integran sistemáticamente en un contexto claro y están acompañados por plataformas activas, coincidiendo con (Wichmann & Rumme, 2013), quienes muestran que los estudiantes quienes tienen pautas para trabajar en wikis superan el aprendizaje de quienes carecen de tales pautas. Para (WahChu, y otros, 2017) la utilidad de los wikis es positiva para el aprendizaje basado en proyectos. (Eid & Jabri, 2016), también encuentran que las redes sociales permiten compartir información, discutir temas o conceptos y colaborar para completar tareas o proyectos a largo plazo. Para (Peppler & Solomou, 2011), las redes sociales brindan la oportunidad de documentar, describir y analizar la creatividad. (Akçayır, 2017), muestra que con las redes sociales, existe una

comunicación rápida y efectiva a través de dispositivos móviles en cualquier lugar y en cualquier momento, además de ser populares entre los estudiantes. Para (DeWitt, y otros, 2013), YouTube genera conocimiento a través de la observación y la interacción social. Según (Shoufan, 2018) los videos educativos en línea son recursos esenciales para el aprendizaje de los estudiantes.

4.6. P2. ¿Qué herramientas web 2.0 son las más utilizadas en el aprendizaje colaborativo?

De acuerdo con los estudios revisados para este trabajo, las redes sociales se utilizan más para el aprendizaje colaborativo porque son una de las herramientas con mayor accesibilidad en diferentes dispositivos y la facilidad de uso por parte de los estudiantes y profesores para conversaciones y chat en línea, compartir archivos, compartir conocimientos, entretenimiento y diversión (Eid & Jabri, 2016), (Imlawi, Gregg, & Karimi, 2015), (Peppler & Solomou, 2011)and (Akçayır, 2017). En segundo lugar, el aprendizaje se basa en el blog porque actúa como un canal eficiente para distribuir recursos útiles y compartir experiencias de aprendizaje (Chi, Quadir, Chen, & Miao, 2016), (Herrera & Casado, 2015), (Chen, Hwang, & Wang, 2012)and (Ifinedo, 2017)

4.7. P3. ¿Qué métodos se utilizan para estudiar la aplicabilidad de la Web 2.0 en el aprendizaje colaborativo?

For Para la aplicabilidad de la Web 2.0, una gran parte de los autores de los estudios utilizados para este trabajo realizaron estudios empíricos y midieron sus efectos a través de encuestas (Chen, Hwang, & Wang, 2012), (Cakir, 2013), (Herrera & Casado, 2015), (Young Lee & Lehto, 2013), (Akçayır, 2017), (Shoufan, 2018), (Kloba, McGill, Moghavvemi, & Paramanathan, 2018), (Chintalapati & Kumar, 2017), (Khan, 2017), (WahChu, y otros, 2017) y (Ifinedo, 2017) entrevistas (Herrera & Casado, 2015), (Eid & Jabri, 2016), (Manc & Ranieri, 2016), (Chintalapati & Kumar, 2017), (WahChu, y otros, 2017) observaciones (Wichmann & Rumme, 2013)), ((Kump, Moskaliu, Dennerlein, & Ley, 2013), (Li, Chu, & Kib, 2014), (Francis & Boniface, 2013), (Chintalapati & Kumar, 2017) otros metodos y la Técnica Fuzzy Delphi (DeWitt, y otros, 2013) para determinar los beneficios del uso.

5. Debilidades encontradas en la revisión bibliográfica de resultados

El estudio de (Shoufan, 2018) mide la importancia de los videos educativos en YouTube para el aprendizaje, lo que refleja en sus resultados que los videos educativos en línea son un recurso esencial para el aprendizaje de los estudiantes. Sin embargo, este estudio no trabaja con grupos de control para verificar la veracidad de sus resultados, sino mediante encuestas a los estudiantes y los conteos de “me gusta” y “No me gustan”. (Kloba, McGill, Moghavvemi, & Paramanathan, 2018) declaran que puede haber un uso excesivo de YouTube, causando distracción en los estudiantes, lo que contrasta con el estudio de (DeWitt, y otros, 2013), quienes afirman que YouTube tiene el potencial de ser utilizado como una herramienta de instrucción porque los estudiantes pueden relacionar la nueva información con lo que tienen, reajustar y reconstruir ambos conjuntos de información.

Sus resultados se obtuvieron con un personal docente multidisciplinario y experto que dijo haber usado YouTube para enseñar sus materias.

6. Conclusiòn

En este trabajo, se realizó una clasificación de estudios para identificar la contribución significativa generada por las herramientas Web 2.0 en el aprendizaje colaborativo. El trabajo consideró cuatro herramientas Web 2.0 (blogs, wikis, redes sociales y repositorios multimedia) directamente en términos de su aplicabilidad en el aprendizaje colaborativo. Según estudios anteriores y a pesar del uso generalizado de las tecnologías Web 2.0 en el aprendizaje colaborativo, poco se sabe sobre los efectos de estas tecnologías en este campo. Cincuenta y tres estudios se consideraron en la revisión de la literatura y de la teoría cognitiva del aprendizaje aplicada a las herramientas de la Web 2.0, con los primeros quince estudios estrechamente relacionados con las cuatro herramientas mencionadas anteriormente, tanto en la aplicación del aprendizaje como en el trabajo colaborativo. Para verificar y producir sus resultados, los autores de los diferentes estudios adoptaron el método del cuestionario, las entrevistas y otras encuestas para recopilar los datos para identificar el potencial de las herramientas seleccionadas para el estudio, seguido de un análisis exhaustivo que utiliza el modelo de ecuación estructural para probar estudie y analice los resultados después de haber aplicado la herramienta a un grupo de control para cada estudio de caso. El uso de facebook, wikis y blogs para el aprendizaje colaborativo actual significa permitir que los estudiantes interactúen de forma segura con sus compañeros. Con los wikis, los estudiantes pueden relacionarse con las comunidades de aprendizaje. La red social de Facebook se utiliza para compartir información personal, actividades o elementos de afinidad. Es necesario asignar una gran cantidad de tiempo para la interacción y la aplicación de esta aplicación porque, aunque se puede usar a través de una computadora, tiene una mayor accesibilidad y portabilidad a través del uso de teléfonos celulares, promoviendo así el uso de esta red social, pero con fines académicos, aprovechando el uso habitual y el tiempo asignado al uso de esta red social a diario. En la revisión de los artículos considerados para este trabajo, hay varios estudios que muestran que los blogs y las redes sociales son las herramientas web 2.0 más apropiadas para aplicar en el aprendizaje colaborativo porque permiten la colaboración y los procesos sociales, afectivos y cognitivos. Las diferentes herramientas de la Web 2.0 no han sido estudiadas con igual detalle. Por ejemplo, los wikis se han estudiado utilizando muchos menos métodos de recopilación de datos que los blogs. Sin embargo, en los documentos revisados, ningún documento evaluó más de un tipo de herramienta en las mismas circunstancias; todos evalúan una herramienta única en una circunstancia particular y no son replicables. Una línea de investigación sugerida es estudiar varias herramientas Web 2.0 en las mismas condiciones para determinar adecuadamente cuál es el mejor uso para el aprendizaje colaborativo.

Hasta el momento, no se han realizado investigaciones sobre el uso combinado de diferentes herramientas de la Web 2.0 en el aprendizaje colaborativo. Además, existen pocos estudios sobre la relación entre los estilos de aprendizaje y las herramientas de la Web 2.0 en el contexto del aprendizaje colaborativo para determinar qué combinación tiene la mejor eficacia en el mismo contexto.

References

Akçayır, G. (2017). Why do faculty members use or not use social networking sites for education? *Computers in Human Behavior, 71*, 378–385.

Baradaran, R. M., & Yazdani, K. (2012). Web 2.0 embedded e-learning: A case study. *International Conference on Innovation Management and Technology Research*. Malacca.

Baxter, G. J., Connolly, T. M., Stansfield, M. H., Gould, C., & Tsvetkova, N. (2011). Understanding the pedagogy Web 2.0 supports: The presentation of a Web 2.0 pedagogical model. *7th International Conference on Next Generation Web Services Practices*. Salamanca.

Bennett, S., Bishop, A., Dalgarno, B., Waycott, J., & Kennedy, G. (2012). Implementing Web 2.0 technologies in higher education: A collective case study. *Computers & Education, 59*(2), 524–534.

Cakir, H. (2013). Use of blogs in pre-service teacher education to improve student engagement. *Computers & Education, 68*, 244–252.

Cen, L., Ruta, D., Powell, L., Hirsch, B., & Ng, J. (2016). Quantitative approach to collaborative learning: performance prediction, individual assessment, and group composition. *International Journal of Computer-Supported Collaborative Learning, 11*(2), 187–225.

Chen, C.-P., Lai, H.-M., & Ho, C.-Y. (2015). Why do teachers continue to use teaching blogs? The roles of perceived voluntariness and habit. *Computers & Education, 82*, 236–249.

Chen, Y.-C., Hwang, R.-H., & Wang, C.-Y. (2012). Development and evaluation of a Web 2.0 annotation system as a learning tool in an e-learning environment. *Computers & Education, 58*(4), 1094–1105.

Chi, Y. J., Quadir, B., Chen, N.-S., & Miao, Q. (2016). Effects of online presence on learning performance in a blog-based online course. *The Internet and Higher Education, 30*, 11–20.

Chintalapati, N., & Kumar, D. V. (2017). Examining the use of YouTube as a Learning Resource in higher education: Scale development and validation of TAM model. *Telematics and Informatics, 34*(6), 853–860.

Coll, C., Rochera, M. J., & De Gispert, I. (2014). Supporting online collaborative learning in small groups: Teacher feedback on learning content, academic task and social participation. *Computers & Education, 75*, 53–64.

Dehghani, M., Khorram, M., Ramezani, N., & Sali, R. (2016). Evaluating the influence of YouTube advertising for attraction of young customers. *Computers in Human Behavior, 59*, 165–172.

DeWitt, D., Saedah, Siraj, Alias, N., Yusaini, M., Juhara, Y., & RosmanIshak, A. (2013). The Potential of Youtube for Teaching and Learning in the Performing Arts. *Procedia - Social and Behavioral Sciences, 103*, 1118–1126.

Duţăa, N., & Martínez-Riverab, O. (2015). Between Theory and Practice: The Importance of ICT in Higher Education as a Tool for Collaborative Learning. *Procedia - Social and Behavioral Sciences, 180*, 1466–1473.

Eid, M. I., & Jabri, I. M. (2016). Social networking, knowledge sharing, and student learning: The case of university students. *Computers & Education, 99*, 14-27.

Francis, D. D., & Boniface, S. (2013). Consuming and creating: Early-adopting science teachers' perceptions and use of a wiki to support professional development. *Computers & Education, 68*, 9–20.

Herrera, P. M., & Casado, R. J. (2015). Interaction analysis of a blog/journal of teaching practice. *The Internet and Higher Education, 17*, 32–43.

Ifinedo, P. (2017). Examining students' intention to continue using blogs for learning: Perspectives from technology acceptance, motivational, and social-cognitive frameworks. *Computers in Human Behavior, 72*, 189–199.

Imlawi, J., Gregg, D., & Karimi, J. (2015). Student engagement in course-based social networks: The impact of instructor credibility and use of communication. *Computers & Education, 88*, 84–96.

Kam, H.-J., & Katerattanakul, P. (2014). Structural Model of Team-Based Learning using Web 2.0 Collaborative Software. *Computers & Education, 76*, 1–12.

Khan, M. L. (2017). Social media engagement: What motivates user participation and consumption on YouTube? *Computers in Human Behavior, 66*, 236–247.

Klašnja-Milićevića, A., Vesin, B., Ivanović, M., & Budimac, Z. (2011). E-Learning personalization based on hybrid recommendation strategy and learning style identification. *Computers & Education, 56*(3), 885–899.

Kloba, J. E., McGill, T. J., Moghavvemi, S., & Paramanathan, T. (2018). Compulsive YouTube usage: A comparison of use motivation and personality effects. *Computers in Human Behavior, 87*, 129–139.

Kump, B., Moskaliu, J., Dennerlein, S., & Ley, T. (2013). Tracing knowledge co-evolution in a realistic course setting: A wiki-based field experiment. *Computers & Education, 69*, 60–70.

Laal, M. (2013). Collaborative Learning; Elements. *Procedia - Social and Behavioral Sciences, 83*, 814–818.

Li, X., Chu, S. K., & Kib, W. W. (2014). The effects of a wiki-based collaborative process writing pedagogy on writing ability and attitudes among upper primary school students in Mainland China. *Computers & Education, 77*, 151–169.

Manc, S., & Ranieri, M. (2016). Facebook and the others. Potentials and obstacles of Social Media for teaching in higher education. *Computers & Education, 95*, 216–230.

Peñarroja, V., Orengo, V., Zornoza, A., Sánchez, J., & Ripoll, P. (2015). How team feedback and team trust influence information processing and learning in virtual teams: A moderated mediation model. *Computers in Human Behavior, 48*, 9–16.

Peppler, K. A., & Solomou, M. (2011). Building creativity: collaborative learning and creativity in social media environments. *On the Horizon, 19*(1), 13–23.

Rezaeinejad, M., Azizifar, A., & Gowhary, H. (2015). The Study of Learning Styles and its Relationship with Educational Achievement Among Iranian High School Students. *Procedia - Social and Behavioral Sciences, 199*, 218–224.

Shoufan, A. (2018). Estimating the cognitive value of YouTube's educational videos: A learning analytics approach. *Computers in Human Behavior*.

WahChu, S. K., Zhang, Y., Chen, K., Chan, C. K., Yi Lee, C. W., Zou, E., & Lau, W. (2017). The effectiveness of wikis for project-based learning in different disciplines in higher education. *The Internet and Higher Education, 33*, 49–60.

Wichmann, A., & Rumme, N. (2013). Improving revision in wiki-based writing: Coordination pays off. *Computers & Education, 62*, 262–270.

Young Lee, D., & Lehto, M. R. (2013). User acceptance of YouTube for procedural learning: An extension of the Technology Acceptance Model. *Computers & Education, 61*, 193–208.

Critérios Editoriais

A RISTI (Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação) é um periódico científico, propriedade da AISTI (Associação Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação), 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, propiedad de la AISTI (Asociación Ibérica de Sistemas y Tecnologías de la Información), 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.

Os associados da AISTI recebem a RISTI gratuitamente, por correio postal. Torne-se associado da AISTI. Preencha o formulário abaixo e envie-o para o e-mail aistic@gmail.com

Los asociados de la AISTI reciben la RISTI por correo, sin costo alguno. Hazte miembro de la AISTI. Rellena el siguiente formulario y remítelo al e-mail aistic@gmail.com

aisti

Formulário de Associado / Formulario de Asociado

Nome/Nombre: _____

Instituição/Institución: _____

Departamento: _____

Morada/Dirección: _____

Código Postal: _____ Localidade/Localidad: _____

País: _____

Telefone/Teléfono: _____

E-mail: _____ Web: _____

Tipo de Associado e valor da anuidade:

☐ Individual - 25€

☐ Instituição de Ensino ou I&D/Institución de Educación o I&D - 250€

☐ Outro (Empresa, etc.) - 500€

NIF/CIF: _____

Data/Fecha: __/__/____ Assinatura/Firma: _____

risti
Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação
Iberian Journal of Information Systems and Technologies
©AISTI 2019 http://www.aisti.eu