

ISSN: 1646-9895



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

J a n e i r o 2 2 • J a n u a r y 2 2



©RISTI 2022 <http://www.risti.xyz>

Nº E47

### **Edição / Edition**

N.º E47, 01/2022

**ISSN:** 1646-9895

### **Indexação / Indexing**

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

### **Publicação / Publication**

RISTI – Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação  
Rua Quinta do Roseiral 76, 4435-209 Rio Tinto, Portugal

**Web:** <http://www.risti.xyz>

**Director**

Álvaro Rocha, Universidade de Lisboa, PT

**Coordenadores da Edição / Issue Coordinators**

Abel Méndez Porras, Tecnológico de Costa Rica, Costa Rica

**Conselho Editorial / Editorial Board**

A. Augusto Sousa, FEUP, Universidade do Porto, PT

Abel Méndez Porras, Instituto Tecnológico de Costa Rica, CR

Abel Suing, Universidad Técnica Particular de Loja, EC

Adolfo Lozano-Tello, Universidad de Extremadura, ES

Adrián Hiebra Pardo, Universidad de Santiago de Compostela, ES

Alberto Fernández, Universidad Rey Juan Carlos, ES

Alberto Freitas, FMUP, Universidade do Porto, PT

Alcinia Zita Sampaio, IST, Universidade de Lisboa, PT

Alejandro Peña, Escuela de Ingeniería de Antioquia, CO

Alexandre L'Erario, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, BR

Alicia García-Holgado, Universidad de Salamanca, ES

Alma Gomez-Rodríguez, Universidade de Vigo, ES

Ana Amélia Carvalho, Universidade de Coimbra, PT

Ana Beatriz Blanco-Ariza, Universidad Simón Bolívar, CO

Ana Isabel Veloso, Universidade de Aveiro, PT

Ana Maria Correia, ISEGI, Universidade Nova de Lisboa, PT

Ana Paula Afonso, Instituto Politécnico do Porto, PT

Anabela Mesquita, Instituto Politécnico do Porto, PT

Anacleto Correia, Escola Naval, PT

Angelica Caro, Universidad del Bío-Bío, CL

Ana Calvão, Universidade de Aveiro, PT

Ana Carla Amaro, Universidade de Aveiro, PT

Ana Melro, Universidade de Aveiro, PT

Ania Cravero, Universidad de La Frontera, CL

Aníbal Zaldivar-Colado, Universidad Autonoma de Sinaloa, MX

António Abreu, ISCAP, Politécnico do Porto, PT

António Coelho, FEUP, Universidade do Porto, PT

Antonio Fernández-Caballero, Universidad de Castilla-La Mancha, ES  
António Godinho, ISLA-Gaia, PT  
Antonio Jesus Garcia Loureiro, Universidad de Santiago de Compostela, ES  
Antonio Jiménez-Martín, Universidad Politécnica de Madrid, ES  
António Palma dos Reis, ISEG, Universidade de Lisboa, PT  
António Pereira, Instituto Politécnico de Leiria, PT  
Armando Mendes, Universidade dos Açores, PT  
Arnaldo Martins, Universidade de Aveiro, PT  
Arturo J. Méndez, Universidad de Vigo, ES  
August Climent Ferrer, La Salle Open University, AD  
Baltasar García Perez-Schofield, Universidad de Vigo, ES  
Beatriz Rodríguez, Universidad de la Republica, UY  
Beatriz Sainz de Abajo, Universidad de Valladolid, ES  
Bernabé Escobar-Pérez, Universidad de Sevilla, ES  
Borga Bordel, Universidad Politécnica de Madrid, ES  
Bráulio Alturas, ISCTE - Instituto Universitário de Lisboa, PT  
Brenda L. Flores-Rios, Universidad Autónoma de Baja California, MX  
Carlos Alexandre Silva, Instituto Federal de Minas Gerais, PT  
Carlos Carreto, Instituto Politécnico da Guarda, PT  
Carlos Morais, Instituto Politécnico de Bragança, PT  
Carlos Regalao Noriega, Universidad Simón Bolívar, CO  
Carlos Vaz de Carvalho, Instituto Politécnico do Porto, PT  
Carmen Galvez, Universidad de Granada, ES  
Carlos Rabadão, Politécnico de Leiria, PT  
Carlos Rompante Cunha, Politécnico de Bragança, PT  
Cesar Colazzos, Universidad del Cauca, CO  
Ciro Martins, Universidade de Aveiro, PT  
Cristina M.R. Caridade, ISEC, Politécnico de Coimbra, PT  
Dalila Durães, Universidade do Minho, PT  
Daniel Polónia, Universidade de Aveiro, PT  
Daniel Riesco, Universidad Nacional de San Luis, AR  
Dante Carrizo, Universidad de Atacama, CL  
David Fonseca, Universitat Ramon Llull, ES



David Ramos Valcarcel, Universidad de Vigo, ES  
Diana Cecilia Yacchirema Vargas, Escuela Politécnica Nacional, EC  
Dora Simões, Universidade de Aveiro, PT  
Edna Dias Canedo, Universidade de Brasília, BR  
Eduardo Amadeu Dutra Moresi, Universidade Católica de Brasília, BR  
Eduardo Sánchez Vila, Universidad de Santiago de Compostela, ES  
Edwin Juvenal Cedeño Herrera, Universidad de Panamá, PA  
Enric Mor, Universitat Oberta de Catalunya, ES  
Eusébio Ferreira da Costa, Escola Superior de Tecnologias de Fafe, PT  
Eva Villegas, La Salle - Universitat Ramon Llull, ES  
Fábio Marques, Universidade de Aveiro, PT  
Fernando Bandeira, Universidade Fernando Pessoa, PT  
Fernando Bobillo, Universidad de Zaragoza, ES  
Fernando Moreira, Universidade Portucalense, PT  
Fernando Paulo Belfo, ISCAC, Politécnico de Coimbra, PT  
Fernando Ribeiro, Politécnico de Castelo Branco, PT  
Fernando Suárez, CPEIG, ES  
Filipe Caldeira, Politécnico de Viseu, PT  
Filipe Montargil, Politécnico de Lisboa, PT  
Filipe Portela, Universidade do Minho, PT  
Flor de María Sánchez Aguirre, Universidad César Vallejo, PE  
Francisca Rosique Contreras, Universidad Politécnica de Cartagena, ES  
Francisco Arcega, Universidad de Zaragoza, ES  
Francisco Javier Lena-Acebo, Universidad de Cantabria, ES  
Francisco Restivo, Universidade Católica Portuguesa, PT  
Franyelit Suarez, Universidad de las Américas, EC  
Gabriel Alberto García-Mireles, Universidad de Sonora, MX  
Gabriel Guerrero-Contreras, Universidade de Cádiz, ES  
Gerardo Gonzalez Filgueira, Universidad da Coruña, ES  
Gladys Tenesaca Luna, Universidad Técnica Particular de Loja, EC  
Gloria Maritza Valencia Vivas, Universidad de las Fuerzas Armadas, EC  
Gloria Piedad Gasca-Hurtado, Universidad de Medellín, CO  
Guilhermina Lobato Miranda, Universidade de Lisboa, PT

Hélder Gomes, Universidade de Aveiro, PT  
Hélder Zagalo, Universidade de Aveiro, PT  
Hélia Guerra, Universidade dos Açores, PT  
Henrique S. Mamede, Universidade Aberta, PT  
Higino Ramos, Universidad de Salamanca, ES  
Inês Domingues, CI-IPOP, PT  
Inés López, Universidad de Alcalá, ES  
Isabel de la Torre, University of Valladolid, ES  
Isabel Pedrosa, Instituto Politécnico de Coimbra, PT  
Isidro Calvo, Universidad del País Vasco (UPV/EHU), ES  
Isidro Navarro, Universidad Politécnica de Cataluña, ES  
Ismael Etxeberria-Agiriano, Universidad del País Vasco (UPV/EHU), ES  
Ivaldir de Farias Junior, Universidade de Pernambuco, BR  
Ivan Garcia, Universidad Tecnológica de la Mixteca, MX  
João Paulo Ferreira, ISEC, Politécnico de Coimbra, PT  
João Reis, Universidade de Aveiro, PT  
João Roberto de Toledo Quadro, CEFET/RJ, BR  
Jacinto Estima, Universidade Europeia, PT  
Javier Garcia Tobio, CESGA-Centro de Supercomputacion de Galicia, ES  
Javier Medina, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, CO  
Jeimy Cano, Universidad de los Andes, CO  
Jezreel Mejia, Centro de Investigación en Matemática (CIMAT), MX  
João Balsa, FC, Universidade de Lisboa, PT  
João Paulo Costa, Universidade de Coimbra, PT  
João Tavares, FEUP, Universidade do Porto, PT  
João Vidal de Carvalho, ISCAP, Politécnico do Porto, PT  
Joaquim Reis, ISCTE - Instituto Universitário de Lisboa, PT  
Jorge Bernardino, ISEC, Politécnico de Coimbra, PT  
Jorge Buele, Universidad Tecnológica Indoamérica, EC  
Jorge Eduardo Ibarra-Esquer, Universidad Autónoma de Baja California, MX  
Jorge da Silva Correia-Neto, Universidade Federal Rural de Pernambuco, BR  
Jose Alfonso Aguilar, Universidad Autonoma de Sinaloa, MX  
José Alvarez-Garcia, Universidad de Extremadura, ES  
José Borbinha, IST, Universidade de Lisboa, PT

José Carlos Ribeiro, Politécnico de Leiria, PT  
José Cascalho, Universidade dos Açores, PT  
José Felipe Cocón Juárez, Universidad Autónoma del Carmen, MX  
José Luís Pereira, Universidade do Minho, PT  
José Luís Silva, Instituto Universitário de Lisboa (ISCTE-IUL), PT  
José Paulo Lousado, Instituto Politécnico de Viseu, PT  
José Luis Pestrana Brincones, Universidad de Málaga, ES  
Jose M Molina, Universidad Carlos III de Madrid, ES  
José Machado, Universidade do Minho, PT  
Jose Maria de Fuentes, Universidad Carlos III de Madrid, ES  
Jose R. R. Viqueira, Universidade de Santiago de Compostela, ES  
José Silvestre Silva, Academia Militar, PT  
José Torres, Universidade Fernando Pessoa, PT  
Josep M. Marco-Simó, Universitat Oberta de Catalunya, ES  
Juan Angel Contreras Vas, Universidad de Extremadura, ES  
Juan D'Amato, PLADEMA-UNCPBA-CONICET, AR  
Juan M. Santos Gago, Universidad de Vigo, ES  
Jugurta Lisboa-Filho, Universidade Federal de Viçosa, BR  
Klinge Orlando Villalba-Condori, Universidad Católica de Santa María, PE  
Leila Weitzel, Universidade Federal Fluminense, BR  
Leonardo Bermon, Universidad Nacional de Colombia, CO  
Leticia Morales Trujillo, Universidad de Sevilla, ES  
Lilia Muñoz, Universidad Tecnológica de Panamá, PA  
Lucila Ishitani, PUC Minas, BR  
Lucila Romero, Universidad Nacional del Litoral, AR  
Luis Alvarez Sabucedo, Universidad de Vigo, ES  
Luís Bruno, Instituto Politécnico de Beja, PT  
Luis Camarinha-Matos, Universidade Nova de Lisboa, PT  
Luís Cavique, Universidade Aberta, PT  
Luis Chamba Eras, Universidad Nacional de Loja, EC  
Luis Enrique Sánchez Crespo, Universidad de Castilla-La Mancha, ES  
Luis Fernández Sanz, Universidad de Alcalá, ES  
Luís Ferreira, Instituto Politécnico do Cávado e do Ave, PT  
Luis Vilán-Crespo, Universidad de Vigo, ES

Luis Maria Romero-Moreno, Universidad de Sevilla, ES  
Luisa Miranda, Instituto Politécnico de Bragança, PT  
Lus Sussy Bayona Ore, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, PE  
Luz María Hernández Cruz, Universidad Autónoma de Campeche, MX  
Magdalena Arcilla Cobián, Universidade Nacional de Educación a Distancia, ES  
Manuel Fernández-Veiga, Universidad de Vigo, ES  
Manuel Jose Fernandez Iglesias, Universidad de Vigo, ES  
Marcelo Marciszack, Universidad Tecnológica Nacional, AR  
Marcelo de Paiva Guimarães, Universidade Federal de São Paulo, BR  
Marcelo Zambrano Vizuete, Universidad Tecnica Del Norte, EC  
Marco Javier Suarez Barón, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, CO  
Marco Painho, ISEGI, Universidade Nova de Lisboa, PT  
Margarita Ramirez Ramirez, Universidad Autonoma de Baja California, MX  
Maria Amelia Eliseu, Mackenzie Presbyterian University, BR  
Maria Cristina Marcelino Bento, UNIFATEA, BR  
María de la Cruz del Río-Rama, Universidad de Vigo, ES  
Maria de los Milagros Gutierrez, Universidad Tecnológica Nacional, AR  
María del Mar Miras Rodriguez, Universidad de Sevilla, ES  
Maria do Rosário Bernardo, Universidade Aberta, BR  
Maria Hallo, Escuela Politécnica Nacional, EC  
Maria Helena Garcia Ruiz, Universidad de Camtabria, ES  
María J. Lado, Universidad de Vigo, ES  
Maria João Ferreira, Universidade Portucalense, PT  
Maria João Gomes, Universidade do Minho, PT  
Maria José Angélico, Instituto Politécnico do Porto, PT  
Maria José Escalona, Universidad de Sevilla, ES  
Maria José Sousa, Universidade Europeia, PT  
Mario Chacón-Rivas, Instituto Tecnológico de Costa Rica, CR  
Mario José Diván, Universidad Nacional de La Pampa, AR  
Marisol B. Correia, Universidade do Algarve, PT  
Maristela Holanda, Universidade de Brasília, BR  
Martín Llamas Nistal, Universidad de Vigo, ES  
Martín López Nores, Universidad de Vigo, ES

Matías García Rivera, Universidad de Vigo, ES  
Mercedes Ruiz, Universidad de Cádiz, ES  
Miguel A. Brito, Universidade do Minho, PT  
Miguel Ángel Conde, Univesidad de León, ES  
Miguel Angel Olivero Gonzalez, Universidad de Sevilla, ES  
Miguel Bugalho, Universidade Europeia, PT  
Miguel Casquilho, IST, Universidade de Lisboa, PT  
Miguel Ramón González Castro, Ence, Energía y Celulosa, ES  
Mirna Ariadna Muñoz Mata, Centro de Investigación en Matemáticas (CIMAT),  
MX  
Nelson Rocha, Universidade de Aveiro, PT  
Nuno Lau, Universidade de Aveiro, PT  
Nuno Melão, Politécnico de Viseu, PT  
Nuno Ribeiro, Universidade Fernando Pessoa, PT  
Oscar Mealha, Universidade de Aveiro, PT  
Patricia Dias, Universidade do estado de Minas Gerais, BR  
Patrícia Oliveira, Universidade de Aveiro, PT  
Paula Prata, Universidade da Beira Interior, PT  
Paulo Martins, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, PT  
Paulo Pinto, FCT, Universidade Nova de Lisboa, PT  
Paulo Rurato, Universidade Fernando Pessoa, PT  
Paulo Urbano, FC, Universidade de Lisboa, PT  
Pedro Araújo, Universidade da Beira Interior, PT  
Pedro Palos, Universidad de Sevilla, ES  
Pedro Sanz Angulo, Universidad de Valladolid, ES  
Pedro Sobral, Universidade Fernando Pessoa, PT  
Pedro Sousa, Universidade do Minho, PT  
Pilar Mareca Lopez, Universidad Politécnica de Madrid, ES  
Ramiro Delgado, Universidad de las Fuerzas Armadas, EC  
Ramon Alcarria, Universidad Politécnica de Madrid, ES  
Raul Laureano, ISCTE - Instituto Universitário de Lisboa, PT  
Renato Maurício Toasa Guachi, Universidad Tecnológica Israel, EC  
Rene Faruk Garzozzi-Pincay, Universidad Estatal Península de Santa Elena, EC  
Ricardo Andrés García León, Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña,

MX

Ricardo J. Rodríguez, Universidad de Zaragoza, ES

Ricardo Linden, FSMA, BR

Rita Oliveira, Universidade de Aveiro, PT

Rita Santos, Universidade de Aveiro, PT

Robero Marichal, Universidad de La Laguna, ES

Roberto Theron, Universidad de Salamanca, ES

Rodolfo Miranda Barros, Universidade Estadual de Londrina, BR

Román Lara, Universidad de las Fuerzas Armadas, EC

Rubén González Crespo, Universidad Internacional de La Rioja, ES

Rui Cruz, IST, Universidade de Lisboa, PT

Rui José, Universidade do Minho, PT

Rui Pedro Marques, Universidade de Aveiro, PT

Rui S. Moreira, Universidade Fernando Pessoa, PT

Samuel Sepúlveda, Universidad de La Frontera, CL

Santiago Gonzales Sánchez, Universidad Inca Garcilaso de la Vega, PE

Sara Balderas-Díaz, Universidad de Cádiz, ES

Saulo Barbara de Oliveira, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, BR

Sérgio F. Lopes, Universidade do Minho, PT

Sergio Araya Guzmán, Universidad del Bío-Bío, CL

Sergio Gálvez Rojas, Universidad de Málaga, ES

Sérgio Guerreiro, Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias, PT

Silvia Fernandes, Universidade do Algarve, PT

Solange N Alves de Souza, Universidade de São Paulo, BR

Telmo Silva, Universidade de Aveiro, PT

Teresa Guarda, Universidad Estatal Península de Santa Elena, EC

Tomas San Feliu, Universidad Politecnica de Madrid, ES

Thiago Dias, CEFET-MG, BR

Valéria Farinazzo Martins, Universidade Presbiteriana Mackenzie, BR

Vera Pospelova, Universidad de Alcalá, ES

Verónica Vasconcelos, ISEC, Politécnico de Coimbra, PT

Vicente Morales, Universidad Técnica de Ambato, EC

Victor Flores, Universidad Católica del Norte, CL

Víctor H. Andaluz, Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, EC

Victor Hugo Medina Garcia, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, CO  
Vitor Carvalho, Instituto Politécnico do Cávado e do Ave, PT  
Vitor Santos, ISEGI, Universidade Nova de Lisboa, PT  
Wagner Tanaka Botelho, Universidade Federal do ABC, BR





# Índice / Index

## ARTIGOS / ARTICLES

SCRUM Como Método Ágil Aplicado Al Aprendizaje Dentro De Cursos De Estudiantes De Maestría.....	1
<i>Fabricao Echeverría Briones, Marcelo León, Luis Musso<sup>3</sup>, Edison Pozo</i>	
Modelo arquitectónico basado en tecnología Blockchain para el registro de propiedades en el Ecuador .....	13
<i>Mendoza-Arteaga Alex Gregorio, Cedeño-Sarmiento Crithian Fernando, Lema-Moreta Lohana Mariella, Angulo-Murillo Navira Gissela</i>	
Metodologías de desarrollo de software y su ámbito de aplicación: Una revisión sistemática .....	29
<i>Jessica Morales-Carrillo, Luis Cedeño-Valarezo, Jesús Stefano Cajape Bravo, Jonathan Geovanny Ormaza Calderón</i>	
Uso de las métricas de Gartner para medir el rendimiento de las plataformas de automatización robótica de procesos RPA.....	46
<i>Luis Coaboy, Jorge Basurto, Aura Zambrano, Fernando Moreira, Joffre Moreira</i>	
User Interfaces Promoting Appropriate HCI: Systematic Literature Review.....	61
<i>Gabriela Briones-Villafuerte, Alberto Naula-Bone, Mónica Vaca-Cardenas, Leticia Vaca-Cardenas</i>	
Realidad aumentada en aplicaciones móviles educativas .....	77
<i>Jessica Johanna Morales Carrillo, Wilmer Orley Zambrano Vera</i>	
Evaluación de una Red Híbrida Fibra Coaxial con estándar DOCSIS versión 3.1.....	95
<i>Adrián Macías, Leticia Vaca-Cárdenas, Alberto Arellano</i>	
Hardware platforms for IoT nodes in agriculture applications: a power-consumption oriented analysis .....	106
<i>Marlon Navia, Víctor Palma, Joffre Moreira, Ricardo A. Vélez-Valarezo</i>	
Caso de estudio del método de asignación de Dirichlet latente (LDA) en los procesos de revisión literaria.....	119
<i>Nelson Salgado Reyes, Emanuel Muñoz, Jaime Meza</i>	

Revisión Sistemática: La Arquitectura Empresarial en las Organizaciones para la toma de decisiones con la Metodología TOGAF.....	135
<i>Cintyca Mendoza-Zambrano, Gabriela Velásquez-Moreira</i>	
Arquitectura Empresarial como oportunidad de mejora continua: Una revisión sistemática .....	146
<i>Ing. Víctor Castillo Macías, Mg. Cesar Cedeño Cedeño</i>	
Monitoreo de Niveles de Polución del Aire con Tecnología de transmisión de Largo Alcance .....	157
<i>Juan Carlos Tipán-Alcívar, Jorge Párraga-Álava, Jorge Herrera-Tapia</i>	
Diseño de redes para Instituciones Académicas con criterios de QoS .....	170
<i>Erick José Alcívar Villamarín, Jorge Herrera-Tapia, Marely del Rosario Cruz Felipe</i>	
Aplicación De Análisis Envolvente De Datos En Red Para La Determinación De La Eficiencia Productiva En Una Planta De Distribución De Hidrocarburos Líquidos.....	184
<i>Adolfo Jorge Prado Ventocilla, Richard Aguilar Paredes, Edwin Jorge Montes Eskenazy</i>	
Uma Proposta de Solução Abordando o Contexto de Notícias Falsas em Países de Língua Portuguesa .....	199
<i>Carolina Tavares Duarte, Valderi Reis Quietinho Leithardt, Paul Crocker, Jorge Luis Victoria Barbosa, Daniel Hernandez de La Iglesia, Luis Augusto Silva</i>	
Formación de comunicadores frente a la transición digital: Caso UTPL.....	212
<i>Abel Suñg, Juan Pablo Arrobo-Agila, Verónica González-Rentaría</i>	
Criação de Jogos digitais como meio de consciencialização ambiental: exploração de uma ferramenta de apoio a criação de jogos digitais por jovens adultos .....	226
<i>Tanira Mamudo Hussein Suandique Pedro Beça, Monica Aresta</i>	
Turismo Virtual e a pandemia: Estudio bibliométrico .....	239
<i>Célia Rafael</i>	
Ciudades Inteligentes: ¿Estamos avanzando en Costa Rica?.....	251
<i>Olda Bustillos-Ortega, Jorge Murillo-Gamboa</i>	
Experiencia de TV educativa en Ecuador en el marco de la pandemia .....	265
<i>Diana Rivera-Rogel, Anie Ocampo Cajamarca, Ana María Beltrán-Flandoli</i>	

La simulación computacional como propuesta para el apoyo en la toma de decisiones contra la deserción escolar en Tijuana Baja California.....	277
<i>Miguel Ángel González Rubio, Nora Del Carmen Osuna Millán, María del Consuelo Salado Soto, Josué Miguel Flores Parra</i>	
Empleo de la técnica del rompecabezas para el aprendizaje de diagramas de clases de análisis: experiencias de la transición a la modalidad no presencial .....	288
<i>José Antonio Pow-Sang</i>	
Sistema para a identificação de aglomerações operando em Redes IoT e <i>Fog Computing</i> .....	300
<i>Bruno Scholles Soares Dias, Ian Porto e Mello, Francisco L. de Caldas Filho, Rafael Z. A. da Mata, Leonardo de Oliveira Almeida, Fabio L. L. Mendonça, Rafael T. de Sousa Jr.</i>	
La experiencia de un caso de ABP en un curso de requerimientos de software .....	312
<i>Andrés Viquez Viquez, Irene Hernández Ruiz</i>	
La gamificación y geolocalización como elementos que promuevan la motivación para el uso de software educativo .....	326
<i>Sidanelia Flores-Silva, Victor Cornejo-Aparicio</i>	
Metodologia para o mapeamento de processos sob a perspectiva da Gestão do Conhecimento: Estudo de caso do PMI-SC .....	339
<i>Tácito Almeida de Lucca, Julio Ríos-Zaruma, Gregorio Varvakis</i>	
La arquitectura empresarial como una estrategia de migración a la nube para universidades del Ecuador .....	352
<i>Armando Cabrera, José Carrillo Verdún, Marco Abad, Daniel Guamán</i>	
Machine learning aplicado en la clasificación y predicción de la depresión: Una revisión sistemática .....	363
<i>Sebastián Osorio Castrillon, Liliana Maria Giraldo Marín, Herman Horacio Jaramillo Villegas, Carlos César Piedrahita Escobar</i>	
Descubrimiento de la verdad para la detección de reclamaciones fraudulentas o falsas afirmaciones: Una revisión sistemática de literatura .....	377
<i>Melissa Viana Henao, Lillyana María Giraldo Marín, Herman Horacio Jaramillo Villegas</i>	
Contabilidade e Tecnologias Emergentes: Tendências na Profissão, Educação e Modelo de Negócio das Empresas de Contabilidade.....	389
<i>Pedro António Ferreira, Ana Teresa Marracho</i>	

Efecto de la calidad de acceso a internet en la aceptación de un sistema de información en estudiantes universitarios .....	404
<i>Felipe Machorro Ramos, María Vanessa Romero Ortiz</i>	
Análisis en tiempo real de los sentimientos expresados en Twitter de los votantes durante un debate presidencial en México .....	414
<i>Felipe Machorro Ramos, María Vanessa Romero Ortiz, Nancy Maribel Arratia Martínez</i>	
Promoção de igualdade de género e de oportunidades nas tecnologias: um caso prático.....	425
<i>Alexandre Seabra, Isabel Pedrosa, Jorge Bernardino</i>	
Modelos de Negócio das Empresas de Contabilidade Face à Disrupção Tecnológica: Uma Proposta de Possibilidades .....	439
<i>Ana Teresa Marracho, Pedro António Ferreira</i>	
Hacia una innovación sostenible de las MiPyMes a través de la detección de las capacidades en Tecnologías de la Información en Baja California México .....	460
<i>Juan Antonio Meza-Fregoso, Nora Osuna-Millan, Ricardo Rosales, Josue-Miguel Flores-Parra, Carlos Flores, Frida Ortiz</i>	
Tecnología, Innovación y Emprendimiento en el Sector Salud .....	472
<i>Sussy Bayona-Oré, Stephanie Azorsa Salazar, Felipe Jimenez, Jhonatan Vasquez</i>	
Sistema de sanitización para la bioseguridad en el transporte turístico.....	484
<i>Edwin Chilingua, Viviana Silva, Denis Ugeño, Edwin Machay</i>	

# SCRUM Como Método Ágil Aplicado Al Aprendizaje Dentro De Cursos De Estudiantes De Maestría

Fabricio Echeverría Briones<sup>1</sup>, Marcelo León<sup>2</sup>, Luis Musso<sup>3</sup>, Edison Pozo<sup>4</sup>

**pecheverr@gmail.com; marceloleon11@hotmail.com; Luis.carlos.musso@gmail.com; emanuelpozoc@hotmail.com**

<sup>1</sup> Universidad Tecnológica Empresarial de Guayaquil, Guayaquil, Guayas, Ecuador

<sup>2</sup> Universidad Tecnológica Empresarial de Guayaquil, Guayaquil, Guayas, Ecuador

<sup>3</sup> Universidad Tecnológica Empresarial de Guayaquil, Guayaquil, Guayas, Ecuador

<sup>4</sup> Universidad Tecnológica Empresarial de Guayaquil, Guayaquil, Guayas, Ecuador

**Pages: 1-12**

**Resumen:** Las metodologías Ágiles están apareciendo en los horizontes de los Institutos de Educación Superior que se están convirtiendo en un requerimiento demandado de sus graduados, lo cual se puede verificar en portales como LinkedIn, donde se encuentra la demanda de trabajo para los requerimientos de personas con habilidades de los roles encontrados en SCRUM, debido a los cambios culturales en instituciones de educación superior, donde elementos como: las redes sociales, los efectos de las pandemias con la transformación digital que se han ocurrido durante el 2020, lo cual hace relevante que aparezcan metodologías de diferentes áreas de las ciencias que puedan aplicarse para que los efectos del aprendizaje y que puedan ser utilizados en sus nuevas realidades laborales. La investigación involucra a grupos de estudiantes de maestrías que han tomado contenido de SCRUM y que han practicado para desarrollar sus habilidades, quienes responden a un cuestionario definido para medir las habilidades desarrolladas. La educación superior busca tener nuevos modelos educativos, que se han implementado.

**Palabras-clave:** adaptativo, educación superior, metodologías Ágiles, producto, proyecto

## *Scrum as an Agile Method Applied to Learning Within Master's Student Courses*

**Abstract:** Agile methodologies are appearing on the horizons of Higher Education Institutes that are becoming a demanded requirement of their graduates, which can be verified in portals such as LinkedIn, where the demand for work is found for the requirements of people with skills. of the roles found in SCRUM, due to cultural changes in higher education institutions, where elements such as: social networks, the effects of pandemics with the digital transformation that have occurred during 2020, which makes it relevant that methodologies appear from different areas of science that can be applied for the effects of learning and that can be used in

their new work realities. The research involves groups of master's degree students who have taken SCRUM content and who have practiced to develop their skills, who respond to a defined questionnaire to measure the skills developed. Higher education seeks to have new educational models, which have been implemented.

**Keywords:** adaptive, higher education, Agile methodologies, product, project

## 1. Introducción

La educación superior tiene como tendencia implementar nuevas herramientas que ayuden a superar las destrezas de los estudiantes en entornos de aprendizajes virtuales debido al confinamiento por la pandemia, o en tiempos de normalidad. SCRUM es un marco de trabajo que permiten desarrollar proyectos que favorecen los trabajos en equipos interdisciplinarios buscando obtener un producto que sea viable, esto ha tomado fuerza en diferentes disciplinas como el desarrollo de tecnologías, marketing, producción de contenido y ahora en educación. El presente trabajo trata ¿Cómo se puede implementar SCRUM como casos en una clase? ¿Cuáles son las características que se pueden desarrollar en una clase usando SCRUM? ¿Pueden los SPRINT de SCRUM llegar a desarrollar las habilidades de los estudiantes en un aula considerando los diferentes entornos? ¿Se pueden replicar ambientes reales sobre la gestión de proyectos en un aula? ¿Es posible medir si los participantes utilizan estas habilidades en proyectos profesionales o personales? ¿Qué se sabe sobre SCRUM en la educación? ¿Qué se cree sobre el problema?

La metodología de investigación que plantea un análisis exploratorio y multivariante por medio una encuesta sobre un cuestionario a tres grupos de estudiantes de maestría que han tomado un curso de desarrollo de software donde se han podido aplicar el marco de trabajo de SCRUM obteniéndose resultados de las habilidades de los estudiantes sobre los conceptos aprendidos y sus aplicaciones a diferentes tipos de proyectos.

## 2. Marco Teórico

### 2.1. Avances de las metodologías didácticas en la educación superior

Sobre el caso, se deben de considerar entre uno de los factores de ser amenas las clases, donde los estudiantes puedan participar y que por medio de procedimientos puedan llegar a conseguir los resultados de la ejecución de un proyecto. Para esto debemos de llevar al estudiante a conocer situaciones reales, por medio de una comprensión del contexto, de los factores científicos que se puedan aplicar y llevar a esto a una experimentación, que agregue una experiencia al estudiante. Considerando los factores relevantes que el método del caso implementado en un proyecto consigue ser exitoso, que son: el uso de la racionalidad vs la creatividad, la individualidad vs la dimensión social del aprendizaje y aprendizaje de la solución versus toma de decisiones (Llano Cifuentes, 2005).

Sobre la gestión de Proyectos en el área de ingeniería, administración o educación, tiene en común la necesidad de adoptar una metodología que ayude a planificar y monitorear las actividades necesarias para lograr un conjunto de objetivos predefinidos, en un plazo determinado, con un coste y calidad determinados, mediante la movilización de recursos técnicos y humanos (Selbach Borges, Rauh Schmitt, & Marx Nakle, 2014).

## 2.2. SCRUM

Es un marco de trabajo por el cual las personas pueden abordar problemas complejos adaptativos, a la vez que entregar productos del máximo valor posible productiva y creativamente (Schwaber & Sutherland, 2017). Lo que incluye diferentes herramientas o roles como:

- Producto Owner, quien define los requisitos del producto.
- SCRUM Master, quien lidera al equipo de desarrollo.
- Equipo de Desarrollo, grupo interdisciplinario que desarrolla el producto.

Como parte del marco trabajo se utilizan diferentes artefactos o herramientas, que se pueden enumerar (Sutherland, 2014) en:

- Historias de usuarios, que son los elementos mínimos que forman el producto.
- Sprint, iteración que controla la elaboración del producto a través del control de actividades.
- Cuadro de control de actividades (Kanban), herramienta que transparenta quién es el responsable de una actividad y el estado de la actividad.
- Reuniones de revisión, sobre los avances de cada de los resultados obtenidos.

## 2.3. EduSCRUM

Un marco dentro del cual los estudiantes pueden abordar problemas adaptativos complejos, mientras lograr de manera productiva y creativa los objetivos de aprendizaje y el crecimiento personal lo más alto posible valor. EduScrum es: Ligerio, fácil de entender y difícil de dominar (porque los equipos de estudiantes tienen que hacerlo ellos mismos) (Delhij, van Solingen, & Wijnands, 2015).

Lo importante es que agrega un artefacto adicional: La diversión es un motivador importante para los estudiantes y, por lo tanto, es esencial para obtener mejores resultados de aprendizaje. Por lo tanto, los estudiantes deben también indicar lo que necesitan para divertirse durante el trabajo que están haciendo. (Delhij, van Solingen, & Wijnands, 2015).

## 3. Metodología

El experimento fue diseñado considerando los siguientes elementos:

1. Se hizo leer a los estudiantes “La Guía del SCRUM”
2. Se dictó una clase magistral para explicar los elementos teóricos de SCRUM y sus aplicaciones
3. Los estudiantes resuelven varios casos en equipo en clases usando SCRUM, en productos diferentes a los relacionados con Ingeniería de Software. De manera que se puedan auto identificar los roles, como lo propone “La Guía de EduScrum”
4. Los estudiantes presentan los resultados de los artefactos obtenidos en sus resultados para que sean evaluados y que puedan recibir retroalimentación.
5. Se realiza la investigación primaria sobre los resultados de utilizar SCRUM en las actividades de clase, laborales o personales.

Los casos que resolvieron los estudiantes de maestría usando SCRUM:

1. Toma de requerimientos de una software para Inteligencia de Negocios.
2. Aplicación de Ciencia de Datos usando predicción.
3. Desarrollo de un cubo origami (8 horas).

La investigación primaria se ha realizado por medio de una encuesta que consta:

1. Un cuestionario que pregunta sobre las habilidades que SCRUM desarrolla en estudiantes en la gestión de un proyecto, en los resultados de los casos desarrollados y si esta metodología está siendo usada en varios ámbitos.
2. La escala de las preguntas es Likert del 1 al 5. En donde 1 es Ausente y 5 es Total
3. La muestra se tomará de la población de tres grupos de estudiantes de maestría (Navarro Asencio, Jiménez García, Rappoport Redondo, & Thoilliez Ruano, 2017) que han cursado materias de desarrollo de software en una maestría. Los conocimientos se aplicarán sobre casos que son diferentes al de desarrollo de ingeniería de software, sino directamente sobre la creación de un producto, la determinación de la matriz de riesgo, la organización de un presupuesto, entre otros.
4. La herramienta de recolección de datos, de tabulación y visualización de resultados es Google Forms.

La estadística a usar:

- Descriptiva por medio de diagramas de pastel de los resultados de cada pregunta. La herramienta a utilizar es la reportería de Google Form.
- Multivariante por medio del análisis de clúster jerárquico de los resultados de las preguntas. La herramienta a utilizar es Orange Data Mining.

## 4. Análisis Y Resultados De La Encuesta

### 4.1. Análisis Descriptivo de los resultados de la Encuesta

Resultados de la Pregunta 1: Conoce el uso adecuado de las Historias de Usuario. Por encima del 70% de estudiantes conocen el uso adecuado de las Historias del Usuario.

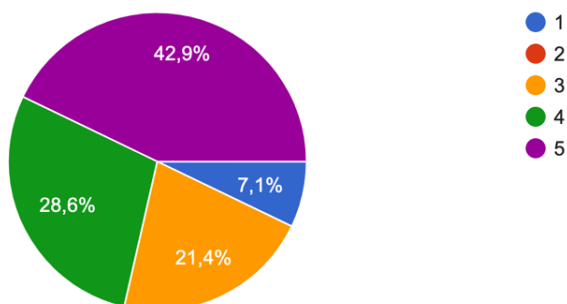


Figura 1 – Pregunta 1: Conoce el uso adecuado de las Historias de Usuario.



Resultados de la Pregunta 2: Conoce que por Adaptativa pueden cambiar las historias de usuario. Por encima del 50% de estudiantes conocen el uso adaptativo de los requerimientos que se reflejarán en diferentes Historias de Usuario.

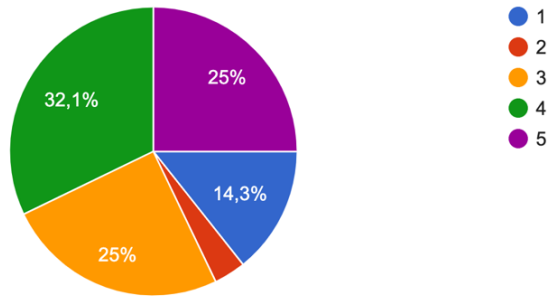


Figura 2 – Pregunta 2: Conoce que por Adaptativa pueden cambiar las historias de usuario.

Resultados de la Pregunta 3: Conoce que al finalizar los Sprint son momentos donde debe presentar los resultados de las Historias de Usuario que han terminado.

Por encima del 52 % de estudiantes conocen que al finalizar los Sprint se deben de mostrar los resultados de los proyectos Ágiles.

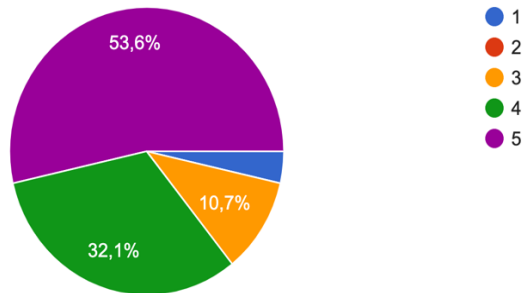


Figura 3 – Pregunta 3: Conoce que al finalizar los Sprint son momentos donde debe presentar los resultados de las Historias de Usuario que han terminado.

Resultados de la Pregunta 4: Conoce que la transparencia de la ejecución de las actividades puede ser una herramienta que ayude a encontrar debilidades en el grupo.

Por encima del 70% de estudiantes conocen que la transparencia es uno de los requerimientos necesarios para mejorar la comunicación entre los miembros de los equipos.

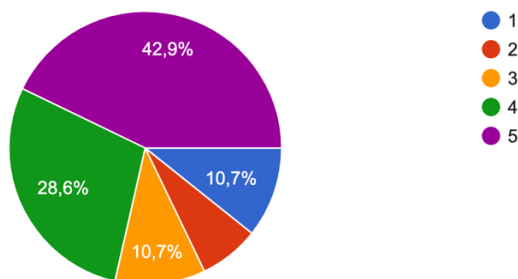


Figura 4 – Pregunta 4: Conoce que la transparencia de la ejecución de las actividades puede ser una herramienta que ayude a encontrar debilidades en el grupo.

Resultados de la Pregunta 5: Conoce que las actividades del SCRUM Master son llevar a cabo la ejecución del proyecto.

Por encima del 70% de estudiantes conocen las funciones del rol del SCRUM Master.

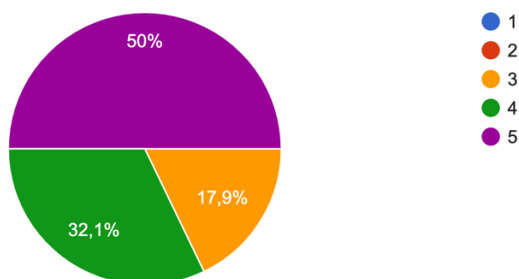


Figura 5 – Pregunta 5: Conoce que las actividades del SCRUM Master son llevar a cabo la ejecución del proyecto.

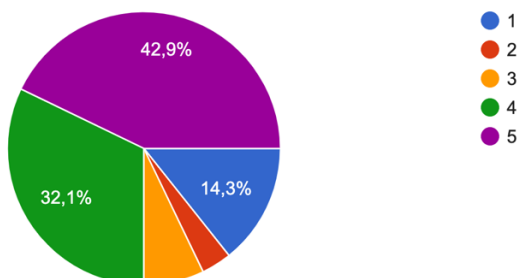


Figura 6 – Pregunta 6: Conoce que las actividades del Product Owner es definir las historias de usuario

Resultados de la Pregunta 6: Conoce que las actividades del Product Owner es definir las historias de usuario.

Por encima del 80% de estudiantes conocen las funciones del rol del Product Owner, entre ellas cambiar las Historias de Usuario.

Resultados de la Pregunta 7: Hacer Sprint ha ayudado a la comprensión de un problema o proyecto.

Por encima del 60% de estudiantes usando Sprint comprenden de mejor manera un problema o proyecto.

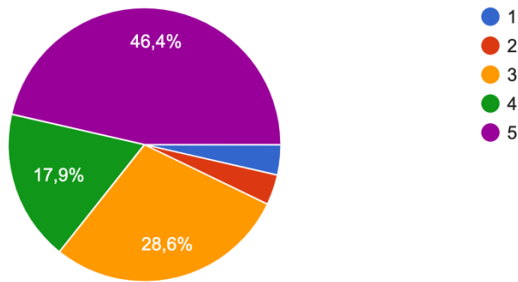


Figura 7 – Pregunta 7: Hacer Sprint ha ayudado a la comprensión de un problema o proyecto.

Resultados de la Pregunta 8: Hacer revisiones de Sprint ha ayudado a la comprensión de un problema o proyecto.

Por encima del 75% de estudiantes revisando los Sprint comprenden de mejor manera un problema o proyecto.

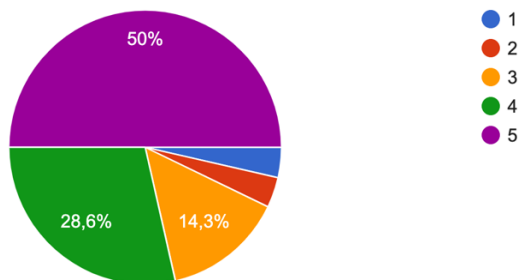


Figura 8 – Pregunta 8: Hacer revisiones de Sprint ha ayudado a la comprensión de un problema o proyecto.

Resultados de la Pregunta 9: Considera Ud. que los equipos integran más conocimiento al aplicar SCRUM que con otras metodologías.

Por encima del 82% de estudiantes admiten integrar más conocimiento al aplicar SCRUM.

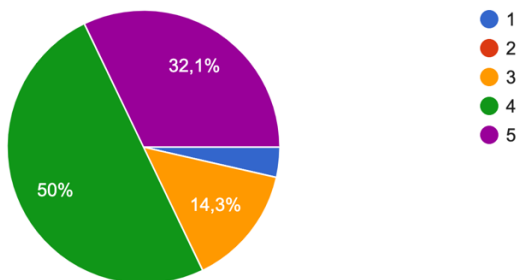


Figura 9 – Pregunta 9: Considera Ud. que los equipos integran más conocimiento al aplicar SCRUM que con otras metodologías.

Resultados de la Pregunta 10: Considera que SCRUM es una metodología que se debe aplicar más en clases en donde se hacen actividades en grupo.

Por encima del 80% de estudiantes usarían SCRUM para hacer actividades en grupo.

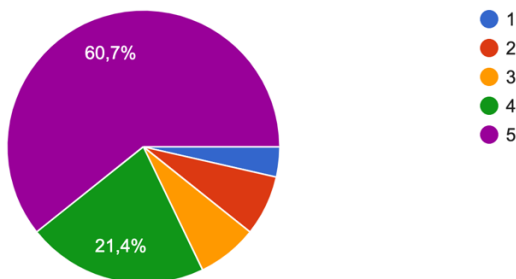


Figura 10 – Pregunta 10: Considera que SCRUM es una metodología que se debe aplicar más en clases en donde se hacen actividades en grupo.

Resultados de la Pregunta 11: Considera que SCRUM es aplicable es sus proyectos profesionales.

100% de estudiantes consideran que es aplicable SCRUM en sus proyectos profesionales.

Resultados de la Pregunta 12: Considera que SCRUM es aplicable es sus proyectos personales.

Indica que por encima del 100% de estudiantes consideran que es aplicable SCRUM en sus proyectos personales.

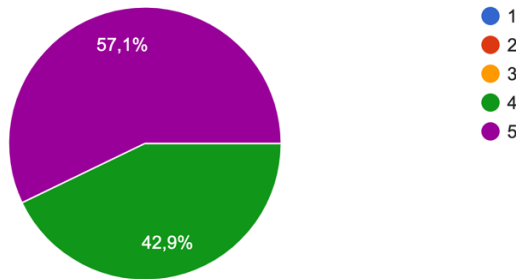


Figura 11 – Pregunta 11: Considera que SCRUM es aplicable es sus proyectos profesionales.

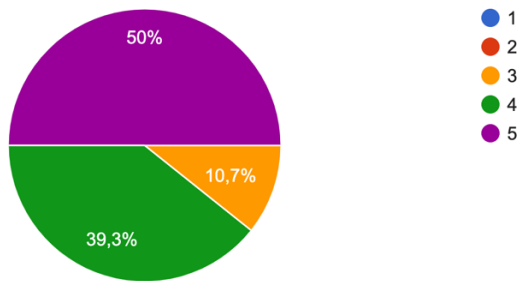


Figura 12 – Pregunta 12: Considera que SCRUM es aplicable es sus proyectos personales.

## 5.2. Análisis Multivariante

### 5.2.1. Agrupación jerárquica

Utilizando el análisis con un nivel de poda de 4 niveles en los resultados de los cuestionarios, podemos encontrar 3 clúster con más de un elemento dentro del grupo, pero que además son muy cercanos. Como se nota en el dendograma y sus 3 últimas ramificaciones. Esto es muy relevante debido a que como en todo proceso de innovación pueden encontrarse estudiantes que presenten alguna resistencia.

### 5.2.2. Matriz de Correlaciones Policóricas

Utilizando la distancia entre variables de tipos cualitativas, se mide la correlación de las variables de la encuesta. Si el valor de la correlación se acerca a +1 la correlación entre

las variables es positiva , si el valor de la correlación se acerca a -1 la correlación entre las variables es negativa.

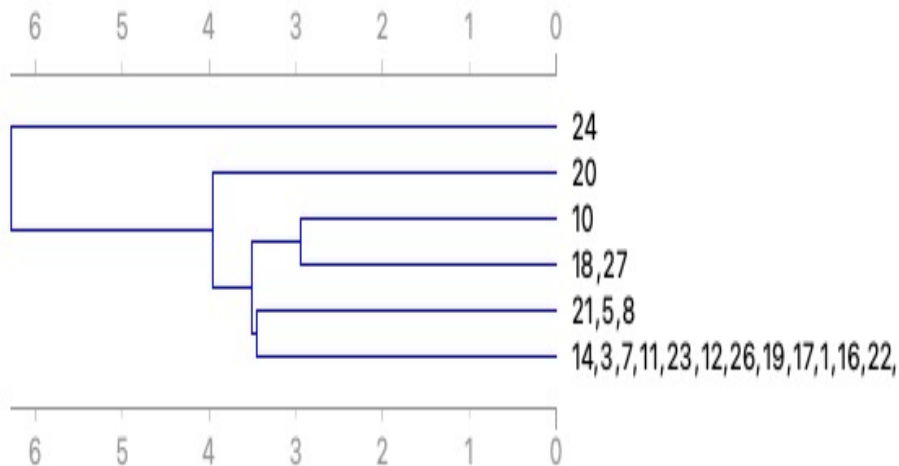


Figura 13 – Dendrograma de los cuestionarios. Resultados obtenidos usados Orange Data Mining.

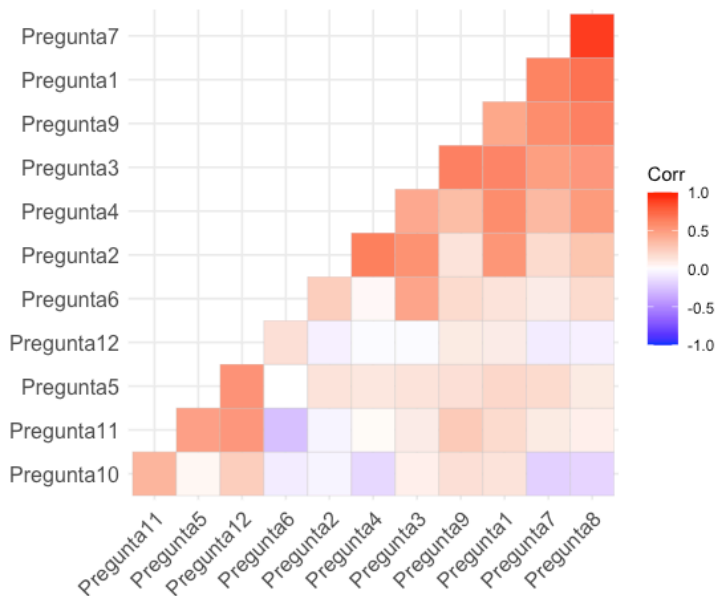


Figura 14 – Matriz correlaciones policóricas de la encuesta. Resultado obtenido usando R Studio con los paquetes polycor

### 5.2.3. Análisis Factorial

Este tipo de análisis busca reducir las variables del cuestionario por medio factores externos que concentren la varianza. Este método permite descubrir, sobre un 80% de la varianza que existen dos factores, dejando la pregunta 6 por fuera del modelo.

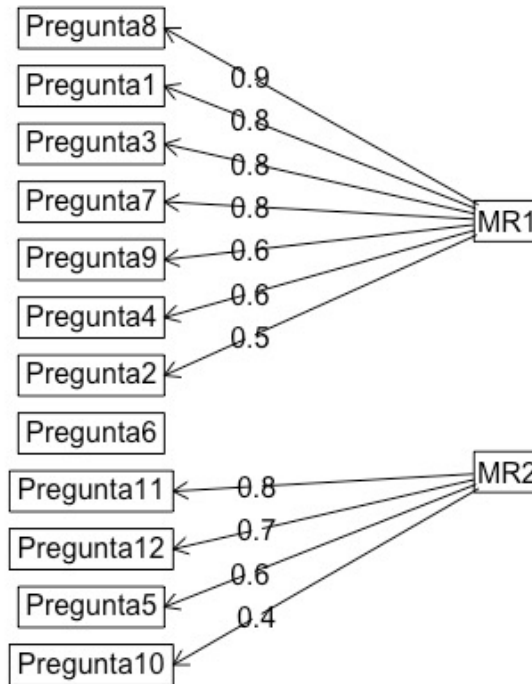


Figura 15 – Análisis Factorial de la encuesta. Resultado obtenido usando R Studio.

Como se muestra en la figura 15, se han obtenido dos factores:

MR1 que concentra a las preguntas 8, 1, 3, 7, 9, 4 y 2

MR2 que concentra a las preguntas 11, 12, 5 y 10

## 5. Conclusiones

En el análisis de resultados usando el dendograma, podemos encontrar que en un ramal se concentran los estudiantes encuestados. Dando la apariencia que a medida que ponen en practica este ramal se concentra como un centroide de este clúster.

Se utilizaron casos de diferentes destrezas mentales tanto en desarrollo de software como en implementación al usar la creación de un origami para medir la destreza desarrollada en equipo usando SCRUM.

La metodología SCRUM puede integrarse en diferentes materias que se enfocan en el desarrollo de un producto académico con la finalidad de mejorar las habilidades de gestión de proyectos o de ejecución.

Se plantea un modelo de cuestionario que puede ser utilizado para análisis transversal, lo cuál permite medir las destrezas desarrolladas en el futuro.

La metodología de investigación utilizada puede ser extrapolada a otras actividades agregando preguntas relacionadas con el modelo y teniendo resultados en el análisis multivariante usando ecuaciones estructurales. Y provee de una metodología para equipos interdisciplinarios que ayuda a articular las habilidades de los maestrantes para proyectos futuros.

## Referencias

Schwaber, K., & Sutherland, J. (2017). La Guía de Scrum. SCRUM.

Sutherland, J. (2014). SCRUM EL ARTE DE HACER EL DOBLE DE TRABAJO EN LA MITAD DE TIEMPO. México: OCÉANO.

Navarro Asencio, E., Jiménez García, E., Rappoport Redondo, S., & Thoilliez Ruano, B. (2017). Fundamentos de la investigación y la innovación educativa. Logroña: UNIR EDITORIAL.

Llano Cifuentes, C. (2005). La enseñanza de la dirección y el método del caso. México: IPADE.

Delhij, A., van Solingen, R., & Wijnands, W. (septiembre de 2015). The eduScrum Guide. Obtenido de eduScrum: [https://eduscrum.com.ru/wp-content/uploads/2019/10/The\\_eduScrum\\_Guide\\_EN\\_1.2.pdf](https://eduscrum.com.ru/wp-content/uploads/2019/10/The_eduScrum_Guide_EN_1.2.pdf)

Selbach Borges, K., Rauh Schmitt, M. A., & Marx Nakle, S. (2014). eduScrum Projetos de Aprendizagem Colaborativa Baseados em Scrum. XXIII Ciclo de Palestras sobre Novas Tecnologias na Educação.



# Modelo arquitectónico basado en tecnología Blockchain para el registro de propiedades en el Ecuador

Mendoza-Arteaga Alex Gregorio<sup>1,2</sup>, Cedeño-Sarmiento Cristhian Fernando<sup>1,2</sup>,  
Lema-Moreta Lohana Mariella<sup>1</sup>, Angulo-Murillo Navira Gissela<sup>3</sup>

[alex.mendoza@utm.edu.ec](mailto:alex.mendoza@utm.edu.ec); [ccedeno@uees.edu.ec](mailto:ccedeno@uees.edu.ec); [lohanalema@uees.edu.ec](mailto:lohanalema@uees.edu.ec);  
[navira.angulo@uleam.edu.ec](mailto:navira.angulo@uleam.edu.ec)

<sup>1</sup> Universidad de Especialidades Espíritu Santo, EC0901952, Samborondón, Ecuador.

<sup>2</sup> Universidad Técnica de Manabí, EC130102, Portoviejo, Ecuador.

<sup>3</sup> Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, EC130214, Manta, Ecuador.

**Pages: 13-28**

**Resumen:** La investigación surge de la necesidad de brindar a la ciudadanía, un sistema de almacenamiento que garantice que la información de los registros de propiedades cumpla con los principios de integridad, disponibilidad y confidencialidad. Su objetivo fue proponer un modelo arquitectónico basado en la tecnología Blockchain para garantizar la trazabilidad e inmutabilidad de la información en el registro de propiedades en el Ecuador. Para ello, mediante la revisión de la literatura, se realizó un análisis de los diferentes tipos de Blockchain, considerando sus características y funcionalidad se diseñó la propuesta antes mencionada. Dicho modelo fue sometido a validación por expertos utilizando el método Delphi. Los resultados que se obtuvieron en base a dos rondas de consultas evidencian una estabilidad, fiabilidad y consistencia de los juicios emitidos, por lo que se concluyó que el modelo para el registro de propiedades en Ecuador es teóricamente factible para su aplicación en el país.

**Palabras-clave:** Cadena de bloques; registro de la propiedad; almacenamiento de datos; Hyperledger Fabric

## *Architectural model based on Blockchain technology for property registration in Ecuador*

**Abstract:** The present investigation arises from the need to provide Ecuadorian citizens with a storage system that guarantees the information of the property registers of the principles of integrity, availability and confidentiality. Its objective was to propose an architectural model based on blockchain technology to affect the traceability and immutability of the information in the property registry in Ecuador. For this, by reviewing the literature, an analysis of the different types of Blockchain was carried out, their characteristics and functionality, the aforementioned proposal was designed. This model was sometimes an expert validation using the Delphi

method. The results that were obtained based on two rounds of consultations show a stability, problems and consistency of the juices issued by the experts, for which it was concluded that the architectural model based on Blockchain technology for property registration in Ecuador is theoretically feasible for its application in the country.

**Keywords:** Blockchain; property registration; data storage; Hyperledger Fabric.

## 1. Introducción

El avance tecnológico trascendido hasta la actualidad ha permitido al hombre ser capaz de crear métodos, técnicas y procedimientos tecnológicos que permitan simplificar los procesos cotidianos tanto a nivel personal como organizacional, ya en 1965 Gordon E. Moore pronosticaba el avance tecnológico que iba a suceder en el presente, la Ley de Moore vigente hasta la actualidad establece que cada año el número de componentes de un circuito integrado se duplicaría y que en el año 1975 serían mil veces más complejos que en 1965. Para el año 2007, el mismo Moore determinó que esta ley dejaría de cumplirse dentro de los diez o quince años posteriores en donde una nueva tecnología tendría que suplir a la vigente (WIRED, 2007). Teniendo como base esta premisa y una vez que han transcurrido más de 50 años, Holt (2016) establece que el ámbito de aplicación de la Ley de Moore se seguirá extendiendo en varias áreas relacionadas a la tecnología, prosperará y continuará haciéndolo como resultado de la continua innovación tecnológica, como ejemplo de esta evolución tenemos en la actualidad el ecosistema blockchain, una de las tecnologías más disruptivas de los últimos tiempos, con la capacidad de cambiar el mundo más que lo ocurrido con la Internet y con el potencial de hacer con las transacciones lo que el Internet hizo con la información a principios de los años noventa según concuerdan Deloitte (2018); Galtés (2017) y Rius (2017); tecnología que podría convertirse en el nuevo formato de intercambio de información con propiedades únicas que permiten mantener la inmutabilidad de los datos a través del tiempo (Balbi, 2018) y que de acuerdo a lo señalado por Gartner (2019) para el año 2021 el mercado de blockchain comenzará a salir del canal de la desilusión definido en su Hype Cycle y durará hasta el año 2028 en donde se prevé que esta tecnología será escalable de forma técnica y operativa.

A fecha actual, los gobiernos invierten ingentes cantidades de dinero de forma periódica para fortalecer las áreas de ciencia, tecnología e innovación en sus países, según la Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología - Iberoamericana e Interamericana (2018) el gasto correspondiente a actividades científicas y tecnológicas en América Latina y el Caribe para el año 2016 ascendió a 95,784.58 millones de dólares. A pesar de todo este esfuerzo y dinero invertido por parte de los entes gubernamentales, para Deloitte (2019) el mayor inconveniente para el área tecnológica se encuentra en la seguridad de la información en donde se establece que cuatro de cada diez organizaciones en Latinoamérica sufrieron una brecha de cyber seguridad en los últimos 24 meses.

En Ecuador existe inversión de recursos en servicios gubernamentales públicos, que incluyen el desarrollo e implementación de tecnologías para garantizar que la información almacenada cumpla con los criterios de confidencialidad, privacidad, disponibilidad e integridad, logrando que la ciudadanía obtenga una sensación de confianza, esto es, que su información se encuentra almacenada por el estado de forma segura. Entre el sin

número de servicios y aplicaciones informáticas que el Gobierno del Ecuador posee en su catálogo de sistemas informáticos, podemos citar el Sistema Estadístico Electoral del Consejo Nacional Electoral (2018), Sistemas Municipales de Registro de Propiedades como el Registro de la Propiedad de Portoviejo (2018) y el Registro de la Propiedad de Guayaquil (2018), el Sistema Nacional de Catastro perteneciente a la Dirección Nacional de Registro de Datos Públicos (2018), el Sistema Informático Notarial del Consejo de la Judicatura (2018), entre otros, y que juntos forman parte de la estructura informática de modernización del estado (SENPLADES, 2014).

Según las cifras emitidas por el Banco Mundial alrededor del 70% de la población en el mundo carece de un acceso adecuado a títulos de propiedad inmobiliaria (Heider, 2016), información que concuerda con lo expuesto por German (2018) quien explica que uno de los problemas latentes en los registros de la propiedad del Ecuador es la inconsistencia de información evidenciada en la presencia de datos dispersos con criterios técnicos distintos en su almacenamiento, lo cual conlleva a una degradación de la seguridad sumado a la manifiesta realidad que en el país, las entidades registradoras de la propiedad poseen capacidades técnicas y financieras distintas entre sí, lo que ralentiza la implementación de sistemas informáticos que faciliten la gestión de sus datos. La normativa legal vigente en el Ecuador descrita en la Constitución de la República del Ecuador (CRE) y el Código Orgánico de Organización Territorial (COOTAD) los Gobiernos Autónomos Descentralizados (GADs), las comunas son los custodios de la información de propiedades que se encuentran dentro de sus jurisdicciones, siendo los GADs los encargados de administrar los registros de la propiedad en cada cantón. Orellana y Eduardo (2016) confirman la necesidad de interconectar el Registro de la Propiedad con otras instituciones, con el fin de garantizar la seguridad jurídica de los propietarios de los bienes inmuebles; por otra parte, existe evidencia de la falta de garantía en la veracidad de la información histórica del dominio de una propiedad, afirmación que se encuentra sustentada en los cientos de juicios relacionados a litigios de propiedades suscritos en el eSATJE, 2021 el cual es una evolución del Sistema Automático de Trámite Judicial Ecuatoriano del Consejo de la Judicatura (2021).

La unificación de los datos sobre las propiedades vacías o sin dueños en Ecuador, tierras y espacios improductivos, propietarios desconocidos, inquilinos sin identificar e incluso la evasión de impuestos generada por la inconsistencia de datos, también son parte de la problemática asociada al control de las propiedades en el país y la región (Calderón, 2011). A través de la problemática planteada, se expone la importancia de investigar tecnologías que garanticen que la información almacenada en las Registradurías de Propiedades del Ecuador sea inscrita de forma segura e inmutable, que existan criterios técnicos de almacenamiento homogéneos para que la información registrada pueda ser verificable y trazable para los ciudadanos a lo largo del tiempo, evitando así que se cometan actos ilícitos y minimizando la activación del sistema judicial en casos de litigios con el consecuente ahorro de recursos al estado ecuatoriano.

Con estos antecedentes, esta investigación tiene como objetivo, proponer un modelo conceptual de almacenamiento de datos basado en la tecnología de la cadena de bloques o blockchain a fin de garantizar la trazabilidad e inmutabilidad de la información en los Registros de Propiedades en el Ecuador, permitiendo así, mantener un registro inmutable de las propiedades existentes en el país. La metodología de juicio a expertos

será el mecanismo de validación a utilizar para cumplir el objetivo planteado. El cumplimiento de este objetivo permitirá canalizar mejoras en muchos otros ámbitos para Estado ecuatoriano y la ciudadanía, tales como: proyectos de reutilización de tierras, control de reurbanización, optimización en el proceso de cobro de impuestos en los municipios, diseño de planes ante desastres naturales, entre otros.

## **2. Metodología**

### **2.1. Diseño metodológico**

La investigación realizada fue no experimental, descriptiva y explicativa, el diseño del modelo arquitectónico se basó en tecnología Blockchain, para la validación del modelo se utilizó el juicio de expertos (Método Delphi). Se realizó una búsqueda técnica de fuentes de información secundaria, donde se analizaron 97 documentos que brindaron información para elaborar el modelo arquitectónico basado en tecnología Blockchain, de forma específica en la blockchain híbrida denominada Hyperledger.

En el proceso de investigación participaron los Registros de la Propiedad en el Ecuador y Gobiernos Autónomos Descentralizados (GAD), Registro Civil, el Consejo de la Judicatura, Servicio de Rentas Internas y Fiscalía General del Estado formaron parte del modelo como organizaciones de control, siendo los organismos encargados de los procesos de aprobación y organización de la información almacenada en la cadena de bloques. Asimismo, en los procesos de transacciones de bienes participaron las notarías, entidades financieras, empresas de seguros, ciudadanía y cualquier persona natural o jurídica que por su naturaleza estén involucrados de forma directa e indirecta con la información generada en las transacciones de las propiedades dentro de un territorio.

La tecnología establecida para el modelo propuesto se basa en una red híbrida y con permisos de código abierto, en la que sus usuarios conocen las identidades y los roles de los otros usuarios; además se identificó que los componentes como la base de datos, el algoritmo de consenso y los servicios de suscripción, deben ser de fácil implementación para el desarrollo de las aplicaciones clientes y así aprovechar la tecnología de contenedores proporcionando seguridad, confidencialidad y escalabilidad. El diseño de la red propuesta se lo realiza con el framework Hyperledger Composer, mediante archivos existentes que poseen transacciones que los relacionan entre ellos. Composer requiere de un archivo de modelo de red con extensión .cto donde se establecen los activos, las transacciones y los participantes; la definición de las funciones de las transacciones se lo realiza en un archivo Script con extensión .js; en el archivo ACL con extensión .acl se establecen las reglas de control de acceso de los participantes dentro de la red para luego definir las consultas que se van a ejecutar en la red en el archivo de consulta con extensión .qry.

Las herramientas para el desarrollo de APIs para las aplicaciones clientes que interactúen con la red Blockchain son: Golang o un kit de desarrollo de software (SDK) de Java como node.js, mientras que para el manejo de los datos se utiliza una base de datos de tipo clave-valor denominada Word State, base de datos que soporta campos de tipo JSON.

## 2.2. Validación del modelo

Se formaron los grupos coordinador y expertos, delegados a realizar la validación teórica del modelo propuesto, el grupo coordinador estuvo conformado por un PhD docente de la Universidad Técnica de Manabí, una Máster docente de la Universidad de Especialidad Espíritu Santo y los dos autores postulantes a Máster de la Universidad de Especialidades Espíritu Santo. Para su conformación se tuvieron en cuenta las características propuestas por Calabuig y Crespo (2009) que son: conocimiento del método Delphi, ser investigadores académicos relacionados con el tema a estudiar y tener facilidad de comunicación al trabajar conjuntamente en otros estudios. El grupo coordinador tomó la responsabilidad de escoger a los expertos, interpretar los resultados y realizar los ajustes y correcciones necesarios.

Para la selección de expertos se fijó como criterio de selección el conocimiento de los candidatos en el área de la investigación. Se identificaron quince candidatos, de los cuales se descartaron seis por no disponer con el tiempo para la participación quedando nueve expertos a los cuales se les aplicó la metodología propuesta por el Comité Estatal para la Ciencia y la Técnica de Rusia, elaborado en 1971 y expuesta por Oñate, Ramos, y Díaz (1988), donde se determinó el coeficiente de competencia relacionado al tema de la investigación. Se aplicó la siguiente fórmula para cálculo del coeficiente de competencia:

$$K=1/2(kc+ka)$$

En donde Kc es el coeficiente de conocimiento o información del experto acerca del problema, calculado sobre la autoevaluación del experto en una escala del 0 al 10 y multiplicado por 0,1. Y Ka es el coeficiente de argumentación o fundamentación de los criterios del experto, obtenido como resultado de la suma de los puntos alcanzados a partir de una tabla patrón.

Posterior a ello, se realizaron tres rondas para la validación del modelo. La ronda número uno se realizó al interior del grupo coordinador, donde se obtuvo como resultado la primera versión del cuestionario, estableciendo una escala de Likert (1932) con cinco categorías para las evaluaciones cuantitativas de cinco componentes y para la evaluación cualitativa se incluyó una pregunta abierta, donde cada experto evalúa el modelo en términos de inclusión, modificación y eliminación. Además, se incluyó una pregunta para recoger la valoración de la Relevancia, Pertinencia y Coherencia.

Con el objetivo de obtener los criterios cuantitativos y cualitativos estables, el cuestionario fue sometido a dos rondas de valoración por los expertos, para lo cual fue necesario implementar el cuestionario en un formulario de Google para luego ser enviado por correo electrónico a los expertos, estableciendo un plazo máximo de respuesta de 15 días, para que se garantice el anonimato de los expertos se le asignaron códigos.

Los resultados obtenidos en las dos primeras rondas, se analizaron a nivel cualitativo mediante la metodología descrita por Green en 1954 y adaptada para su método estadístico matemático por Oñate et al. (1988), los cuales fueron tabulados mediante el sistema automático para el procesamiento de la técnica de consulta a expertos versión 1.0 expuesto por Hurtado y Méndez (2007).

La consistencia y fiabilidad de los resultados se analizaron aplicando el coeficiente de ANOCHI determinado por Madrid, Bustos, Ortiz, y Ríos (2013) como el índice de concordancia de los datos obtenidos relacionados con el acuerdo máximo posible. La aplicación de la estadística no paramétrica consistió en determinar la asociación entre el número de expertos, el número de ítems y las valoraciones entre los criterios contribuidos y fue calculada mediante los siguientes pasos:

1. Se determinan las diferencias de los rangos (DR) asignados para cada ítem a partir de todas las combinaciones de pares de jueces, utilizando la expresión  $n!/2!(n-2!)$ .
2. Se calcula la fracción de discrepancia (FD) de cada ítem y el promedio de los n ítems, utilizando la expresión  $FD = DR / DRM$ . El valor de la diferencia de rangos máximos (DRM) se toma de la tabla de diferencia de rango máxima de las evaluaciones de n jueces propuestas.
3. Se calcula la fracción de coincidencia (FC) de cada ítem y la del promedio como coeficiente de ANOCHI a partir del complemento del valor 1, utilizando la expresión  $FC = (1 - FD)$ .

Para el análisis estadístico matemático se aplicó estadística descriptiva mediante análisis de frecuencias de las respuestas de los ítems del modelo propuesto y las relaciones que se establecen entre sus componentes en la representación esquemática, así como la relevancia, pertinencia y coherencia. Además, se realizó un análisis cualitativo de las opiniones expresadas por los expertos en la pregunta abierta. Por último, se tabularon los resultados de la modelación estadístico-matemática empleando la validación mediante el Método Delphi como modelo cualitativo de validación teórica, dando lugar a la versión definitiva del modelo arquitectónico basado en tecnología Blockchain para el registro de propiedades en el Ecuador.

### 3. Resultados

#### 3.1. Descripción del modelo

El modelo propuesto se detalla a través de un esquema gráfico basado en la arquitectura de Hyperledger Fabric, en el cual se detalla la aplicación de la tecnología Blockchain en las Registros de Propiedades del Ecuador, teniendo en consideración la factibilidad técnica y económica de implementación independientemente del tamaño o presupuesto de cada GAD municipal. En la figura 1 se muestra el esquema del Modelo arquitectónico basado en tecnología Blockchain para el registro de propiedades en el Ecuador, la distribución de los nodos principales y los servicios de la red Blockchain, se establece un número de n asociaciones de registradurías y una única asociación de control. De forma adicional, se muestra la estructura interna de cada nodo y el flujo del proceso de registro de transacciones.

El flujo del diseño se basa en los procesos de Hyperledger Fabric, como se muestra en la figura 1, los usuarios realizan peticiones a las aplicaciones clientes luego de que el MSP les otorgue los permisos respectivos, las aplicaciones solicitan la aprobación de la transacción a los nodos aprobadores, los nodos de aprobación verifican la firma del cliente y simulan la transacción, si la simulación emite un resultado favorable el nodo de aprobación envía



la transacción firmada y aprobada a la aplicación. Una vez que la aplicación cliente posee la aprobación de la transacción mediante la firma del o los nodos de aprobación ésta envía la petición al servicio de pedidos, caso contrario la transacción es cancelada. La petición es recibida por el Servicio de pedidos u *ordering service* para luego ser enviada a todos los nodos anclas quienes difunden la transacción en todos los nodos de red registrándose la secuencia de los bloques y actualizando el estado de la cadena.

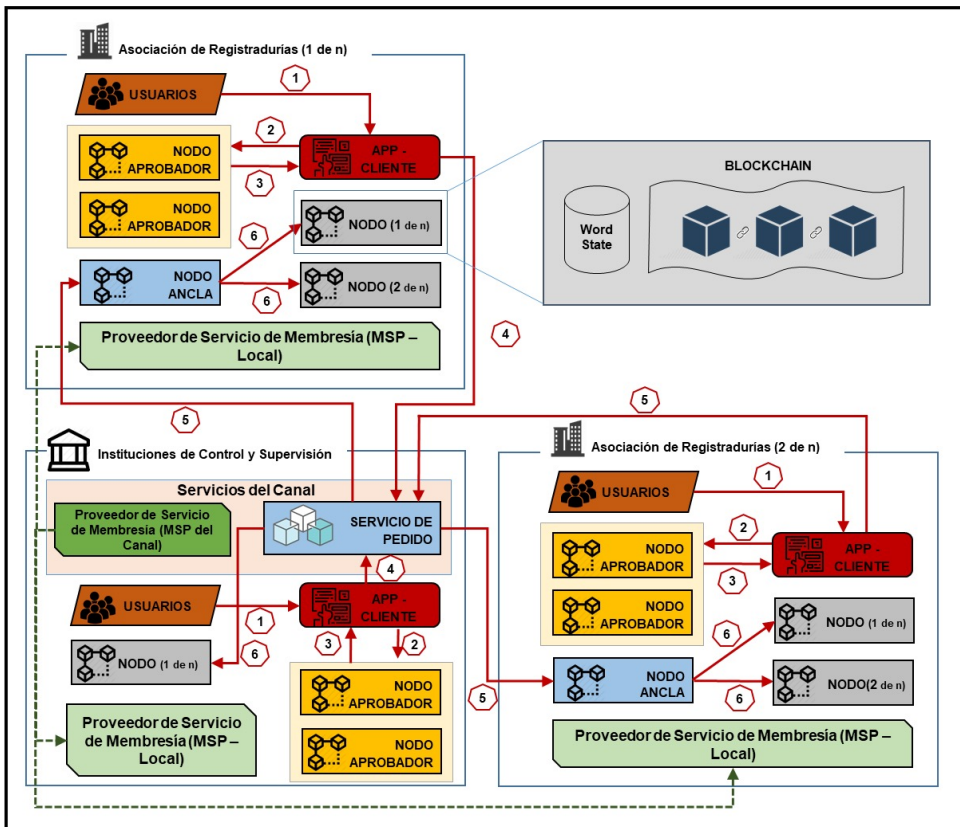


Figura 1 – Esquema del modelo arquitectónico basado en tecnología Blockchain para el registro de propiedades en el Ecuador

### 3.2. Resultados de validación

La encuesta realizada a los expertos se obtuvo como resultado que siete alcanzaron un coeficiente de competencia alto y dos un coeficiente de competencia medio valoración aceptable para dar criterios confiables y valido sobre el modelo arquitectónico propuesto (Tabla 1), resultados que se concierne con la cantidad de expertos aceptables que debe estar entre 7 y 30 para obtener del 1% al 5% de margen de error al momento de establecer la muestra de cierta población normal (Luna, Infante, & Martínez, 2005). Además, se consideraron características adicionales de los expertos, como que el 78%

poseen curato nivel académico y el 89% tienen relación directa en trabajos basados en la tecnología contemplada en el modelo propuesto con 13 años de experiencias promedio en tecnologías y desarrollo de sistemas.

Experto	Kc	Ka	K	Valoración
E1	0,8	0,8	0,8	Alto
E2	0,7	0,9	0,8	Alto
E3	0,8	0,9	0,85	Alto
E4	1	1	1	Alto
E5	0,8	0,9	0,85	Alto
E6	0,8	0,7	0,75	Medio
E7	0,9	0,9	0,9	Alto
E8	0,9	1	0,95	Alto
E9	0,6	0,7	0,65	Medio

Tabla 1 – Resultado del coeficiente de competencia.

Se contó de 2 rondas para la validación del modelo propuesto. Como etapa inicial el grupo coordinador valoró la primera versión del cuestionario, analizando cada uno de sus ítems, donde se realizaron consideraciones que ayudaron a la corrección y ajustes de la versión final del cuestionario y sus ítems.

Una vez lista la versión final del cuestionario a partir de las consideraciones conseguidas, en la primera ronda se envió el cuestionario al grupo de expertos seleccionados donde se obtuvieron resultados de las valoraciones cuantitativas y fueron procesados mediante análisis matemático estadístico aplicando el proceder descrito en los métodos.

En la Tabla 2 se aprecia el análisis efectuado por parte de los expertos acerca del Modelo arquitectónico basado en tecnología Blockchain propuesto, resultó que, de los 24 aspectos sometidos a valoración, 20 (83,3%) fueron considerados como Muy Adecuados (MA) y 4 (16,7%) fueron considerados como Bastante Adecuados (BA).

Aspectos a evaluar	Frecuencias acumuladas					Frecuencias relativas acumulativas				Imagen de las frecuencias acumulativas relativas				Sum	Pro	N-P	Cat
	C1	C2	C3	C4	C5	C1	C2	C3	C4	C1	C2	C3	C4				
1.1	6	9	9	9	9	0,67	1,00	1,00	1,00	0,43	3,09	3,09	3,09	9,70	2,43	-0,87	MA
2.1	8	9	9	9	9	0,89	1,00	1,00	1,00	1,22	3,09	3,09	3,09	10,49	2,62	-1,06	MA
2.2	9	9	9	9	9	1,00	1,00	1,00	1,00	3,09	3,09	3,09	3,09	12,36	3,09	-1,53	MA
2.3	4	8	9	9	9	0,44	0,89	1,00	1,00	-0,14	1,22	3,09	3,09	7,26	1,82	-0,26	MA
2.4	1	8	9	9	9	0,11	0,89	1,00	1,00	-1,22	1,22	3,09	3,09	6,18	1,55	0,01	MA
2.5	1	8	9	9	9	0,11	0,89	1,00	1,00	-1,22	1,22	3,09	3,09	6,18	1,55	0,01	MA
2.6	2	7	9	9	9	0,22	0,78	1,00	1,00	-0,76	0,76	3,09	3,09	6,18	1,55	0,01	MA
2.7	7	8	9	9	9	0,78	0,89	1,00	1,00	0,76	1,22	3,09	3,09	8,17	2,04	-0,48	MA
3.1	4	8	9	9	9	0,44	0,89	1,00	1,00	-0,14	1,22	3,09	3,09	7,26	1,82	-0,26	MA



Aspectos a evaluar	Frecuencias acumuladas					Frecuencias relativas acumulativas				Imagen de las frecuencias acumulativas relativas				Sum	Pro	N-P	Cat
	C1	C2	C3	C4	C5	C1	C2	C3	C4	C1	C2	C3	C4				
3.2	1	6	8	9	9	0,11	0,67	0,89	1,00	-1,22	0,43	1,22	3,09	3,52	0,88	0,68	BA
3.3	2	7	8	9	9	0,22	0,78	0,89	1,00	-0,76	0,76	1,22	3,09	4,31	1,08	0,48	BA
4.1.1	5	8	9	9	9	0,56	0,89	1,00	1,00	0,14	1,22	3,09	3,09	7,54	1,89	-0,33	MA
4.1.2	1	3	8	9	9	0,11	0,33	0,89	1,00	-1,22	-0,43	1,22	3,09	2,66	0,66	0,90	BA
4.1.3	4	7	9	9	9	0,44	0,78	1,00	1,00	-0,14	0,76	3,09	3,09	6,81	1,70	-0,14	MA
4.1.4	8	9	9	9	9	0,89	1,00	1,00	1,00	1,22	3,09	3,09	3,09	10,49	2,62	-1,06	MA
4.2.1	8	9	9	9	9	0,89	1,00	1,00	1,00	1,22	3,09	3,09	3,09	10,49	2,62	-1,06	MA
4.2.2	2	4	8	9	9	0,22	0,44	0,89	1,00	-0,76	-0,14	1,22	3,09	3,41	0,85	0,71	BA
4.2.3	3	8	9	9	9	0,33	0,89	1,00	1,00	-0,43	1,22	3,09	3,09	6,97	1,74	-0,18	MA
4.2.4	7	8	9	9	9	0,78	0,89	1,00	1,00	0,76	1,22	3,09	3,09	8,17	2,04	-0,48	MA
4.2.5	8	9	9	9	9	0,89	1,00	1,00	1,00	1,22	3,09	3,09	3,09	10,49	2,62	-1,06	MA
5.1	8	9	9	9	9	0,89	1,00	1,00	1,00	1,22	3,09	3,09	3,09	10,49	2,62	-1,06	MA
5.2	4	9	9	9	9	0,44	1,00	1,00	1,00	-0,14	3,09	3,09	3,09	9,13	2,28	-0,72	MA
5.3	4	9	9	9	9	0,44	1,00	1,00	1,00	-0,14	3,09	3,09	3,09	9,13	2,28	-0,72	MA
5.4	6	9	9	9	9	0,67	1,00	1,00	1,00	0,43	3,09	3,09	3,09	9,70	2,43	-0,87	MA
<b>Puntos de corte</b>										<b>0,14</b>	<b>1,78</b>	<b>2,78</b>	<b>3,09</b>	<b>187,09</b>			

Tabla 2 – Análisis de las respuestas en la primera ronda de la consulta a expertos

Para el análisis de la consistencia y fiabilidad de estos resultados, se aplicó el Coeficiente de ANOCHI, definido por Madrid et al. (2013) como el índice de la concordancia del acuerdo efectivo mostrado en los datos en relación con el acuerdo máximo posible. Esta aplicación estadística no paramétrica permite la determinación de la asociación entre el número de expertos, el número de ítems y las valoraciones entre los criterios aportados. Permite establecer un rango cuantitativo según una escala numérica que oscila entre 0 y 1, donde el valor 1 significa la concordancia perfecta y el valor 0 ausencia total de concordancia. En la presente investigación, el mismo para un valor de diferencia de rango máxima de las evaluaciones de n jueces (DRM) de 80, dio un valor de 0,73, lo que indica una Aceptable o buena fiabilidad de los criterios de los expertos (Tabla 3).

Aspectos a evaluar del modelo	Discrepancia (FD)	Coincidencia (FC)
1.1	0,22	0,78
2.1	0,10	0,90
2.2	0,00	1,00
2.3	0,35	0,65
2.4	0,20	0,80
2.5	0,20	0,80

Aspectos a evaluar del modelo	Discrepancia (FD)	Coincidencia (FC)
2.6	0,35	0,65
2.7	0,28	0,72
3.1	0,35	0,65
3.2	0,43	0,57
3.3	0,45	0,55
4.1.1	0,55	0,45
4.1.2	0,43	0,57
4.1.3	0,43	0,57
4.1.4	0,10	0,90
4.2.1	0,10	0,90
4.2.2	0,52	0,48
4.2.3	0,33	0,67
4.2.4	0,28	0,72
4.2.5	0,10	0,90
5.1	0,10	0,90
5.2	0,25	0,75
5.3	0,25	0,75
5.4	0,22	0,78
<b>Coefficiente de ANOCHI</b>		<b>0,73</b>

Tabla 3 – Resultados del Coeficiente de ANOCHI en la primera ronda de la consulta a expertos.

En cuanto a la Relevancia, Pertinencia y Coherencia del Modelo arquitectónico basado en tecnología Blockchain, las evaluaciones mostraron que el 100% de los expertos consideran al modelo arquitectónico basado en tecnología Blockchain en los rangos muy relevante y relevante (Tabla 4).

Aspecto	Muy Relevante	Relevante	Total
5.1. Relevancia	77,78%	22,22%	100%
5.2. Pertinencia	66,67%	33,33%	100%
5.3. Coherencia	88,89%	11,11%	100%

Tabla 4 – Resultado de Relevancia, Pertinencia y coherencia en la primera ronda de la consulta a expertos

Una vez reformado el modelo arquitectónico basado en tecnología Blockchain propuesto, considerando las recomendaciones realizados por los expertos, fue remitido el cuestionario modificado y los resultados estadísticos tabulados a los expertos para una segunda ronda de consulta, para que reconsiderara sus criterios si fuese necesario o los

mantuviera. Luego de recibir los resultados de la segunda ronda se realizó la modelación estadística matemática definida por el Método Delphi lo cual evidenció que los 24 aspectos que componen el modelo arquitectónico basado en tecnología Blockchain para el registro de propiedades en Ecuador fueron considerados como muy adecuados por el grupo de expertos (Tabla 5), el Coeficiente de ANOCHI para un valor de diferencia de rango máxima de las evaluaciones de  $n$  jueces (DRM) de 80, dio un valor de 0,81 (Tabla 6), lo que indica una elevada o muy buena fiabilidad de los criterios de los expertos.

Aspectos a evaluar del modelo	Discrepancia (FD)	Coincidencia (FC)
1.1	0,22	0,78
2.1	0,00	1,00
2.2	0,00	1,00
2.3	0,25	0,75
2.4	0,10	0,90
2.5	0,10	0,90
2.6	0,17	0,83
2.7	0,27	0,73
3.1	0,35	0,65
3.2	0,25	0,75
3.3	0,25	0,75
4.1.1	0,25	0,75
4.1.2	0,25	0,75
4.1.3	0,43	0,57
4.1.4	0,10	0,90
4.2.1	0,10	0,90
4.2.2	0,10	0,90
4.2.3	0,33	0,67
4.2.4	0,27	0,73
4.2.5	0,10	0,90
5.1	0,10	0,90
5.2	0,25	0,75
5.3	0,25	0,75
5.4	0,22	0,78
<b>Coeficiente de ANOCHI</b>		<b>0,81</b>

Tabla 5 – Resultados del Coeficiente de ANOCHI en la segunda ronda de la consulta a expertos.

De igual forma los resultados de Relevancia, Pertinencia y Coherencia cambiaron en la segunda ronda de consulta, obteniendo un aumento significativo en la valoración muy relevante (Tabla 7).

Aspectos a evaluar	Frecuencias acumuladas					Frecuencias relativas acumulativas				Imagen de las frecuencias acumulativas relativas				Sum	Pro	N-P	Cat	
	C1	C2	C3	C4	C5	C1	C2	C3	C4	C1	C2	C3	C4					
1.1	6	9	9	9	9	0,67	1,00	1,00	1,00	0,43	3,09	3,09	3,09	9,70	2,43	-0,55	MA	
2.1	9	9	9	9	9	1,00	1,00	1,00	1,00	3,09	3,09	3,09	3,09	12,36	3,09	-1,21	MA	
2.2	9	9	9	9	9	1,00	1,00	1,00	1,00	3,09	3,09	3,09	3,09	12,36	3,09	-1,21	MA	
2.3	5	9	9	9	9	0,56	1,00	1,00	1,00	0,14	3,09	3,09	3,09	9,41	2,35	-0,47	MA	
2.4	1	9	9	9	9	0,11	1,00	1,00	1,00	-1,22	3,09	3,09	3,09	8,05	2,01	-0,13	MA	
2.5	1	9	9	9	9	0,11	1,00	1,00	1,00	-1,22	3,09	3,09	3,09	8,05	2,01	-0,13	MA	
2.6	2	9	9	9	9	0,22	1,00	1,00	1,00	-0,76	3,09	3,09	3,09	8,51	2,13	-0,25	MA	
2.7	7	8	9	9	9	0,78	0,89	1,00	1,00	0,76	1,22	3,09	3,09	8,17	2,04	-0,16	MA	
3.1	4	8	9	9	9	0,44	0,89	1,00	1,00	-0,14	1,22	3,09	3,09	7,26	1,82	0,06	MA	
3.2	4	9	9	9	9	0,44	1,00	1,00	1,00	-0,14	3,09	3,09	3,09	9,13	2,28	-0,40	MA	
3.3	5	9	9	9	9	0,56	1,00	1,00	1,00	0,14	3,09	3,09	3,09	9,41	2,35	-0,47	MA	
4.1.1	5	9	9	9	9	0,56	1,00	1,00	1,00	0,14	3,09	3,09	3,09	9,41	2,35	-0,47	MA	
4.1.2	5	9	9	9	9	0,56	1,00	1,00	1,00	0,14	3,09	3,09	3,09	9,41	2,35	-0,47	MA	
4.1.3	4	7	9	9	9	0,44	0,78	1,00	1,00	-0,14	0,76	3,09	3,09	6,81	1,70	0,18	MA	
4.1.4	8	9	9	9	9	0,89	1,00	1,00	1,00	1,22	3,09	3,09	3,09	10,49	2,62	-0,74	MA	
4.2.1	8	9	9	9	9	0,89	1,00	1,00	1,00	1,22	3,09	3,09	3,09	10,49	2,62	-0,74	MA	
4.2.2	9	9	9	9	9	1,00	1,00	1,00	1,00	3,09	3,09	3,09	3,09	12,36	3,09	-1,21	MA	
4.2.3	3	8	9	9	9	0,33	0,89	1,00	1,00	-0,43	1,22	3,09	3,09	6,97	1,74	0,14	MA	
4.2.4	7	8	9	9	9	0,78	0,89	1,00	1,00	0,76	1,22	3,09	3,09	8,17	2,04	-0,16	MA	
4.2.5	8	9	9	9	9	0,89	1,00	1,00	1,00	1,22	3,09	3,09	3,09	10,49	2,62	-0,74	MA	
5.1	8	9	9	9	9	0,89	1,00	1,00	1,00	1,22	3,09	3,09	3,09	10,49	2,62	-0,74	MA	
5.2	4	9	9	9	9	0,44	1,00	1,00	1,00	-0,14	3,09	3,09	3,09	9,13	2,28	-0,40	MA	
5.3	4	9	9	9	9	0,44	1,00	1,00	1,00	-0,14	3,09	3,09	3,09	9,13	2,28	-0,40	MA	
5.4	6	9	9	9	9	0,67	1,00	1,00	1,00	0,43	3,09	3,09	3,09	9,70	2,43	-0,55	MA	
<b>Puntos de corte</b>										0,53	2,68	3,09	3,09	225,46				

Tabla 6 – Resultado de Relevancia, Pertinencia y Coherencia en la segunda ronda de la consulta a expertos

Los resultados definidos evidencian una estabilidad, fiabilidad y consistencia de los juicios emitidos por los expertos, por lo que se consideró que el modelo arquitectónico basado en tecnología Blockchain para el registro de propiedades en Ecuador, en la forma que se exhibe en el presente artículo, cumple su validación aceptable para la investigación, motivo por el cual no se realiza una ronda nueva coincidiendo con lo expresado por otros autores en sus investigaciones (Blasco et al., 2010; Fernández de Castro & López, 2013).

#### 4. Conclusiones

El modelo arquitectónico basado en tecnología Blockchain para el registro de propiedades en Ecuador, fue diseñado en base a características del Proyecto Hyperledger con el

Framework Fabric como base para el modelo propuesto. Se utilizó el Método Delphi para la validación teórica y juicio de expertos para la validación de la factibilidad teórica del modelo propuesto.

En el aspecto técnico, el modelo propuesto permitiría generar una huella digital única para cada propiedad existente en el Ecuador, lo cual en caso de consolidarse la propuesta presentada facilitaría rapidez y transparencia en la gestión de transacciones para los ciudadanos con la consecuente disminución de costes burocráticos y de intermediarios. Haciendo uso de la tecnología blockchain se garantiza poder realizar la trazabilidad de cada propiedad desde sus inicios y gracias a los mecanismos de seguridad implementados la información permanecerá inmutable durante el tiempo.

Las limitaciones de la investigación se presentaron en la etapa de la validación del modelo propuesto al no existir un gran número de expertos con el perfil requerido a nivel nacional e internacional, esto debido a que el tópico Blockchain inicia en el año 2008 con Bitcoin y las investigaciones recién empiezan a publicarse a partir del 2014, lo cual dificultó encontrar un mayor número de jueces. A pesar de esto, se logró formar un grupo significativo para obtener un margen de error no mayor al 5% en la validación de la factibilidad teórica basado en la estabilidad, fiabilidad y consistencia. Por otra parte, se evidenció una limitante en torno a la claridad jurídica en el Ecuador en donde no se ha desarrollado mayor normativa legal referente a la implementación de esta nueva tecnología para la emisión de servicios hacia los ciudadanos.

En Ecuador no se evidencien avances significativos en el ecosistema Blockchain, siendo necesario el desarrollo de jurisprudencia que avale la implementación de contratos inteligentes en el país para facilitar la provisión de servicios basados en esta nueva tecnología, así mismo las universidades podrían incentivar el desarrollo de aplicaciones tomando como referencia el modelo arquitectónico propuesto.

## Referencias

- Balbi, M. (2018). La evolución de Blockchain: qué es y cómo funciona el Off Chain Computing. Retrieved from <https://www.infobae.com/tendencias/innovacion/2018/07/27/la-evolucion-de-blockchain-que-es-y-como-funciona-el-off-chain-computing/>
- Bentov, I., Gabizon, A., & Mizrahi, A. (2016). Cryptocurrencies Without Proof of Work. Paper presented at the International Conference on Financial Cryptography and Data Security, Berlin, Heidelberg.
- Blasco, J., López, A., & Mengual, S. (2010). Validación mediante el metodo Delphi de un cuestionario para conocer las experiencias e interés hacia las actividades acuáticas con especial atención al Winsurf. *ÁGORA PARA LA EF Y EL DEPORTE*, 12(1), 75-96. Retrieved from <http://uvadoc.uva.es/bitstream/handle/10324/23693/AEFD-2010-1-método-delphi-cuestionario.pdf>
- Buterin, V. (2015a). A Next-Generation Smart Contract and Decentralized Application Platform. Retrieved from <https://ethereum.org/>

- Calabuig, F., & Crespo, J. (2009). Uso del método Delphi para la elaboración de una medida de la calidad percibida de los espectadores de eventos deportivos. *Retos. Nuevas tendencias en Educación Física, Deporte y Recreación*(15), 21-25. Retrieved from <https://recyt.fecyt.es/index.php/retos/article/download/34993/18932>
- Calderón, J. (2011). Titulación de la propiedad y mercado de tierras. *EURE* (Santiago), 37, 47-77. Retrieved from [https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0250-71612011000200003&nrm=iso](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0250-71612011000200003&nrm=iso)
- Castro, M., & Liskov, B. (1999). Practical Byzantine Fault Tolerance. Paper presented at the Third Symposium on Operating Systems Design and Implementation, New Orleans, Louisiana, USA.
- Código Civil, (2005).
- Código Orgánico de Organización Territorial, COOTAD, (2010a).
- Consejo de la Judicatura. (2018). Sistema Informático Notarial. Retrieved from <http://www.funcionjudicial.gob.ec/index.php/es/component/content/article/25-consejo-judicatura/252-nuevo-sistema-notarial.html>
- Consejo de la Judicatura (2021). Consulta de procesos - eSATJE. Quito: Consejo de la Judicatura. Retrieved from <http://consultas.funcionjudicial.gob.ec/informacionjudicial/public/informacion.jsf>
- Consejo Nacional Electoral CNE. (2018). Sistema Estadístico Electoral. Retrieved from <https://app03.cne.gob.ec/EstadisticaCNE/Ambito/Index.aspx>
- Constitución de la República del Ecuador, (2008).
- Davies, A. (2018). Pros and Cons of Hyperledger Fabric for Blockchain Networks. Retrieved from <https://www.devteam.space/blog/pros-and-cons-of-hyperledger-fabric-for-blockchain-networks/>
- Deloitte. (2018). Blockchain in Public Sector. Retrieved from India: <https://www2.deloitte.com/in/en/pages/public-sector/articles/blockchain-in-public-sector.html>
- Deloitte. (2019). 2019 future of cyber survey. Retrieved from <https://www2.deloitte.com/us/en/pages/financial-advisory/articles/future-of-cyber-survey.html>
- Dirección Nacional de Registro de Datos Públicos. (2018). Sistema Nacional de Catastro. Retrieved from <http://www.datospublicos.gob.ec/programas-servicios/servicios/sistema-nacional-de-catastro/>
- Fernández de Castro, A., & López, A. (2013). Validación mediante método Delphi de un sistema de indicadores para prever, diseñar y medir el impacto sobre el desarrollo local de los proyectos de investigación en el sector agropecuario. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 22(3), 54-60. Retrieved from <http://scielo.sld.cu/pdf/rcta/v22n3/rcta10313.pdf>
- Galtés, M. (2017). Todas las divisas estarán en 'blockchain', Newspapers. *La Vanguardia*. Retrieved from <https://www.pressreader.com/spain/la-vanguardia-1%C2%AA-edici%C3%B3n/20170306/282729111688605>

- GARTNER. (2019). Gartner 2019 Hype Cycle Shows Most Blockchain Technologies Are Still Five to 10 Years Away From Transformational Impact [Press release]. Retrieved from <https://www.gartner.com/en/newsroom/press-releases/2019-10-08-gartner-2019-hype-cycle-shows-most-blockchain-technologies-are-still-five-to-10-years-away-from-transformational-impact>
- German, A. (2018). Análisis del Sistema de Archivo de las inscripciones en el Registro de la Propiedad y su incidencia en la seguridad jurídica inmobiliaria en Ecuador. (Maestría en Derecho Notarial y Registral), Universidad Católica Santiago de Guayaquil, Guayaquil. Retrieved from <http://192.188.52.94:8080/handle/3317/11706>
- González, P. (2017, 09/01/2017) Blockchain está construyendo una nueva era de creación del valor que cambiará el mundo/Interviewer: C. Fernández. Criptonoticias.
- Heider, C. C., April. (2016). Why Land Administration Matters for Development. Retrieved from <https://ieg.worldbankgroup.org/blog/why-land-administration-matters-development>
- Holt, W. M. (2016, Jan. 31 2016-Feb. 4 2016). Moore's law: A path going forward. Paper presented at the 2016 IEEE International Solid-State Circuits Conference (ISSCC).
- Hurtado, S., & Méndez, D. (2007). Sistema automatizado para método consulta experto. La Habana, Cuba.
- Hyperledger. (2017). Hyperledger Fabric. Retrieved from <https://www.hyperledger.org/blog/2017/07/11/hyperledger-fabric-1-0-is-released>
- IBM. (2019). Hyperledger - Open source blockchain for business - IBM Blockchain | IBM. Retrieved from <https://www.ibm.com/blockchain/hyperledger>
- Ley del Sistema Nacional de Registro de Datos Públicos, (2010b).
- Ley de Modernización del Estado, (2014).
- Likert, R. (1932). A technique for the measurement of attitudes. *Archives of Psychology*, 140, 1-55. Retrieved from <https://psycnet.apa.org/record/1933-01885-001>
- Luna, P., Infante, A., & Martínez, F. J. (2005). Los delphi como fundamento metodológico predictivo para la investigación en sistemas de información y tecnologías de la información (IS/IT). *Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación*, 26, 89-112. Retrieved from <https://www.redalyc.org/pdf/368/36802608.pdf>
- Madrid, A., Bustos, R., Ortiz, J., & Ríos, A. (2013). Diseño De Una Metodología Para La Implementación De Un Repositorio Electrónico De Conocimiento. *Revista Internacional Administración & Finanzas*, 6, 1-15.
- Maheshwari, S. (2018). Aspectos básicos de blockchain: Hyperledger Fabric e Hyperledger Composer. Retrieved from <https://www.ibm.com/developerworks/ssa/library/cl-blockchain-hyperledger-fabric-hyperledger-composer-compared/index.html>
- Ongaro, D., & Ousterhout, J. (2014). In search of an understandable consensus algorithm. Paper presented at the Proceedings of the 2014 USENIX conference on USENIX Annual Technical Conference, Philadelphia, PA.

- Oñate, N., Ramos, L., & Díaz, A. (1988). Utilización del Método Delphi en la pronosticación: Una experiencia inicial. Cuba: Economía Planificada, 3(4), 9-48.
- Orellana, A., & Eduardo, W. (2016). El registro de la propiedad y la política catastral. (Maestría en Derecho Civil y Procesal Civil Tesis), Universidad Regional Autónoma de los Andes "UNIANDES", Ambato. Retrieved from <http://dspace.uniandes.edu.ec/handle/123456789/4281>
- Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología - Iberoamericana e Interamericana [RICYT]. (2018). Retrieved from [http://www.ricyt.org/wp-content/uploads/2017/10/files\\_Estado-de-la-Ciencia-2017\\_El\\_Estado\\_de\\_la\\_Ciencia\\_2017\\_Completo.pdf](http://www.ricyt.org/wp-content/uploads/2017/10/files_Estado-de-la-Ciencia-2017_El_Estado_de_la_Ciencia_2017_Completo.pdf)
- Registro de la Propiedad de Portoviejo. (2018). Retrieved from <http://www.registropropiedadportoviejo.gob.ec/regpp/>
- Rius, M. (2017). El abecé del Blockchain. Retrieved from <http://www.lavanguardia.com/vida/20170416/421718672483/el-abece-del.html>
- WIRED. (2007, 09/18/07 04:07 PM). IDF: GORDON MOORE PREDICTS END OF MOORE'S LAW (AGAIN). Retrieved from <https://www.wired.com/2007/09/idf-gordon-mo-1/>
- Zheng, Z., Xie, S., Dai, H.-N., & Wang, H. (2017). Blockchain Challenges and Opportunities: A Survey. International Journal Electric and Hybrid Vehicles, 10(10), 1-23. Retrieved from [https://www.researchgate.net/publication/328338366\\_Blockchain\\_challenges\\_and\\_opportunities\\_A\\_survey](https://www.researchgate.net/publication/328338366_Blockchain_challenges_and_opportunities_A_survey)



# Metodologías de desarrollo de software y su ámbito de aplicación: Una revisión sistemática

Jessica Morales-Carrillo<sup>1,2</sup>, Luis Cedeño-Valarezo<sup>1,2</sup>, Jesús Stefano Cajape Bravo<sup>1,2</sup>, Jonathan Geovanny Ormaza Calderón<sup>1,2</sup>

[jmorales@espam.edu.ec](mailto:jmorales@espam.edu.ec); [lcedeno@espam.edu.ec](mailto:lcedeno@espam.edu.ec); [jesus.cajape@espam.edu.ec](mailto:jesus.cajape@espam.edu.ec); [jonathan.ormaza@espam.edu.ec](mailto:jonathan.ormaza@espam.edu.ec).

<sup>1</sup> Grupo de Investigación SISCOM, Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, Campus Politécnico Sitio El Limón vía a la Pastora. Calceta, Manabí, Ecuador.

<sup>2</sup> Carrera de Computación, Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, Campus Politécnico Sitio El Limón vía a la Pastora. Calceta, Manabí, Ecuador.

**Pages:** 29-45

**Resumen:** El objetivo de esta investigación es proporcionar una visión general de los tipos de metodologías de desarrollo de software más utilizadas y sus ámbitos de aplicación. La metodología empleada fue Revisión Sistemática de la Literatura. En primer lugar, se definieron los criterios de búsqueda, luego se efectuó la búsqueda donde se seleccionó los trabajos que cumplían con dichos criterios, posterior a ello, se establecieron los campos que se analizarían y se organizaron en una tabla, finalmente se procesaron y analizaron los datos seleccionados. Se recopiló 105 artículos de los cuales 101 especificaban la información necesaria. Se concluye que las metodologías ágiles son las más utilizadas con un 86,31% y dentro de ellas SCRUM representa el 41,98%. Además, se analizó el tipo de desarrollo multiplataforma donde las metodologías más utilizadas fueron Scrum con un 40% y Mobile-D con un 25%.

**Palabras-clave:** Metodología, Software, Ágil, Tradicional, Multiplataforma.

## ***Software development methodologies: fields of application***

**Abstract:** The aim of this research is to provide an overview of the most widely used types of software development methodologies and their fields of application. The methodology used was Systemic Literature Review. In the first place, the search criteria were defined, then the search was carried out selecting the works that met these criteria, later the fields to be analyzed were established and organized in a table, finally the selected data were processed and analyzed. 105 articles were collected, of which 101 specified the necessary information. It is concluded that agile methodologies are the most used with 86.31% and within them SCRUM represents 41.98%. In addition, the type of multiplatform development was analyzed where the most used methodologies were Scrum with 40% and Mobile-D with 25%.

**Keywords:** Methodology, Software, Agile, traditional, Multiplatform.

## 1. Introducción

Aguilera (2013) se refiere a la metodología como el *logos* que orienta al estudio lógico de los métodos, lo cual implica el análisis de la lógica que los sustenta, el sentido de su efectividad, la cobertura de su eficacia, la fortaleza de sus planteamientos y la coherencia para producir conocimiento relevante.

Una metodología de desarrollo de software es un marco de trabajo que se usa para estructurar, planificar y controlar el proceso de desarrollo de sistemas de información (Maida & Pacienza, 2015). Una gran variedad de estos marcos de trabajo ha evolucionado durante los años, cada uno con sus propias fortalezas y debilidades. La importancia de este dentro de un proyecto es fundamental, debido a que la metodología aplicada ayuda a definir el plazo del proyecto, presupuesto, actividades y tiempo de revisión del mismo (Ruiz Enríquez *et al.*, 2017).

Las metodologías de desarrollo de software se las pueden diferenciar por familias, entre ellas están: ágiles, tradicionales e híbridas. Las metodologías ágiles se basan en procesos iterativos y de corta duración, los métodos tradicionales se basan en un control de proceso, en donde se establece las actividades involucradas, el alcance del proyecto, los entregables a generar y las herramientas y seguimiento que se utilizarán, y por último las metodologías híbridas combinan las mejores prácticas de las metodologías tradicionales y ágiles, donde se reúne las ventajas de ambas (Cruz, 2018).

Singh, Bagga & Kaur (2020) afirman que existen diversos modelos para desarrollar un software que implementa un modelo predictivo, y entre ellos proponen las metodologías tradicionales y ágiles, de los cuales destacan los modelos: Cascada, Espiral, Scrum y XP. Con ellos induce que se debe aplicar una de estas estrategias para que en el futuro el software a desarrollar sea adaptable y presente la menor cantidad de errores.

Las metodologías ágiles de desarrollo de software buscan proporcionar en poco tiempo piezas pequeñas de sistemas de software en funcionamiento para mejorar la satisfacción del cliente (González, 2017). Por otro lado, las metodologías tradicionales se caracterizan por definir total y con rigidez los requisitos al inicio de los proyectos de ingeniería de software (Molina Montero *et al.*, 2018), y por último las metodologías híbridas explotan las fortalezas de ambas metodologías para conseguir atender un calendario de proyecto predefinido donde la gestión de las tareas sigue una filosofía más distribuida (Leiva Mundaca & Villalobos Abarca, 2015).

Según Vijayarathy & Butler (2016) se identifican las siguientes características en cada tipo de metodología:

**Ágil:** organizaciones con ingresos moderados y un número reducido de empleados; proyectos con presupuestos bajos y criticidad de proyecto media a alta; un equipo y un equipo pequeño.

**Tradicional:** organizaciones con altos ingresos y gran cantidad de empleados; proyectos con altos presupuestos y alta criticidad de proyectos; equipos múltiples y de tamaño medio. Medios y criticidad media a alta; un equipo y un equipo pequeño.

**Híbrido:** no importa el tamaño organizacional, proyectos con presupuestos medios y alta criticidad del proyecto; tamaño de equipo pequeño.

El propósito de esta investigación es proporcionar una visión general de los tipos de metodologías de desarrollo de software más utilizadas y sus ámbitos de aplicación a través del análisis en base a la revisión sistemática.

## 2. Materiales y Métodos

Se empleó la metodología de Revisión Sistemática (Carrizo & Moller, 2018) que consta de tres etapas: definición de la búsqueda, ejecución de la búsqueda y discusión de los resultados.

### 2.1. Definición para la búsqueda

En primer lugar, se realizó una investigación de las metodologías más usadas para el desarrollo de software, para esto se definieron las siguientes palabras claves: metodología, software, ágil, tradicional, multiplataforma. Las mismas que se usaron base de datos de búsqueda avanzada tales como Google Scholar, Scielo, Dialnet, IEEE, etc. Se logró identificar 105 artículos relacionas de los cuales sólo 101 especificaban una metodología.

### 2.2. Ejecución de la búsqueda

A continuación, se muestra los campos que se tomaron en cuenta para la extracción de información de los 101 artículos.

En la tabla 1 se describen los campos que se tomaron en cuenta para la extracción de los datos. Los atributos más relevantes para el análisis fueron: metodología, tipo de metodología, tipo de desarrollo, y ámbito de uso. Cabe recalcar, que sólo se tomaron en cuenta los artículos en que se identificaba una metodología para realizar el respectivo análisis, y que el año de publicación sea a partir del 2010.

Campos	Descripción
<i>Año</i>	Año de publicación del artículo
<i>Tema</i>	Nombre de Artículo
<i>Autor(es)</i>	Nombre del autor(es) del artículo
<i>Metodología</i>	Nombre de la metodología utilizada
<i>Tipo de Metodología</i>	Tipo de metodología implementada: Ágil, tradicional o híbrida
<i>Tipo de Desarrollo</i>	Tipo de desarrollo: Multiplataforma o nativa
<i>Tecnología Usada</i>	Tipo de tecnología usada
<i>Ámbito Usado</i>	Ámbito de uso del software

Tabla 1 – Campos que se consideran en la recopilación de información.

### 3.3. Discusión de los resultados

En esta etapa, se analizaron los datos obtenidos de los 101 artículos identificados, en los cuales se obtuvo resultados de la frecuencia de uso de las diferentes metodologías. Los datos mencionados ayudaron a identificar las metodologías, tipo de metodologías, y el ámbito de aplicación más usados.

### 3. Resultados y Discusión

#### 3.1. Análisis con respecto a la metodología que se utilizaron en los diferentes artículos

Mediante los artículos identificados, se logró hacer un análisis de las diferentes metodologías planteadas por los autores en cada uno de sus proyectos, donde de los 105 artículos encontrados solo 101 de ellos plantearon una metodología de desarrollo de software.

En el análisis se identificó el año de publicación, tema tratado, la metodología usada o planteada, el tipo de metodología usada, tipo de desarrollo, tecnología usada y por último el ámbito al cual se enfocó el software. Con los datos recopilados se pudo evidenciar la frecuencia de uso de las metodologías y si se usaron en un desarrollo de software Multiplataforma.

Las siguientes metodologías que se muestran en la tabla 2 fueron identificadas en los 101 artículos analizados:

Metodologías ágiles	Métodos tradicionales	Metodologías híbridas
XP	Cascada	XPRUM
Scrum	Espiral	
DSDM	Incremental	
Crystal		
RAD		
Mobile-D		
Iconix		
Kanban		
Delfroid		
MDAM		
Disciplined Agile Delivery (DAD)		
RUP		

Tabla 2 – Metodologías identificadas

En la tabla 3 se muestran el porcentaje de uso de los diferentes tipos de metodologías analizadas.

Tipo de Metodologías	ni
Metodologías ágiles	85,15 %
Métodos tradicionales	13,86 %
Metodologías híbridas	0,99 %
Total	100 %

Tabla 3 – Porcentaje de Uso de los tipos de metodologías.

Se clasificaron las metodologías encontradas según sus tipos las cuales son Metodologías Ágiles, Metodologías Tradicionales y Metodologías Híbridas.

Una vez clasificadas las metodologías que se usaron en los artículos, se procedió a enumerar la frecuencia con que fueron usadas. En la tabla 4 se identifica la frecuencia encontrada, con estos valores se puede identificar la metodología más utilizada según los artículos revisados.

Metodología	fi	ni
<i>XP</i>	18	17,82 %
<i>Scrum</i>	37	36,63 %
<i>DSDM</i>	5	4,95 %
<i>Crystal</i>	1	0,99 %
<i>RAD</i>	1	0,99 %
<i>Mobile-D</i>	12	11,88 %
<i>ICONIX</i>	4	3,96 %
<i>Kamban</i>	1	0,99 %
<i>Delfroid</i>	1	0,99 %
<i>MDAM</i>	1	0,99 %
<i>Disciplined Agile Delivery (DAD)</i>	1	0,99 %
<i>Cascada</i>	9	8,91 %
<i>Espiral</i>	3	2,97 %
<i>RUP</i>	5	4,95 %
<i>Incremental</i>	1	0,99 %
<i>XPRUM</i>	1	0,99 %
<b>Total</b>	<b>101</b>	<b>100 %</b>

Tabla 4 – Frecuencia de uso de las metodologías y su porcentaje.

Como se puede observar en la tabla 4, las tres metodologías más utilizadas según la literatura revisada son Scrum, XP y Mobile-D. Estas tres metodologías son ágiles, lo cual muestra la importancia de este tipo de metodologías en la actualidad, debido a que permiten adaptar las formas de trabajo a las necesidades del proyecto, con respuestas rápidas y flexibles para acomodar el desarrollo al cliente o al mismo entorno (González, 2017).

### 3.2. Análisis con respecto a los artículos donde se implementó desarrollo multiplataforma

Aparte de hacer una búsqueda general de metodologías utilizadas en desarrollo de software, se identificó con precisión artículos en los cuales las metodologías específicas fueron aplicadas en un desarrollo de software multiplataforma. Se identificaron 41 publicaciones de este tipo de las cuales sólo 40 presentaron el dato de la metodología empleada, que se detallan a continuación: Scrum, Cascada, Mobile-D, XP, Espiral,

ICONIX, MDAM y DAD. En la tabla 5 se observa la frecuencia con las que estas metodologías fueron utilizadas en el desarrollo de software multiplataforma.

<b>Metodología</b>	<b>fi</b>	<b>ni</b>
Scrum	16	40,00 %
Cascada	3	7,50 %
Mobile-D	10	25,00 %
XP	4	10,00 %
Espiral	2	5,00 %
ICONIX	3	7,50 %
MDAM	1	2,50 %
Disciplined Agile Delivery (DAD)	1	2,50 %
<b>Total</b>	<b>40</b>	<b>100 %</b>

Tabla 5 – Frecuencias del uso de las metodologías para software multiplataforma

Como se puede observar en la tabla 5, las tres metodologías más utilizadas aplicadas en el desarrollo de software multiplataforma son Scrum, Mobile-D y XP. Además de las metodologías ya conocidas como Scrum y XP, resalta Mobile-D esto es porque en la literatura consultada, la mayoría de las aplicaciones multiplataforma apuntaban al desarrollo para dispositivos móviles, porque permite interactuar de forma constante entre el equipo de trabajo y el cliente, así como responder rápidamente a los cambios que se puedan producir durante la etapa de desarrollo del proyecto, con la reducción de tiempos de producción (Amaya Balaguera, 2015).

### 3.3. Análisis con respecto al ámbito de uso

En el ámbito de uso del software desarrollado en los diferentes artículos recopilados, se optó por realizar el análisis con todos los artículos seleccionados con la exclusión de aquellos que no definían el ámbito de uso. Se identificó un total de 100 publicaciones en que se detalla en ámbito de uso (tabla 6).

<b>Ámbito de uso</b>	<b>fi</b>	<b>ni</b>
Aplicación comercial	36	36,00 %
Aplicación médica	2	2,00 %
Aplicación seguridad	1	1,00 %
Aplicación web	4	4,00 %
Ciencias de datos	1	1,00 %
Desarrollo de software	4	4,00 %
Desarrollo y automatización	1	1,00 %
Gestión académica	47	47,00 %
Medicina animal	1	1,00 %
Plataforma vehicular	1	1,00 %

<b>Ambito de uso</b>	<b>fi</b>	<b>ni</b>
<i>Sistemas de información</i>	1	1,00 %
<i>Trabajo colaborativo</i>	1	1,00 %
<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>100 %</b>

Tabla 6 – Ámbito de uso de las metodologías

El ámbito empleado con mas frecuencia es en aplicaciones enfocadas a la gestión académica con un 47% y a las aplicaciones comerciales con un 37%.

En el estudio propuesto por Vijayasarathy & Butler (2016) busca evaluar de manera empírica hasta qué punto se utilizan las diferentes metodologías de desarrollo de software y determinar asociaciones discernibles entre ciertas características de la organización, el proyecto y, el equipo y las metodologías utilizadas. Los datos recopilados fueron proporcionados por una encuesta anónima en línea, las personas encuestadas eran de diferentes sectores industriales. Los encuestados identificaron las metodologías que se utilizaron en sus proyectos de desarrollo de software, de los cuales, el ciclo de vida del desarrollo de sistemas (cascada) fue la metodología más utilizada citada por el 32,0% de los encuestados. Otras metodologías populares fueron el proceso unificado ágil (AUP), Scrum y el desarrollo impulsado por pruebas (TDD), que se utilizaron en el 28,1%, 20,3% y 19,6% de los proyectos, respectivamente.

De acuerdo con los resultados del artículo mencionado, las metodologías ágiles tienen un alto nivel de uso como grupo, y obtienen un resultado 33,1% en las encuestas realizadas, por otro lado, en esta investigación tenemos un 83,15% de uso de las metodologías ágiles. Esto indica lo importante que son las metodologías ágiles en la actualidad. Aunque en esta revisión las metodologías más utilizadas fueron Scrum con un 36,63%, pero de las personas encuestadas utilizaron más en el desarrollo de sus proyectos fue la de cascada con un 32,0%. Esto muestra que la metodología a usar cada proyecto, debido a que presentan diferentes necesidades, también se debe tomar en cuenta la capacidad y experiencia del equipo de desarrollo.

#### 4. Conclusiones

La importancia de las metodologías ágiles en el desarrollo de software se debe a que las empresas que apuntan a una transformación digital terminan por incluir dichas metodologías para que los productos o servicios tengan una mayor calidad y con un tiempo y coste mucho más reducido.

El bajo empleo de métodos tradicionales se debe a que son muy rigurosas en cada etapa del proceso, es decir imponen una disciplina de trabajo donde el tiempo es un factor importante en cada fase del proyecto, además no se adaptan de forma correcta a cambios, debido a que si se tienen los requisitos claros desde el inicio estos métodos no funcionan de la mejor manera.

Scrum es la metodología que destaca como la más frecuente usada entre las metodologías ágiles, sin embargo, cuando se trata de desarrollos multiplataforma es Mobile-D quien toma protagonismo al ser usada en su mayoría por los desarrolladores.

Se logró identificar que los desarrollos orientados a la gestión académica y la gestión comercial presentaron mayor frecuencia en la literatura revisada.

Se puede concluir que para adoptar una metodología se debe considerar el proyecto en que se aplicará, porque puede presentar diferentes necesidades, se debe tomar en cuenta la capacidad y experiencia del equipo de trabajo para optar por un método o metodología específica, con la posibilidad de combinar varios modelos para tomar las mejores prácticas de las metodologías ágiles y las tradicionales.

## Referencias

- A., & Londoño Marín, S. (2019). Una revisión comparativa de la literatura acerca de metodologías tradicionales y modernas de desarrollo de software. *Revista CINTEX*, 24(2), 13–23. <https://doi.org/10.33131/24222208.334>.
- Accilio Tucto, Y., & Admerson Alberto Abarca, C. (2018). *Implementación de una aplicación móvil mediante la metodología Mobile-D para optimizar la gestión académica del Cetpro San Luis Gonzaga*. 1–125.
- Africa, S., Development, S. A., Acyl, F., Free, T., Area, T., Summit, T., Committee, T. S., Tfta, T., Community, E. A., African, S., Community, D., Market, C., Africa, S., Africa, S., Union, A., Tfta, T., Fta, G., Summit, T., Secretary, C., ... Summary, E. (2020). *Diseño y desarrollo de un aplicativo web para evaluar indicadores de bienestar y productividad en gallinas ponedoras*. Human Relations, 3(1), 1–8. <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&AuthType=ip,shib&db=bth&AN=92948285&site=eds-live&scope=site%0A> [http://bimpectassessment.net/sites/all/themes/bcorp\\_impact/pdfs/em\\_stakeholder\\_engagement.pdf%0A](http://bimpectassessment.net/sites/all/themes/bcorp_impact/pdfs/em_stakeholder_engagement.pdf%0A) <https://www.glo-bus.com/help/helpFiles/CDJ-Pa>
- Agricola, F. D. E. I. (2014). *Universidad nacional del altiplano - puno facultad de ingenieria agricola*.
- Amaya Balaguera, Y. D. (2015). Metodologías ágiles en el desarrollo de aplicaciones para dispositivos móviles. Estado actual. *Revista de Tecnología*, 12(2). <https://doi.org/10.18270/rt.v12i2.1291>
- Amaya, D. (2017). Universidad Nacional Tecnológica De Lima Sur. *Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur*, 1, 1–81. <http://repositorio.untels.edu.pe/handle/UNTELS/166>
- Amaya Santana, N. G., Bolaños Camacho, J. E., & Prieto Moreno, A. (2020). Sistema de información multiplataforma para optimizar los procesos de recepción y comercialización de aguacate hass en la asociación agrobilbao. *Diagonal*, 18(20). [www.ucundinamarca.edu.co](http://www.ucundinamarca.edu.co)
- Anthony, K., & Aguila, T. D. E. L. (2019). *Tarapoto – San Martín – Perú 2019*.
- Aredo, V., Arteaga, A., Benites, C., Gerónimo, W., & Barrial Lujan, A. (2018). Aplicación Móvil Multiplataforma, Para La Publicación De Anuncios De Oferta Y Demanda Laboral En Tiempo Real. *Agroindustrial Science*, 2(2), 126–131. <http://revistas.unitru.edu.pe/index.php/agroindscience/article/view/114/131>



- Arias, J., & Durango-Vanegas, C. (2017). Propuesta de un método para desarrollar Sistemas de Información Geográfica a partir de la metodología de desarrollo ágil SCRUM. *Cuaderno Activa*, 10(1), 29–41.
- Avendaño, E. (2019). Universidad Nacional De Chimborazo. *Ejercicios de Core En La Incontinencia Urinaria Del Adulto Mayor*, 57. <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/677%0Ahttp://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/1381/1/UNACH-EC-AGR-2016-0002.pdf>
- ACOSTA ZAMBRANO, N. E. (2018). Ingeniero En Informática Tema : Software Multiplataforma De Información Turística Georreferenciada. *Este Trabajo Consistió En El Desarrollo de Un Software Multiplataforma de Información Turística Georreferenciada Capaz de Proveer Información a Visitantes Nacionales y Extranjeros Sobre Rutas, Paradas y Destinos Turísticos de Una Zona Determinada, Tomando*, 175.
- Aguilera, R. (2013). Identidad y Diferenciación entre Método y Metodología. *Estudios Políticos*, 28(28), 81–103. [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0185-16162013000100005&lng=es&nrm=iso&tlng=es%0Ahttp://www.scielo.org.mx/pdf/ep/n28/n28a5.pdf](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0185-16162013000100005&lng=es&nrm=iso&tlng=es%0Ahttp://www.scielo.org.mx/pdf/ep/n28/n28a5.pdf)
- Bakhtouchi, A., & Rahmouni, R. (2018). A Tree Decision Based Approach for Selecting Software Development Methodology. *2018 International Conference on Smart Communications in Network Technologies, SaCoNeT 2018*, 211–216. <https://doi.org/10.1109/SaCoNeT.2018.8585699>
- Baldoceda Chavez, J. C. (2017). Desarrollo de un aplicativo móvil basado en la metodología mobile-D para la gestión de reservas del hotel Caribe de Huaral. *Repositorio Institucional - UIGV*. <http://repositorio.uigv.edu.pe/handle/20.500.11818/1800#.X7Lij318Rhk.mendeley>
- Boaventura José, C., Peña Herrera, E., Verdecia Vicet, P., & Fustiel Alvarez, Y. (2016). Elección entre una metodología ágil y tradicional basado en técnicas de soft computing. *Revista Cubana de Ciencias Informáticas*, 10, 145–158.
- Burgos Urquiza, R. (2016). *Software multiplataforma para controlar el prestamo de materiales bibliográficos en las bibliotecas de la Universidad Nacional de Trujillo*. 136(16), 1325. <https://doi.org/10.4045/tidsskr.16.0688>
- Burdino, M. F., Salgado, C., Peralta, M., Sánchez, A., & Ruiz, Á. (2013). Taxonomía de los modelos y metodologías de desarrollo de software más utilizados. *Departamento de Informática Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas y Naturales Universidad Nacional de San Luis*, 62(52), 37–47.
- Capatina, A., Kachour, M., Lichy, J., Micu, A., Micu, A. E., & Codignola, F. (2020). Matching the future capabilities of an artificial intelligence-based software for social media marketing with potential users' expectations. *Technological Forecasting and Social Change*, 151, 1–11. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2019.119794>
- Carrizo, D. & Moller, C. (2018). Estructuras metodológicas de revisiones sistemáticas de literatura en Ingeniería de Software: un estudio de mapeo sistemático. *Ingeniare*, 26, 45-54.

- Cereci, I., & Karakaya, Z. (2018). Need for a Software Development Methodology for Research-Based Software Projects. *UBMK 2018 - 3rd International Conference on Computer Science and Engineering*, 648–651. <https://doi.org/10.1109/UBMK.2018.8566613>
- Céspedes Flores, R. (2014). *Universidad Andina Del Cusco*. 192.
- Choudhary, B., & Rakesh, S. K. (2016). An approach using agile method for software development. *2016 1st International Conference on Innovation and Challenges in Cyber Security, ICICCS 2016, Iicccs*, 155–158. <https://doi.org/10.1109/ICICCS.2016.7542304>
- Cornejo, A. M., & Aldo, L. (2020). “Aplicativo móvil para la ubicación e identificación de Pymes” *Ingeniería de Software*.
- CRISTIAN ANDRÉS, C. S. (2017). *Aplicativo web para los procesos de programación de citas, manejo de historias clínicas y generación de informes del centro de rehabilitación y acondicionamiento físico RYM IPS S.A.S.*
- Cruz, N. (2018). *¿Tradicional o ágil? La metodología ágil como alternativa a la transformación*. Axpe. <https://www.axpe.com/noticias/analisis-y-tendencias/metodologia-hibrida/>
- Cadavid, A. N. (2013). Revisión de metodologías ágiles para el desarrollo de software. *Prospectiva*, 11(2), 30. <https://doi.org/10.15665/rp.v11i2.36>
- Calabria, L., & Píriz, P. (2005). *Programacion Extrema (XP)*. 26. <http://www.ort.edu.uy/facs/pdf/documentodetrabajo18.pdf>
- Calvo-Valverde, L. A. (2015). Metodología iterativa de desarrollo de software para microempresas. *Revista Tecnología En Marcha*, 28(3), 99. <https://doi.org/10.18845/tm.v28i3.2415>
- Camacho, J. G. A. (2014). *ESTUDIO COMPARATIVO DE METODOLOGÍAS DE DESARROLLO DE SOFTWARE*.
- Cataldi, Z. (2000). *Metodología de diseño, desarrollo y evaluación de software educativo*. 75.
- Contreras, R., Villamizar, E., Alberto, L., & Duarte, O. (2011). *Disponible en: http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=133119867009*.
- Del, G., & Gastronomico, T. (2020). “DESARROLLO DE UN APLICATIVO MOVIL CON.
- Díaz, J., & Romero, M. (2017). “Desarrollo E Implementación De Un Aplicativo Web, Utilizando La Metodología Scrum, Para Mejorar El Proceso De Atención Al Cliente En La Empresa Z Aditivos S.A.” *Universidad Autónoma Del Perú*, 220. <http://repositorio.autonoma.edu.pe/handle/AUTONOMA/395>
- Davila, M. (2021). *Implementación de un Modelo de Gestión de Proyectos basado en la aplicación de Metodologías Ágiles para el Grupo de Investigación “KAPANAM” de la Facultad de Ingeniería de Sistemas e Informática de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos*.

- Duarte, A. O., & C, M. R. (2008). Las Metodologías de Desarrollo Ágil como una Oportunidad para la Ingeniería del Software Educativo. *Revista Avances En Sistemas e Informática*, 5(2), 159–171.
- Espejel Carbajal, M. I. (2020). *Resumen del proyecto A.0447*.
- Fajardo, A., Sergio, C., Ortiz, T., & Jenny, Z. (2018). *UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL Desarrollo de aplicativo web basado en herramientas Open Source para proporcionar*.
- Francisco, U., & Santander, D. P. (2019). *CURSOS Y ACTIVIDADES PARA EDUCACIÓN CONTINUA DE LOS PROGRAMAS CIUDAD DE CÚCUTA*.
- Frank van Steenberg, & Tuinhof, A. (2009). 濟無No Title No Title No Title. *Angewandte Chemie International Edition*, 6(11), 951–952.
- Garcés, L., & Egas, L. M. (2013). Evolución de las Metodologías de desarrollo de la Ingeniería de software en el proceso la Ingeniería de Sistemas Software. *Revista Científica y Tecnológica UPSE*, 1(3). <https://doi.org/10.26423/rctu.vii3.29>
- Gonzales Ataucusi, V. (2019). *ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE SISTEMAS “ Sistema de información web para la Selección de Personal en el área de Hilandería en la empresa Nuevo Mundo S . A .”* 0–1.
- González, J. F. (2017). Introducción a las metodologías ágiles Otras formas de analizar y desarrollar. *Cataluña*, 1–56, Creacion: 2013; Recuperado: 1 Febrero 2016. [https://www.exabyteinformatica.com/uoc/Informatica/Tecnicas\\_avanzadas\\_de\\_ingenieria\\_de\\_software/Tecnicas\\_avanzadas\\_de\\_ingenieria\\_de\\_software\\_\(Modulo\\_3\).pdf](https://www.exabyteinformatica.com/uoc/Informatica/Tecnicas_avanzadas_de_ingenieria_de_software/Tecnicas_avanzadas_de_ingenieria_de_software_(Modulo_3).pdf)
- Grandón, E. E., Campos, P. G., Inzunza, R. F., & Ávila Cáceres, F. (2018). A Development Methodologies Recommender System Based on Knowledge from the Software Industry. *Proceedings - International Conference of the Chilean Computer Science Society, SCCS, 2018-Novem*. <https://doi.org/10.1109/SCCS.2018.8705156>
- Hayat, F., Rehman, A. U., Arif, K. S., Wahab, K., & Abbas, M. (2019). The Influence of Agile Methodology (Scrum) on Software Project Management. *Proceedings - 20th IEEE/ACIS International Conference on Software Engineering, Artificial Intelligence, Networking and Parallel/Distributed Computing, SNPD 2019*, 145–149. <https://doi.org/10.1109/SNPD.2019.8935813>
- Heredia, D., Amaya, Y., & Barrientos, E. (2015). Student Dropout Predictive Model Using Data Mining Techniques. *IEEE Latin America Transactions*, 13(9), 3127–3134. <https://doi.org/10.1109/TLA.2015.7350068>
- Hernández, G., Martínez, Á., Argote, I., & Coral, D. (2015). *Metodología adaptativa basada en Scrum: Caso empresas de la Industria de Software en San Juan de Pasto - Colombia*. 28(Diciembre), 211–223.
- Huamancayo, C. ., & Saavedra, F. . (2020). *UNIVERSIDAD RICARDO PALMA Facultad de Ciencias Biológicas*. September, 10. [https://www.sbs.gob.pe/Portals/0/jer/opinion\\_proy\\_leg/Informe-N-053-2020-SAAJ.pdf](https://www.sbs.gob.pe/Portals/0/jer/opinion_proy_leg/Informe-N-053-2020-SAAJ.pdf)

- Hutagalung, A. (2020). DESARROLLO DE UN PROTOTIPO DE APLICACIÓN MÓVIL COMO HERRAMIENTA DE AYUDA DIAGNÓSTICA EN MEDICINA VETERINARIA. *Angewandte Chemie International Edition*, 6(11), 951–952., 2, 5–24.
- Hari, M., & Moore, S. (2015). POSITION PAPER: Using software engineering methodologies to port a scientific code to GPUs: Experiences and lessons learned. *Proceedings - 2015 International Workshop on Software Engineering for High Performance Computing in Science, SE4HPCS 2015*, 60–64. <https://doi.org/10.1109/SE4HPCS.2015.17>
- Inri Hardyanti, Wijoyo Halim, M. M. (2019). *DESARROLLO DE UN APLICACIÓN MÓVIL PARA PROYECTOS ECOLÓGICOS EN MÉXICO*. 1(Abril), 39–40.
- Investigación, L. D. E., & Software, D. D. E. (2020). *Escuela Profesional de Ingeniería de Software*.
- Jandar Perez, M. R. (2017). Facultad de Ingeniería Facultad de Ingeniería. *Ucv*, 358.
- Jiménez Builes, J. A., Ramírez Bedoya, D. L., & Branch Bedoya, J. W. (2019). Metodología de desarrollo de software para plataformas educativas robóticas usando ROS-XP. *Revista Politécnica*, 15(30), 55–69. <https://doi.org/10.33571/rpolitec.v15n30a6>
- Juan Guillermo, R. P. (2019). *MULTIPLATAFORMA QUE PERMITE ADMINISTRAR NEGOCIOS Y OFERTAS , BASADO EN TECNOLOGÍAS MODERNAS , PARA LA EMPRESA ACCENTURE LTDA Autor Juan Guillermo Restrepo Pineda Universidad de Antioquia Facultad de Ingeniería , Departamento de Ingeniería de Sistemas Mede*.
- JUAN SEBASTIAN, V. V. (2019). *2020\_Aplicativo\_móvil\_gestión.pdf*.
- Kahl, J. D. W., Kulkarni, R., Jenamani, R. K., Pithani, P., Konwar, M., Nigam, N., Ghude, S. D., Types, A., Properties, O., Phase, G., Phase, C., Particles, S., Aerosols, A., Particles, P., Activity, C., France, O. B., France, C. G., Germany, C. H., Uk, A. J., ... Salma, I. (2019a). DESARROLLO DE APLICACIÓN WEB DE FACTURACIÓN Y CONTROL DE SERVICIO TÉCNICO PARA LA EMPRESA MASTERELECTRONICS. *Time*, 6(3), 198.
- Kahl, J. D. W., Kulkarni, R., Jenamani, R. K., Pithani, P., Konwar, M., Nigam, N., Ghude, S. D., Types, A., Properties, O., Phase, G., Phase, C., Particles, S., Aerosols, A., Particles, P., Activity, C., France, O. B., France, C. G., Germany, C. H., Uk, A. J., ... Salma, I. (2019b). DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DE UN APLICATIVO WEB PARA LA MEJORA DE LA GESTIÓN ACADÉMICA DEL CENTRO DE EDUCACIÓN TÉCNICO-PRODUCTIVA HUACHO, 2019. *Time*, 6(3), 198.
- KAREN FAISURY, B. S. (2019). *APLICATIVO WEB PARA LA CARACTERIZACION DE LAS NECESIDADES Y REQUERIMIENTOS DEL ENTORNO LABORAL EN EL AREA DE DESARROLLO DE SOFTWARE EN EL MUNICIPIO DE SOACHA*. 20.

- Kahl, J. D. W., Kulkarni, R., Jenamani, R. K., Pithani, P., Konwar, M., Nigam, N., Ghude, S. D., Types, A., Properties, O., Phase, G., Phase, C., Particles, S., Aerosols, A., Particles, P., Activity, C., France, O. B., France, C. G., Germany, C. H., Uk, A. J., ... Salma, I. (2019c). REALIZAR UNA APLICACIÓN WEB Y MÓVIL MEDIANTE LA REVISIÓN DE METODOLOGÍAS DE DESARROLLO DE SOFTWARE QUE PERMITA RENTAR ARTÍCULOS DE USO OCASIONAL. *Time*, 6(3), 198.
- Koc, G., & Aydos, M. (2017). *Trustworthy scrum: Development of secure software with scrum*. 244–249. <https://doi.org/10.1109/ubmk.2017.8093383>
- LAURA ANDREA, G. G. (2020). DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN ANDROID QUE PUEDA SERVIR COMO HERRAMIENTA DENTRO DE LA GESTION DE PROYECTOS DE CONSTRUCCION BAJO LA OPTICA DE LA METODOLOGIA BIM. LAURA ANDREA, GARZON GARCIA, 5–24.
- Lavanya, B. (2020). *An Evaluation To Determine The Extent and Level Of Agile Software Development Methodology Adoption and Implementation In the botswana Software Development Industry*. 3, 320–325.
- Legowo, M. B., Indiarto, B., & Prayitno, D. (2019). Agile Software Methodology with Scrum for Developing Quality Assurance System. *Proceedings - 2019 2nd International Conference of Computer and Informatics Engineering: Artificial Intelligence Roles in Industrial Revolution 4.0, IC2IE 2019*, 104–109. <https://doi.org/10.1109/IC2IE47452.2019.8940831>
- Leiva Mundaca, I., & Villalobos Abarca, M. (2015). Método ágil híbrido para desarrollar software en dispositivos móviles. *Ingeniare*, 23(3), 473–488. <https://doi.org/10.4067/S0718-33052015000300016>
- Lionetto, F., Pappadà, S., Buccoliero, G., Maffezzoli, A., Marszałek, Z., Sroka, R., Stencil, M., Buser, Y. M., Groupe, W. J. B., Vrugink, E., Sacchetti, F., Akkerman, R., Rudolf, R., Mitschang, P., Neitzel, M., Xu, X., Ji, H., Qiu, J., Cheng, J., ... Dhondt, M. C. (2020). APLICATIVO MÓVIL CON INTEGRACIÓN A SAP BAJO LA PLATAFORMA ANDROID PARA EL CONTEO Y RECONTEO DE INVENTARIOS FÍSICOS WM DE LA EMPRESA PLASTICAUCHO INDUSTRIAL S.A. *Composites Part A: Applied Science and Manufacturing*, 68(1), 1–12. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ndteint.2014.07.001><https://doi.org/10.1016/j.ndteint.2017.12.003><http://dx.doi.org/10.1016/j.matdes.2017.02.024>
- López Mesa, J. (2018). *Análisis de sentimientos y reconocimiento de entidades en Twitter*. <http://riull.ull.es/xmlui/handle/915/9401>
- López Padilla, N., Arrieta Mórelo, Á. M., & Giraldo Cardozo, J. C. (2020). *Desarrollo De Un Aplicativo Web App Progresivo Para La Divulgación De Contenidos Institucionales, Académicos Y Culturales De La Universidad De Córdoba*. 45.
- Mandriaga, C., Rivero, Y., & Leyva, A. (2016). Propuesta metodológica para desarrollo de software educativo en la Universidad de Holguín / Methodological proposal for educational software development in the University of Holguin. *Ciencias Holguín, Revista Trimestral*, 22(4), 5. <http://www.redalyc.org/pdf/1815/181548029003.pdf>



- Mario Luis, M. D. (2018). *Desarrollo De Una Aplicación Web Para La Gestión Del Gimnasio Con Servicio De Nutrición Del Cantón Milagro Provincia Del Guayas* (pp. 1–28). [http://repositorio.unemi.edu.ec/bitstream/123456789/4375/1/DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN WEB PARA LA GESTIÓN DEL GIMNASIO.pdf](http://repositorio.unemi.edu.ec/bitstream/123456789/4375/1/DESARROLLO_DE_UNA_APLICACION_WEB_PARA_LA_GESTION_DEL_GIMNASIO.pdf)
- Miranda, C. N., Romero, J. M., Rivera Rodríguez, G., & Lascano, J. T. (2020). VERSIÓN: PUBLICACIÓN ANTICIPADA / PRE-PRINT Desarrollo de un aplicativo móvil para el control de contagiados de Covid-19 Mobile app development for the control of people infected by Covid-19. *Investigación & Desarrollo*, 13(1), 43–55.
- Molina Montero, B., Vite Cevallos, H., & Dávila Cuesta, J. (2018). Metodologías ágiles frente a las tradicionales en el proceso de desarrollo de software. *Espirales Revista Multidisciplinaria de Investigación*, 2(17), 114–121.
- Moncada, C., & Vacca, J. (2010). *Universidad Francisco de Paula Santander*. 109. [https://www.academia.edu/31615930/BOMBAS\\_CENTRIFUGAS\\_CONECTADAS\\_EN\\_SERIE\\_Y\\_EN\\_PARALELO](https://www.academia.edu/31615930/BOMBAS_CENTRIFUGAS_CONECTADAS_EN_SERIE_Y_EN_PARALELO)
- Mushashu, E. T., & Mtebe, J. S. (2019). Investigating Software Development Methodologies and Practices in Software Industry in Tanzania. *2019 IST-Africa Week Conference, IST-Africa 2019*, 1, 1–11. <https://doi.org/10.23919/ISTAFRICA.2019.8764884>
- Maida, E., & Pacienza, J. (2015). Metodologías de desarrollo de software. *Biblioteca Digital de La Universidad Católica Argentina*, 116. <http://bibliotecadigital.uca.edu.ar/repositorio/tesis/metodologias-desarrollo-software.pdf>
- Mathur, B., & Satapathy, S. M. (2019). An analytical comparison of mobile application development using agile methodologies. *Proceedings of the International Conference on Trends in Electronics and Informatics, ICOEI 2019, 2019-April* (Icoei), 1147–1152. <https://doi.org/10.1109/icoei.2019.8862532>
- Mendes Calo, K., Estevez, E. C., & Fillotrani, P. R. (2010). Evaluación de metodologías ágiles para desarrollo de software. *XII Workshop de Investigadores En Ciencias de La Computación*, 455–459. <http://hdl.handle.net/10915/19546>
- MENDEZ INTRIAGO, J. A. (2017). *DISEÑO Y DESARROLLO DE UN REPOSITORIO WEB MULTIPLATAFORMA DE SOFTWARE LIBRE, PERTENECIENTE A LA CARRERA DE ANÁLISIS DE SISTEMAS PARA EL INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TECNOLOGÍA BOLIVARIANO EN EL PERIODO ACADÉMICO ACTUAL*.
- Méndez Nava, E. M. (2006). *Modelo de evaluación de metodologías para el desarrollo de software*. 50. <http://biblioteca2.ucab.edu.ve/anexos/biblioteca/marc/texto/AAQ7365.pdf>
- Molina Montero, B., Vite Cevallos, H., & Dávila Cuesta, J. (2018). Metodologías ágiles frente a las tradicionales en el proceso de desarrollo de software. *Espirales Revista Multidisciplinaria de Investigación*, 2(17), 114–121.

- Molina Ríos, J. R., Zea Ordóñez, M. P., Contento Segarra, M. J., & García Zerda, F. G. (2018). Comparación De Metodologías En Aplicaciones Web. *3C Tecnología\_Glosas de Innovación Aplicadas a La Pyme*, 7(1), 1–19. <https://doi.org/10.17993/3ctecno.2018.v7n1e25.1-19>
- Morales García, I. (2015). Metodologías de Desarrollo Software. ¿Tradicional o Ágil? *Moleqla*, 19, 17–18. <http://www.upo.es/MoleQla>
- Moreira Pinargote, F. A., Chancay Giler, J. E., Pinargote Navarrete, C. L., & Cruz Felipe, M. del R. (2019). Propuesta metodológica para el desarrollo de software en proyectos de titulación en la especialidad de Ingeniería en Sistemas Computacionales. *IJERI: International Journal of Educational Research and Innovation*, 12, 76–89. <https://doi.org/10.46661/ijeri.4168>
- Moyo, S., & Mnkandla, E. (2020). A Novel Lightweight Solo Software Development Methodology with Optimum Security Practices. *IEEE Access*, 8, 33735–33747. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.2971000>
- Navarro, M. M. E., Moreno, M. M. P., Aranda, L. J., Parra, L. L., Rueda, L. J. R., Pantano, J. C., & J, D. D. I. F. C. E. F. N. U. N. S. (2016). *Selección de Metodologías Ágiles e Integración de Arquitecturas de Software en el Desarrollo de Sistemas de Información*. 632–636.
- NAYSHA LESLIY ESTHER, C. M. (2014). *APLICACIÓN MÓVIL DE REALIDAD AUMENTADA, UTILIZANDO LA METODOLOGÍA MOBILE-D, PARA EL ENTRENAMIENTO DE TÉCNICOS DE MANTENIMIENTO DE MAQUINARIA PESADA EN LA EMPRESA ZAMINE SERVICE PERU SAC*.
- Okonkwo, W. C., & Huisman, M. (2018). The Use of System Development Methodologies in the Development of Mobile Applications: Are they Worthy of Use? *Proceedings - International Computer Software and Applications Conference*, 2, 278–283. <https://doi.org/10.1109/COMPSAC.2018.10243>
- Penadés, M., & Letelier Torres, P. (2019). Metodologías ágiles para el desarrollo de software: eXtreme Programming (XP). *Técnica Administrativa*, 5(26), 1.
- Perez, F. (2017). APLICATIVO WEB PARA PRESENTACION DE PRUEBAS SEMESTRALES DE LA INSTITUCION EDUCATIVA TECNICA SUMAPAZ. *מב 1777קק77*, 549, 40–42.
- Pijuango, J. E. A. (2020). Estudio De La Herramienta De Desarrollo Móvil Xamarin, Mediante La Creación De Un Aplicativo Multiplataforma Para Orientación E Información Turística Del Cantón Cotacachi. *Universidad Técnica Del Norte*, 1–27. <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/10292>
- Pilay, D. D. (2019). *UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL Previa a la obtención del Título de*. 260.
- Penadés, M., & Letelier Torres, P. (2006). Metodologías ágiles para el desarrollo de software: eXtreme Programming (XP). *Técnica Administrativa*, 5(26), 1.

- Pérez, O. (2011). Cuatro enfoques metodológicos para el desarrollo de Software RUP – MSF – XP - SCRUM. *Inventum*, 10, 64–78.
- Pinzón, S., & Carlos, J. (2006). La Gestión, Los Procesos Y Las Metodologías De Desarrollo De Software. *La Gestión, Los Procesos Y Las Metodologías De Desarrollo De Software*, 2(2), 82–100. <https://doi.org/10.14483/2322939X.4094>
- Prieto-Bustamante, F., & Prieto-Bustamante, F. (2020). Estimación de esfuerzo en desarrollo de software ágil: Estudio del estado actual en Bogotá. *Iteckne*, 17(2), 110–131. [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1692-17982020000200110&lang=es](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1692-17982020000200110&lang=es)
- Quezada-Sarmiento, P. A. (2017). Implementation of a web and mobile solution for vehicular management based on Aspects Architecture and Agile Methodologies: An educational approach from theory to practice. *RISTI - Revista Iberica de Sistemas e Tecnologias de Informacao*, 2017(25), 98–111. <https://doi.org/10.17013/risti.25.98-111>
- Quituzaca-correa, P. C., & Educacional, L. (2020). *Ciencias Técnicas y Aplicadas Artículo de investigación*. 6, 327–341.
- R, E. A. G. (2020). *Plataforma Web de Trabajo Colaborativo Para el Diseño de Unidades Didácticas Para la Educación Básica*. 1–10.
- Rodas Alarcón, A. (2018). Aplicación móvil con realidad aumentada, para el guiado turístico del centro arqueológico de Sondor en Andahuaylas. *Agroindustrial Science*, 124. [https://repositorio.unajma.edu.pe/bitstream/handle/123456789/332/Andres\\_Tesis\\_Bachiller\\_2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.unajma.edu.pe/bitstream/handle/123456789/332/Andres_Tesis_Bachiller_2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- ROJAS, H. D. (2017). IMPLEMENTACIÓN DE UN JUEGO SERIO MULTIPLATAFORMA PARA EL DESARROLLO DE LA ORIENTACIÓN ESPACIAL EN NIÑOS DE 6 A 8 AÑOS. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 21(2), 1689–1699. <https://www.oecd.org/dac/accountable-effective-institutions/Governance Notebook 2.6 Smoke.pdf>
- Rodríguez Gómez, R. E. (2018). *MCPDev : Metodología para la reutilización de la experiencia web a los desarrollos multiplataforma*.
- Ruiz Enríquez, L., Farías Palacín, E., Flores, F., Líder, E., Honores Solano, C., Llanos Muñoz, R., López Cordero, W., Medina Luna, V. O., Olivos Colchado, C., Torres Quito, C., Velásquez Soto, G., & Zúñiga Ángeles, A. (2017). *Metodología de desarrollo de software*. Universidad Católica Los Ángeles Chimbote, 1, 1–39.
- Ruk, S. A., Khan, M. F., Khan, S. G., & Zia, S. M. (2019). *A survey on Adopting Agile Software Quality*. 1–5.
- Sebastián, J., Mora, M., Javeriana, P. U., Sebastián, J., Mora, M., Del, M., Grado, T. D. E., Para, R., & Uno, C. (2017). *CIS1710APO2 – Aplicación Práctica*.
- Singh, J., Bagga, S., & Kaur, R. (2020). Software-based Prediction of Liver Disease with Feature Selection and Classification Techniques. *Procedia Computer Science*, 167(2019), 1970–1980. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2020.03.226>



- Sonny Eli Zaluchu. (2021). *APLICACIÓN MOVIL MULTIPLATAFORMA PARA LA GESTIÓN DE SERVICIOS DE PUBLICIDAD Y DELIVERY DE LA EMPRESA FM MULTISERVICIOS*. 3(2), 6.
- Shehab Farhan, A. R., & Mostafa Mostafa, G. M. (2018). A Methodology for Enhancing Software Security during Development Processes. *21st Saudi Computer Society National Computer Conference, NCC 2018*, 1–6. <https://doi.org/10.1109/NCC.2018.8593135>
- Sultania, A. K. (2015). Developing software product and test automation software using Agile methodology. *Proceedings of the 2015 3rd International Conference on Computer, Communication, Control and Information Technology, C3IT 2015*. <https://doi.org/10.1109/C3IT.2015.7060120>
- Vázquez, N. (2015). Universidad de guayaquil. *La Evasión Tributaria E Incidencia En La Recaudación Del Impuesto a La Renta De Personas Naturales En La Provincia Del Guayas, Periodo 2009-2012, PROYECTO DE FACTIBILIDAD TÉCNICA, ECONÓMICA Y FINANCIERA DEL CULTIVO DE OSTRA DEL PACÍFICO EN LA PARROQUIA MANGLARALTO, CANTÓN SANTA ELENA, PROVINCIA DE SANTA ELENA*, 136.
- Vargas, A. Y. L. (2017). *Aplicación móvil para el uso del marketing digital, dirigido a empresas en el Caquetá “App PubliCaq.”* FACCEA. <http://www.udla.edu.co/revistas/index.php/faccea/article/view/650/721>
- Vera Paredes, D. A., Córdova Martínez, L. C., López Bermúdez, R. M., & Pacheco Mendoza, ; Silvia Rosa. (2019). Análisis de la metodología RUP en el desarrollo de software académico mediante la herramienta DJANGO. *Recimundo*, 3(2), 664–679. [https://doi.org/10.26820/recimundo/3.\(2\).abril.2019.964-979](https://doi.org/10.26820/recimundo/3.(2).abril.2019.964-979)
- Villamil, X., & Guarda, T. (2019). App Móvil Desarrollada con Metodología Ágil para IoT Controlada desde una Red LAN/WAN con Placa de Desarrollo de Hardware Libre (Arduino). *Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação*, 17, 379–392.
- Villotam, V. S. (2015). *Estudio de la herramienta IBM Worklight studio para el desarrollo de aplicaciones móviles multiplataforma con aplicativo de consulta de notas, libros y sílabos en el instituto tecnológico superior “José Chiriboga Grijalva*. 117. <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/4653>.
- Vijayasathya, L. R., & Butler, C. W. (2016). Choice of Software Development Methodologies: Do Organizational, Project, and Team Characteristics Matter? *IEEE Software*, 33(5), 86–94. <https://doi.org/10.1109/MS.2015.26>

# Uso de las métricas de Gartner para medir el rendimiento de las plataformas de automatización robótica de procesos RPA

Luis Coaboy<sup>1</sup>, Jorge Basurto<sup>2</sup>, Aura Zambrano<sup>3</sup>, Fernando Moreira<sup>4</sup>, Joffre Moreira<sup>5</sup>

[luis.coaboy@espam.edu.ec](mailto:luis.coaboy@espam.edu.ec); [jorge.basurto@espam.edu.ec](mailto:jorge.basurto@espam.edu.ec); [azambrano@espam.edu.ec](mailto:azambrano@espam.edu.ec); [fmoreira@espam.edu.ec](mailto:fmoreira@espam.edu.ec); [jmoreira@espam.edu.ec](mailto:jmoreira@espam.edu.ec)

<sup>1</sup> Grupo de Investigación SISCOM, Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí (ESPAM-MFL), Calceta, EC130206, Manabí, Ecuador

**Pages: 46-60**

**Resumen:** El objetivo de esta investigación es la evaluación de las plataformas de automatización robótica de procesos a través de un algoritmo en sitios web inestables, para facilitar la selección de una plataforma eficiente de acuerdo con las necesidades de cada organización. En el desarrollo se empleó el método deductivo que permitió identificar y definir las plataformas de automatización de procesos a evaluar; posteriormente, se emplearon las fases de codificación y pruebas de la metodología XP (Extreme Programming), se desarrolló el algoritmo y se validó la ejecución respectivamente en cada una de las plataformas RPA (Robotic Process Automation) seleccionadas. Finalmente, se estableció la métrica de evaluación de Gartner que proporcionó características que permitieron una comprensión con mayor detalle de las plataformas. La plataforma con la mayor puntuación con base en accesibilidad, uso de recursos y tiempo al realizar la automatización fue IRPA (Intelligent Robotic Process Automation).

**Palabras-clave:** Automatización robótica de procesos, RPA, cuadrante mágico de Gartner, Inestabilidad web, algoritmo

## *Using Gartner Metrics to Measure Performance of RPA Robotic Process Automation Platforms*

**Abstract:** The goals of this research is the evaluation of robotic process automation platforms through an algorithm on unstable websites, to facilitate the selection of an efficient platform according to the needs of each organization. In the development, the deductive method was used, which allowed the identification and definition of the process automation platforms to be evaluated; Subsequently, the coding and testing phases of the XP (Extreme Programming) methodology were used, the algorithm was developed and the execution was validated respectively on each of the selected RPA (Robotic Process Automation) platforms. Finally, the Gartner evaluation metric was established that provided characteristics that allowed a more detailed compression of the platforms. The platform with the highest score based on accessibility, resource use and time to automate was IRPA (Intelligent Robotic Process Automation).

**Keywords:** Robotic Process Automation, RPA, Gartner Magic Quadrant, Web Instability, Algorithm

## 1. Introducción

Las organizaciones están orientadas a la búsqueda de reducción de costos con miras al aumento de sus utilidades. Entre los factores que pueden generar mayor impacto en dichos costos están los errores humanos, tiempos no productivos, capacitaciones constantes a los empleados y la mala organización del personal en tareas repetitivas que se presentan comúnmente. Según Delgado (2019), para la implementación de un modelo de servicios que responda de manera eficaz al objetivo de las organizaciones, se puede recurrir a la tecnología RPA.

RPA es un término general para las herramientas que operan en la interfaz de usuario de otros sistemas informáticos como lo haría un humano (Van Der Aalst et al., 2018). Esto es complementado por Gómez (2020), quien indica que RPA es una metodología que sirve para automatizar procesos, permitiendo crear robots de software que ejecuten tareas basadas en reglas lógicas, repetitivas y de grandes volúmenes, sustituyendo la actividad de un operador de negocio. Adicionalmente Lacity et al. (2015), afirma que RPA es la próxima ola de innovación, que cambiará la tercerización, para los procesos comerciales.

Estas herramientas permiten vincular aplicaciones, eliminando errores de claves, acelerando procesos y reduciendo costos como indica Ray et al. (2019); lo que complementa Devarajan (2018), afirmando que RPA puede ayudar a las empresas a resolver sus desafíos de automatización que se basan en reglas repetitivas; lo que así mismo Blue Prism (2018) y WorkFusion (2018) aseveran, denotando que RPA permite agilizar los procesos para satisfacer las necesidades de los clientes, permitiéndoles operar eficazmente en sus entornos de trabajo.

RPA ha documentado excelentes resultados en diferentes campos de aplicación, fundamentados por trabajos como: “Gestión de proyectos de consultoría en tecnología”, “Automatización robótica de procesos en recursos humanos”, “Indicadores de coyuntura bancaria en Colombia”, “Obtención de registros en medidores de energía” (Pérez, 2019; Balasundaram & Venkatagiri, 2020; Londoño, 2019 y Castillo, 2019).

Según Auth et al. (2019) y Gutiérrez (2019), existen diferentes soluciones RPA disponibles en el mercado como productos de software, cada una de estas con diversas limitaciones, objetivos y niveles de madurez. Por lo que es de suma importancia conocer estas tecnologías para realizar una elección adecuada según sea necesario.

Gartner es una empresa dedicada principalmente a la consultoría y a la investigación de las tecnologías de la información, que ha realizado una categorización de las diferentes herramientas de automatización en la cual se indica su valoración basándose en criterios que se consideran fundamentales en una plataforma RPA como son: compatibilidad, implementación, escalabilidad, licencia y seguridad (Gartner Inc., 2018).

El proyecto propuesto plantea realizar una valoración de las plataformas con la elaboración de un algoritmo de evaluación aplicado a un sitio web inestable para medir

el rendimiento de estas tecnologías RPA tomando en cuenta los criterios utilizados por Gartner Inc.

Los resultados de esta evaluación pretenden contribuir a las organizaciones al momento de seleccionar una solución RPA para llevar a cabo la automatización de algunos procesos.

## **2. Materiales y Métodos**

### **2.1. Primera fase: levantamiento de información sobre las plataformas RPA**

Se realizó una indagación sobre la lista de las plataformas RPA, y por consiguiente se efectuó un análisis individual, identificando ciertos criterios como: tipo de proceso, áreas del mercado, plataforma de desarrollo y entorno de trabajo, además se evaluó las características de compatibilidad, implementación, escalabilidad, licencia y seguridad, con la finalidad de elegir las plataformas adecuadas para realizar la evaluación respectiva al proceso de selección de empresas con base al dato de entrada como el CIU (Clasificación Industrial Internacional Uniforme De Todas Las Actividades Económicas) de una compañía específica para el desarrollo de la investigación.

Adicionalmente, se hizo uso del método bibliográfico; este método permitió hacer una exhaustiva revisión de diferentes fuentes como: artículos científicos, libros, tesis, reportes y sitios web que brindan información relevante sobre cada una de las plataformas de automatización de procesos robóticos (RPA).

Al mismo tiempo se aplicó el método analítico; este se utilizó para realizar una revisión exhaustiva de cada una de las características de las plataformas de automatización RPA y comprender sus funcionalidades y características que poseen, con la finalidad de elegir la que más se ajuste al proceso seleccionado para llevar a cabo el desarrollo del presente trabajo.

Además, se utilizó la metodología XP (Programación Extrema) que según Vélchez y Cubas (2018), es adaptativa porque se ajusta a los cambios que se producen en la ejecución del desarrollo de software, además se propone desarrollar el algoritmo de forma que su diseño, arquitectura y codificación permitan incorporar modificaciones añadir funcionalidades nuevas sin que este tenga mucho impacto en la calidad del mismo; para el desarrollo del presente trabajo se hizo uso de dos fases que corresponden a desarrollo y pruebas.

### **2.2. Segunda fase: diseñar el algoritmo del proceso de automatización a evaluar**

Se estableció el proceso, y todas sus implicaciones, así como los parámetros de aceptación, estos últimos se refieren a la ejecución de cada una de las actividades que debe realizar el proceso definido.

Desarrollo (XP): Para la esquematización del algoritmo del proceso se procedió a maquetar un diagrama de flujo con cada una de las actividades a realizar por la automatización utilizando Lucidchart, la cual es una herramienta de diagramación basada en la web que

permite a colaboradores trabajar juntos en tiempo real para crear diferentes tipos de diagramas (Lucidchart, 2020), este diagrama se tomará como referencia estándar para los procedimientos necesarios que debe realizar la automatización en cada plataforma para darse como válida su funcionamiento.

### **2.3. Tercera fase: aplicar el algoritmo en las plataformas RPA en sitios web inestables**

Para obtener una automatización funcional que se ajuste a las necesidades descritas en el flujo del proceso, se establecieron avances con base en las funcionalidades siguiendo la secuencia del flujo, esto permitió realizar una implementación óptima en las diferentes plataformas RPA, y de las posibles validaciones y procedimientos adicionales que se presentaron durante el proceso se pudieron incorporar sin ningún problema gracias a su estructura basada en funcionalidades separadas.

Pruebas (XP): Se elaboró una tabla con las lista de actividades que debe cumplir la automatización y se fueron marcando con visto las que se fueran cumpliendo a cabalidad, para así determinar posibles modificaciones del flujo del proceso que se fueron incorporando durante el desarrollo, además de mejorar el rendimiento y la eficiencia de la automatización, de igual forma se realizaron ejecuciones al estar finalizada la automatización, para comprobar que el proceso completo se ejecute correctamente.

Finalmente se generó una matriz de pruebas donde se evidencia el cumplimiento de cada una de las actividades para cada plataforma, donde se listan las actividades realizadas satisfactoriamente, esto permite corroborar que se dio cumplimiento con el flujo inicialmente propuesto.

### **2.4. Cuarta fase: evaluar el desempeño de cada una de las plataformas RPA mediante las métricas de evaluación de gartner**

Para la última fase del presente proyecto fue necesaria la recolección de ciertos datos durante la ejecución de las automatizaciones en cada una de las tecnologías RPA, esta información corresponde al uso de recursos físicos del computador como cantidad de memoria RAM y porcentaje del CPU utilizado para la ejecución, además del tiempo total utilizado para que la automatización se ejecutara por completo.

Luego se procedió a la valoración de los parámetros de compatibilidad, implementación, escalabilidad, licencia y seguridad; estos datos representan los factores más importantes que se deben tomar en cuenta al momento de elegir una plataforma de automatización, mismos que personifican una visión más amplia de los criterios que Gartner utiliza para crear una vista del Cuadrante Mágico (Gartner, 2016).

## **3. Resultados**

**Fase 1:** Se realizó una búsqueda de información sobre las plataformas de automatización robótica de procesos (RPA), para esto se tomó como punto de partida el cuadrante mágico de Gartner, donde se listan las plataformas del mercado.



Figura 1 – Cuadrante mágico de Gartner

Las tecnologías RPA son una fuerza emergente que está revolucionando el mercado, por lo que existe una enorme cantidad de herramientas de automatización, lo que el cuadrante mágico de Gartner permitió centrarse de forma más eficiente en cada una de ellas y a través de un análisis determinar las más adecuadas.

Nº	Plataforma	Tipo proceso		Mercado		Plataforma base
		Back office	Front office	Público	Privado	
1	Blueprism	X		X		Microsfot .net framework
2	Automation anywhere	X	X		X	Basada en scripts
3	Uiopath	X	X		X	Python, c#, java
4	Nice	X	X	X		
5	Kofax	X	X	X		Java, python
6	Pegasystem	X	X	X		Pega plataforma™
7	Workfusion	X	X		X	Groovy
8	Agility	X	X		X	
9	Irpa	X	X		X	

Tabla 1 – Información sobre las plataformas RPA

En la tabla 2 se observa las áreas específicas de los procesos que se han automatizado en cada una de las plataformas. Como se puede observar el mercado financiero es el que más solicita los servicios de automatización RPA, sin embargo, se demuestra gran diversidad en cuanto al uso de estas en las demás áreas.

Nº	Plataforma	Servicio financiero	Comunicación	Fabricación	Salud	Gobierno	Seguro y valores	Transporte	Logística	Servicio público
1	Blueprism	X	X	X	X					
2	Automation anywhere	X		X	X		X			
3	UiPath	X	X		X					
4	Nice	X	X		X	X				
5	Kofax	X		X				X	X	
6	Pegasystem	X	X							
7	Workfusion	X			X					
8	Agility	X								
9	Irpa	X								X

Tabla 2 – Histórico de procesos automatizados por las plataformas RPA

En la table 3 se muestra las características que son de mayor relevancia en una plataforma de desarrollo RPA para un proyecto de automatización, utilizadas por Ray et al. (2019), para denotar el alcance de cada una.

Nº	Plataforma	Características				
		Compatibilidad	Implementación	Escalabilidad	Licencia	Seguridad
1	Automation anywhere	X	X	X	X	X
2	Blueprism	X	X	X	X	X
3	UiPath	X	X	X	X	X
4	Nice	X	X			X
5	Kofax	X	X		X	X
6	Pegasystem	X			X	X
7	Workfusion	X	X	X	X	X
8	Agility	X	X	X		X
9	Irpa	X	X	X	X	X

Tabla 3 – Características de las plataformas RPA

Para realizar la evaluación planteada se utilizaron cuatro de las nueve plataformas que fueron analizadas, donde se plantearon varios requisitos, uno de los principales fue la disponibilidad de acceso a cada una de ellas por lo cual se concluyó que: AGILITY, Automation Anywhere, IRPA y UIPATH, son las más accesibles, por sus pruebas gratuitas y porque dispone de licencias para llevar a cabo el desarrollo, además de que cuentan con una gran gama de documentación que facilita el desarrollo.

1. AGILITY, dispone de una licencia de desarrollo, posee gran prestigio por ser muy accesible económicamente hablando de sus licencias, además cuenta un equipo de soporte muy especializado que siempre trata de atender las sugerencias y problemas de sus consumidores.
2. AUTOMATION ANYWHRE, es uno de los líderes del mercado de automatización, con gran trascendencia y ofrece una simplicidad en el desarrollo, con una buena gama de herramientas que facilitan la automatización e integración con otros sistemas, además cuenta con prueba gratuita de 30 días.

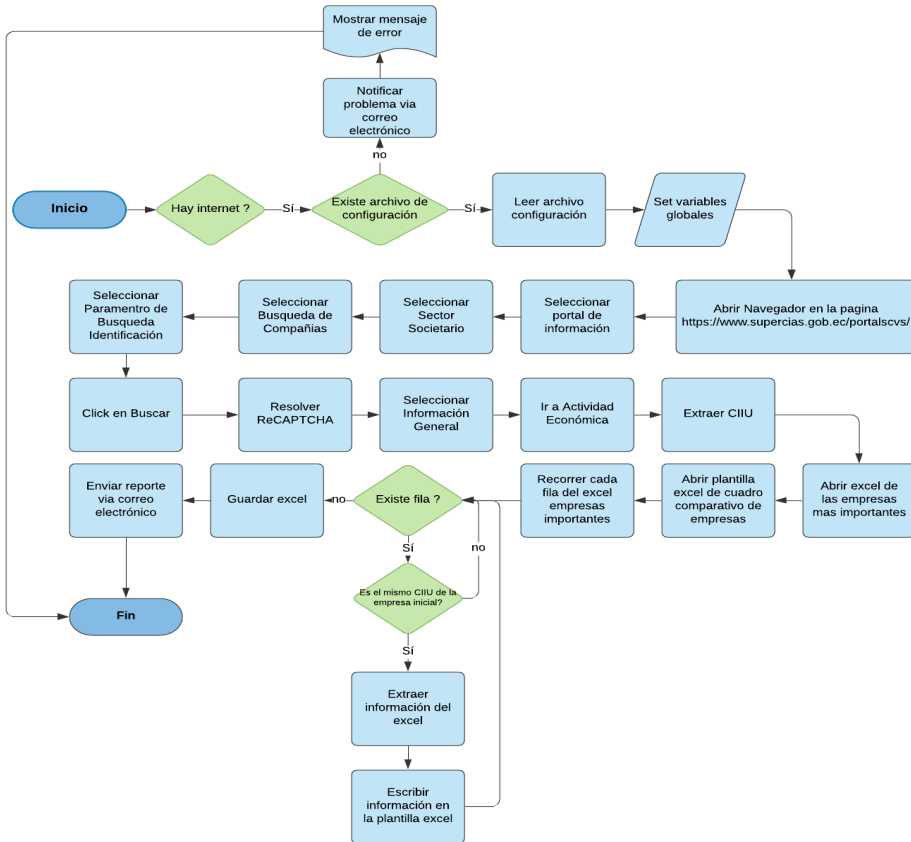


Figura 2 – Diagrama de flujo del proceso de consulta de información y obtención de listas de principales competidores



3. IRPA, es una tecnología bastante nueva pero que genera grandes expectativas, pues viene de la mano de la gran empresa SAP (Systems, Applications, Products in Data Processing), ofreciendo una enorme gama de características, además cuenta con cursos de preparación y una prueba gratuita de 30 días para familiarizarse y entender la herramienta en la práctica.
4. UIPATH, cuenta con una licencia para estudiantes, cursos gratuitos de capacitación, demo de su producto dedicado al ámbito empresarial, así como la nube administrativa de la misma.

**Fase 2:** Consistió en automatizar el proceso de búsqueda del tipo de actividad económica de una empresa con base al RUC (Registro Único del Contribuyente) y utilizarlo para construir un ranking de empresas que cuenten con la misma actividad económica.

**Fase 3:** El algoritmo fue aplicado a cuatro plataformas de automatización de procesos robóticos que son: AGILITY, AUTOMATION ANYWHERE, IRPA, UIPATH, donde se utilizaron una serie de pasos para llevar a cabo el proceso a automatizar, en la tabla 4 se describe de forma secuencial los pasos que tiene que hacer el robot para terminar de manera correcta la tarea.

PASOS DEL ALGORITMO	
<b>Valida los insumos</b>	Lee archivo configuración
	Valida archivo reporte ranking
	Valida archivo plantilla
<b>Navegador</b>	Abre el navegador
	Selecciona sector societario y búsqueda de compañías
	Selecciona el tipo de búsqueda por identificación
	Resuelve recaptcha
	Abre información general
	Extrae CIU de la empresa
<b>Excel</b>	Abre los archivos Excel
	Compara los CIU
	Escribe datos en la plantilla
	Obtiene información correcta sobre la maquina y recursos usados
<b>Correo</b>	Guarda reporte con el número del CIU
	Enviar reporte mediante correo electrónico
	Notifica algún inconveniente vía correo electrónico

Tabla 4 – Pasos del algoritmo para cada plataforma RPA

**Archivos de insumos:** son archivos iniciales importantes que deberán de existir para el correcto funcionamiento del robot, estos archivos pueden ser documentos (.pdf, .xml, .ini, .docx ...), dentro de la automatización se utilizaron tres archivos que son:

- configuración.ini que permitió dar los parámetros iniciales para empezar la ejecución.
- plantilla.xlsx es un documento utilizado para generar los reportes finales que serán enviados mediante un email.
- reporteRanking.xlsx este archivo contiene la información necesaria sobre las empresas a nivel nacional.

**Validación de archivos:** se utilizó en todas las plataformas solo hay variaciones en la manera de realizarse o aplicarse; esto permite verificar que existan los archivos insumos.

**Apertura de un navegador:** en este apartado se mostrará las configuraciones de como abrir un navegador en cada plataforma, mismo que permitirá interactuar con la página, cabe mencionar que los navegadores están a elección del desarrollador o cliente.

**Inyección de código javascript:** para la navegación y manejo de los controles en las páginas web se hizo uso de la inyección de JavaScript, que es la creación de códigos propios para realizar alguna acción sobre una página, como dar clic, cambiar diseño, validación de campos, obtener o insertar información; a continuación, se puede evidenciar el cómo se hace este paso en cada una de las plataformas.

**Excel:** es una hoja de cálculo utilizado tanto para gestionar la información obtenida desde el sitio web, es decir genera un reporte que será enviado al usuario final, cabe especificar que también se puede administrar el informe en documentos (Word, Excel). Pero se utilizó Excel porque origina un archivo más ordenado e interactivo; a continuación, se detallará el uso de esta aplicación en cada una de las plataformas seleccionadas.

**Envío de correo:** finalmente, se utilizó el correo electrónico como servicio para el intercambio de mensaje, se lo puede reutilizar en cualquier parte del proceso para notificar algún inconveniente presentado al personal de soporte, también para comunicar los resultados de la automatización al usuario final.

**Pruebas de funcionamiento:** durante la implementación y ejecución de cada robot se realizaron pruebas para comprobar el correcto funcionamiento de las plataformas, en la table 5 se establece la matriz o script de pruebas que lista todas las actividades que el robot debía ejecutar, si las cumplió y si hay alguna observación respecto a las condiciones de ejecución.

CRITERIOS DE ACEPTACIÓN	AUTOMATION ANYWHERE		AGILITY		UIPATH		IRPA		OBSERVACIÓN
	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	
Valida los insumos	Lee archivo configuración	X		X		X		X	
	Valida archivo reporte ranking	X		X		X		X	
	Valida archivo plantilla	X		X		X		X	

CRITERIOS DE ACEPTACIÓN	AUTOMATION ANYWHERE		AGILITY		UIPATH		IRPA		OBSERVACIÓN
	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	
Navegador	Abre el navegador	X		X		X		X	Automation Anywhere no soporta navegación con rutas dinámicas
	Selecciona sector societario y búsqueda de compañías	X		X		X		X	
	Selecciona el tipo de búsqueda por identificación	X		X		X		X	
	Resuelve recaptcha	X		X		X		X	
	Abre información general	X		X		X		X	
	Extrae CIU de la empresa	X		X		X		X	
Excel	Abre los archivos Excel	X		X		X		X	
	Compara los CIU	X		X		X		X	
	Escribe datos en la plantilla	X		X		X		X	
	Obtiene información correcta sobre la maquina y recursos usados	X		X		X		X	
	Guarda reporte con el número del CIU	X		X		X		X	
Correo	Enviar reporte mediante correo electrónico	X		X		X		X	IRPA solo tiene soporte para Outlook
	Notifica algún inconveniente vía correo electrónico	X		X		X		X	

Tabla 5 – Matriz de pruebas del proceso en cada plataforma

**Fase 4:** durante esta última fase se describen los resultados obtenidos con cada una de las plataformas durante la fase de desarrollo del RPA, luego se muestran los niveles de rendimiento de cada una de ellas, para finalmente puntuarlas con base en los parámetros utilizados por Gartner Inc.

Se realizó la implementación del proceso en cada una de las plataformas, dando así una visión más amplia, lo que permitió evidenciar las deficiencias y fortalezas al automatizar un proceso de esta complejidad, permitiendo la toma de ciertos datos que son de vital importancia para la evaluación de rendimiento.

	Plataformas			
	Automation anywhere	Agility	Uipath	Irpa
Tiempos de ejecución de cada plataforma	0:05:08	0:03:21	0:02:56	0:02:10
Uso de CPU en cada plataforma	66,25%	44%	62,75%	19,15%
Uso de memoria ram en cada plataforma	197,75	94	423	95,75

Tabla 6 – Evaluación de las plataformas

Para la evaluación de cada una de las plataformas se consideraron los cinco parámetros más importantes en una tecnología de automatización, los cuales son: compatibilidad, implementación, escalabilidad, licencia, seguridad como se observa en la tabla 7.

Estos parámetros serán puntuados con valores del 1 al 10 con base en el criterio de los autores, mismo que se fundamenta principalmente en las experiencias y resultados de rendimiento obtenidos y exploradas previamente, todo esto para determinar de la manera más imparcial posible los resultados finales de esta evaluación. Como se ha visto previamente en la revisión de experiencias y resumen de rendimiento, hay un claro ranking formable en cuanto a las plataformas RPA utilizadas, el cual se forma de la siguiente manera:

1. UIPATH
2. IRPA
3. AGILITY
4. AUTOMATION ANYWHERE

**UIPATH:** lidera la lista como la plataforma con mejor rendimiento, es muy equilibrada, en cuanto a consumo de recursos, tiempo y sobre todo las herramientas que ofrece para la resolución de problemas, la cantidad de documentación disponible en internet, lo accesible que es al público en general y los recursos que ofrece para nuevos desarrolladores de manera gratuita.

**IRPA:** se ubica en segunda posición por su bajo consumo que tiene en cuanto a recursos de computador, tiempo, además ofrece una enorme gama de herramientas para el desarrollo de automatizaciones, que son fácilmente complementables con programación gracias al uso de una mecánica de diagrama de flujo con autogeneración de scripts, con algunas limitaciones en cuanto a los servicios de correo, adicionalmente ofrece una gran accesibilidad de la plataforma para el público en general con una prueba de un año, además de recursos gratuitos de capacitación para nuevos desarrolladores, con una documentación bastante completa.

**AGILITY:** presenta un buen rendimiento y bajo consumo de recursos de computador, un tiempo bastante aceptable, y sobre todo por la facilidad de desarrollo basado en diagramas de flujos controlado por actividades, posee una excelente documentación con ejemplos bien definidos para cada actividad disponibles, además ofrece actualizaciones constantes, una de sus principales limitantes es la falta de licencia de pruebas, sin embargo sus licencias son bastante accesibles económicamente, ofreciendo certificaciones periódicamente para nuevos desarrolladores.

**AUTOMATION ANYWHERE:** cuenta con consumos superiores a las demás plataformas, con tiempos algo elevados, sin embargo, posee una gran variedad de herramientas para el desarrollo de automatizaciones, con una limitante de manejo de rutas dinámicas en aplicaciones web, posee una versión abierta para el público en general y una gran cantidad de documentación, además de ofrecer recursos de capacitación para nuevos desarrolladores de manera gratuita.

Plataformas RPA	Compatibilidad	Implementación	Escalabilidad	Licencia	Seguridad
Automation anywhere	7	8	8	8	9
Agility	8	8	8	7	9
UiPath	8	9	8,5	9	9
Irpa	7	9	8	9	9

Tabla 7 – Puntuaciones de las plataformas RPA

#### 4. Conclusiones

- Mediante una exhaustiva búsqueda de información se logró obtener una lista de las plataformas RPA más utilizadas en el mercado, y a través de la revisión de sus características como su accesibilidad, escalabilidad, compatibilidad, facilidad de implementación y seguridad, se optó por elegir cuatro de ellas para el desarrollo del trabajo, las cuales fueron: UiPath, Automation Anywhere, Agility e IRPA; por lo accesibles que son y las facilidades que brindan a los desarrolladores RPA al momento de automatizar procesos.
- Al momento de diseñar el algoritmo es importante utilizar una metodología de software que permita llevar un orden continuo de los procesos a realizar, así mismo permitió tener un contacto directo con el cliente durante cada etapa y así obtener un diseño eficiente y que cumpla con todas las características especificadas.
- Realizar las pruebas de funcionamiento permitió identificar los errores que presentaba el algoritmo implementado en cada una de las plataformas durante la automatización del sitio web, estas pruebas facilitó corregir los inconvenientes presentados.
- Mediante los datos obtenidos durante la ejecución de la automatización, de las cuatro plataformas, IRPA fue la que mejor desempeño; 75 Mb de uso de RAM, 19.15% de uso de CPU y un tiempo promedio de 0:02:10, porque lo que

se concluye que a pesar de ser una plataforma nueva cumple con los requisitos que las compañías actualmente desea que tenga toda IT (Tecnología de la Información).

- A través de la evaluación final de cada plataforma se pudo concluir que en términos generales UIPATH se coloca como la tecnología RPA más completa y mejor preparada para automatizar procesos, pues cumple en mejor medida los parámetros de compatibilidad, implementación, escalabilidad, licencia y seguridad, denotando así su gran experiencia en el mercado.

## Referencias

- Auth, G., Czarnecki, C., & Bensberg, F. (2019). Impact of Robotic Process Automation on Enterprise Architectures. *Informatik 2019, Lecture Notes in Informatics (LNI)*, 571–584. <https://doi.org/10.18420/inf2019>
- Balasundaram, S., & Venkatagiri, S. (2020). A structured approach to implementing Robotic Process Automation in HR. *Journal of Physics: Conference Series*, 1427(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1427/1/012008>
- Blue Prism. (2018). ATB Financial utiliza la automatización inteligente para mejorar el servicio al cliente.
- Delgado, M. J. (2019). Proyecto automatización RPA ALPINA productos alimenticios S.A [Pontificia Universidad Javeriana]. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Devarajan, Y. (2018). A Study of Robotic Process Automation Use Cases Today for Tomorrow's Business. *International Journal of Computer Techniques*, 5(6), 12–18. <http://www.ijctjournal.org/Volume5/Issue6/IJCT-V5I6P3.pdf>
- Gartner Inc. (2018). About Gartner. GARTNER Web Site. <https://www.gartner.com/en/about>
- Gartner. (2016). Magic Quadrant Research Methodology. Gartner. <https://www.gartner.com/en/research/methodologies/magic-quadrants-research>
- Gómez, L. M. (2020). Aplicaciones de RPA en el ámbito empresarial. Universidad Politécnica de Madrid.
- Gutiérrez, A. (2019). Propuesta de automatización para la mejora del proceso de renovación de contratos del área de recursos humanos de una empresa privada.
- Gutiérrez, J., Escalona, M., Mejías, M., & Torres, J. (n.d.). PRUEBAS DEL SISTEMA EN PROGRAMACIÓN EXTREMA.
- Jiménez, J. A., Ramírez, D. L., & Branch, J. W. (2019). Metodología de desarrollo de software para plataformas educativas robóticas usando ROS-XP. *Revista Politécnica*, 15(30), 55–69. <https://doi.org/10.33571/rpolitec.v15n30a6>
- Lacity, M., Willcocks, L., & Craig, A. (2015). The Outsourcing Unit Working Research Paper Series The IT Function and Robotic Process Automation Research on Business Services Automation. October 2015, 1–39.

- Lucidchart. (2020). Diagrams and Tutorials | Lucidchart Learning Center. <https://www.lucidchart.com/pages/tour>
- Pérez, S. A. (2019). Apoyo en la gestión de proyectos de consultoría en tecnología con la aplicación de rpa (robotic process automation).
- Ray, S., Tornbohm, C., Miers, D., & Kerremans, M. (2019). Magic Quadrant for Robotic Process Automation Software. July. [http://www.gartner.com/technology/about/policies/current\\_corrections.jsp](http://www.gartner.com/technology/about/policies/current_corrections.jsp)
- Van Der Aalst, W. M. P., Bichler, M., & Heinzl, A. (2018). Robotic Process Automation. Business and Information Systems Engineering. <https://doi.org/10.1007/s12599-018-0542-4>
- Vílchez, J., & Cubas, P. (2018). SISTEMA WEB PARA EVALUAR EL DESEMPEÑO DE LOS RECURSOS HUMANOS APLICANDO LA METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN POR RESULTADOS EN EL ÁREA DE VENTAS DE LA EMPRESA KOREA MOTOS.

## ANEXO 1. TABLA DE RESUMEN BIBLIOGRÁFICO

<b>Título</b>	<b>Año</b>	<b>Autores</b>	<b>Tipo de fuente</b>	<b>Tema de interés</b>
Competitive Landscape: Robotic Process Automation Software	2020	Fabrizio Biscotti, Cathy Tornbohm, Arthur Villa, Bindi Bhullar	Artículo	Mercado que abarca RPA, y el impacto que puede tener en el negocio
Soluciones basadas en automatización robótica de procesos para la integración de sistemas empresariales y automatización de procesos de negocio en el sector de seguros	2018	Andy Miguel Sotelo Lezama	Tesis	Muestra las soluciones que ofrece RPA como herramienta para los problemas de automatización e integración entre sistemas
Aplicaciones de RPA en el ámbito empresarial	2020	Laura María Gómez Gonzales	Tesis	Explica lo que conlleva la automatización de procesos dentro de una empresa
Email Automation Using Robotic Process Automation (RPA)	2020	Prema Latha, Murali Krishna, Nanda Cumar, Venkata Rajesh	Artículo	Muestra lo que conlleva el automatizar el proceso de clasificación y recepción de emails en el registro de estudiantes de instituto
Nouryon, una empresa global importante, utiliza la automatización para impulsar el crecimiento empresarial	2019	Automation Anywhere	Reporte de la empresa	Muestra los resultados de llevar a cabo una automatización con RPA en la empresa Nouryon
Magic Quadrant for Robotic Process Automation Software	2019	Derek Miers, Marc Kerremans, Saikat Ray, Cathy Tornbohm	Artículo	Cuadrante mágico de Gartner en RPA, todo lo que se toma en cuenta en la categorización y significado de los cuadrantes resultantes
Apoyo en la gestión de proyectos de consultoría en tecnología con la aplicación de RPA (Robotic Process Automation)	2019	Sergio Arturo Pérez Rincón	Tesis	Caso de estudio, proceso de liquidación de nomina
The Forrester Wave™: Robotic Process Automation, Q2 2018	2018	Craig Le Clair	Artículo	Lista los mayores proveedores de tecnología RPA, y sus características
REQUIREMENT SPECIFICATIONS FOR RPA SOFTWARE - UiPath	2019	Dan Wang	Tesis	Habla de la tecnología RPA en general, y en específico todas las especificaciones de UIPATH



# User Interfaces Promoting Appropriate HCI: Systematic Literature Review

Gabriela Briones-Villafuerte<sup>1</sup>, Alberto Naula-Bone<sup>2</sup>, Mónica Vaca-Cardenas<sup>3</sup>,  
Leticia Vaca-Cardenas<sup>4</sup>

[gbriones2841@utm.edu.ec](mailto:gbriones2841@utm.edu.ec); [anaula8277@utm.edu.ec](mailto:anaula8277@utm.edu.ec); [monica.vaca@utm.edu.ec](mailto:monica.vaca@utm.edu.ec);  
[leticia.vaca@utm.edu.ec](mailto:leticia.vaca@utm.edu.ec)

<sup>1</sup> Universidad Técnica de Manabí, Portoviejo 130105, Ecuador.

**Pages:** 61-76

**Abstract:** One of the research challenges in Human-Computer Interaction (HCI) is to build interfaces with which users feel satisfied. As computing devices evolve, grow, and are integrated into our lives, proper interface design becomes an essential topic of discussion for HCI. Therefore, it is necessary to provide design standards to achieve good usability of applications from different devices. This article presents the analysis of the main characteristics considered to achieve an adequate HCI. An analytical methodology for Systematic Literature Review was used to describe approaches such as software frameworks, methodologies, functional requirements, standards, and best practices used when designing User Interfaces (UI) considering the HCI and based on user-centered design. For this purpose, 42 studies were selected from digital scientific repositories during the period 2015-2020. It was concluded that the UI should be adapted to the preferences and needs of the end-users, this is the key factor, without any restriction, considering various aspects and methods when creating this type of UI.

**Keywords:** HCI; UI; Design; Web.

## 1. Introduction

One of the main elements of software applications considered critical is the user interface since several robust and well-structured applications ultimately fail due to the inability to adopt an effective user interface design (Pitale & Bhumgara, 2019). Most interfaces provide a rigid UI experience, where the UI is not adapted to users. In contrast, a UI with a user-centered design can ensure those interface elements are discretely tailored with minimal intervention from the user, providing improved usability and a practical user experience (UX). Human-computer interaction (HCI) is related to the design, evaluation, and implementation of computer systems; in other words, it refers to the process of information exchange between people and computer for a particular task using some type of dialogue and form, the information exchange platform between people and the computer as the Interface (Fernández-García et al., 2019). In addition, today, to

further improve people's living standards, various computing devices have been created that allow individuals to understand the world around them, whether on the web or mobile. That is why, although the characteristics on the web or mobile platforms may be different, the User web Interfaces (UI) must be flexible and responsive to provide better support and user interaction experience, thus improving its usability (Chen et al., 2019). This research study was developed to indicate strategies, requirements, and standards to create UI that contemplate good interaction between users and software interfaces. It also establishes how the adequate HCI entails a correct dialogue between the computer and the human (Ascencio Jordán et al., 2020; Fernández-García et al., 2019), which would help the user to carry out any software activity without problems in the most efficiently and naturally possible (Castro et al., 2018).

## **2. Background**

### **2.1. Human-Computer Interaction (HCI)**

Closely related aspects of HCI need to be considered, such as Interface and interaction. The Interface is the visible part of the system that the user can see, and the interaction is the handling of the system by the user (Fernández-García et al., 2019). HCI is a term that has been used since 1980. It is an important research area in the field of human-machine interaction used to study the relationship and interaction between humans and computers (Ascencio Jordán et al., 2020; Fernández-García et al., 2019; Issa & Isaias, 2015; Ren et al., 2019). HCI deals with balance, symbiosis, relationship, synergy, and communication between humans and computers and envisions humans and computers working together to solve problems. HCI is related to several studies, such as Human-Centered Computing (HCC) and Value Sensitive Design (VSD), which serve to develop better technologies with human-centered approaches (Ren et al., 2019). To further strengthen the HCI (Ren et al., 2019), a Human-Engaged Computing (HEC) approach is proposed and described through five perspectives: definition, components, principles, case studies, and benefits.

### **2.2. User Interface (UI)**

The User interface is how a user can communicate with the system through a computer or mobile device, considering that the interface design must satisfy the needs of the people who intend to use the Interface. The user does not have to make fundamental changes to adapt to the system; instead, the system must be designed according to the user's requirements (Pitale & Bhungara, 2019). The graphical user interface (GUI) has become the primary means of interaction with computer systems since it takes advantage of the perceptual and motor capacities of the human being. The GUI design influences the system through characteristics like the easiness of use, usefulness, learnability, and enjoyment, determining the final success and acceptance of the Interface (Oulasvirta et al., 2020). The User Interface Description Language (UIDL) describes different UI aspects focusing on multiplatform, multi-context, and device and content independence.

UIDLs can be differentiated based on models, methodologies, tools, supported languages, platforms, and concepts (Hussain et al., 2018).

### 2.3. User Experience (UX)

“UX refers to how the user feels about any artifact before and after using it. The UX is used to check the satisfaction level of the UI adaptation after changing the UI based on the user context” (Hussain et al., 2018). A software product must meet a set of usability goals and user experience goals that should be determined early in the product development. User experience means designing products that are satisfying, enjoyable, interesting, helpful, and engaging (Hassan & Galal-Edeen, 2018). In general, programmers pay much more attention to operation in the software development process than to human-computer interaction, causing an unsatisfactory UX. A good UX resides in the quality of the interaction and the experience that the Interface provides to the receiver (end-user), and it is the core of the HCI. In the past, HCI design was more about usability. Nevertheless, user experience has become increasingly important because it pays more attention to user emotions and product interactions to improve user satisfaction (Chen et al., 2019).

## 3. Methodology

This qualitative research consists of a Systematic Literature Review (SLR) (Napoleão et al., 2017); where an orderly technical-scientific knowledge search on HCI and UI was carried out. The objective was to analyze the trends, tools, parameters, and standards used in UI and HCI.

### 3.1. Review Planning

The SLR followed the next steps (Vaca-Cardenas et al., 2020):

1. The research questions were established.
2. The bibliographic repositories and keywords were defined.
3. A search string was established.
4. Articles were selected.
5. Relevant information was reported.

The main research questions posed in the first step were: Q1) *What functional requirements are considered for the design and construction of UIs that promote adequate HCI?* and Q2) *¿Which standards and practices should be considered for the design and construction of UI that favor HCI?*

As a second step, the bibliographic repositories IEEE Xplore, Springer Link, Emerald, ScienceDirect, and GoogleScholar were chosen, where the keywords for the search were; “HCI”, “UI”, “Design” and “Web.”

Then, in the third step, the search string was established for the Springer Link, Emerald, ScienceDirect, and GoogleScholar repositories (“HCI” AND “UI” AND “Design” AND

“Web”). In the case of the IEEE Xplore repository, the string of the previous search did not provide the required results, so we proceeded to detail the acronyms (“Human-computer interaction” AND “User interface” AND “Design” AND “Web”).

Then, in the fourth step, articles published from 2015 to 2020 were selected with content relevant to trends, tools, parameters, and standards used in UI and HCI to design and construct user interfaces. Those are, criteria of selection and exclusion detailed in Table 1 were chosen.

Inclusion criteria	Exclusion criteria
Articles detailing methodologies, models, and frameworks.	Articles published on websites without references or sources of information.
Approaches detailing UI development phases, stages, or processes.	Duplicate studies.
Studies in the field of computer science	Articles in progress
Articles related to the research questions.	Theses, books, posters, and editorials
Scientific articles and conferences	Studies in a language other than English or Spanish

Table 1 – Selection criteria.

### 3.2. Conducting the review

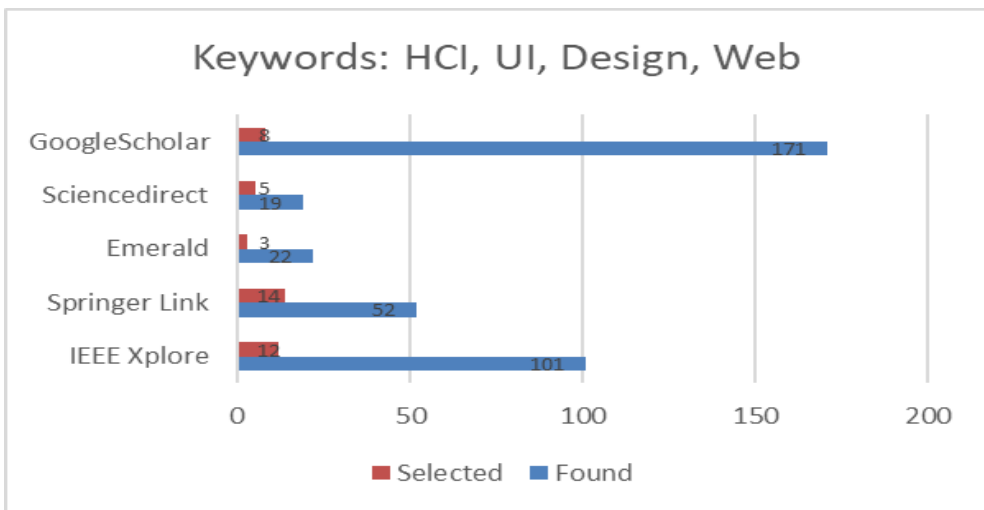


Figure 1 – Selected studies from electronic databases.

As a result of the search, 365 articles were identified; from which, 41 were selected for this study; among the selected articles, 30 were chosen to answer the research questions

and the others were used in the rest of the article. Additionally, only one book was taken into account (Bergstrom & Schall, 2014), which contributed to defining some concepts and answering the present work's questions. Finally, the most relevant information was classified and organized in the fifth step, as shown in Figure 1.

## 4. Results

Table 2 contains the references of the articles that have been used to answer the research questions with their respective database from which they have been extracted.

Databases	References.	Questions
<i>SpringerLink</i>	(Hussain et al., 2018)	Q1
<i>SpringerLink</i>	(Bevan et al., 2015), (Gallud & Penichet, 2019), (Paternò, 2020), (Realpe-Muñoz et al., 2016)	Q2
<i>SpringerLink</i>	(Carrillo & Falgueras, 2020), (Fernández-García et al., 2019), (Loitsch et al., 2017), (Tesoriero & Altalhi, 2019)	Q1; Q2
<i>IEEE</i>	(Chen et al., 2019), (Hadiana, 2019)	Q1
<i>IEEE</i>	(Cheng & Dey, 2019), (Oulasvirta et al., 2020), (Perakakis & Ghinea, 2017), (Thimbleby, 2015), (Xie et al., 2019)	Q2
<i>IEEE</i>	(Islam et al., 2020), (Pitale & Bhumgara, 2019), (Rathnayake et al., 2019)	Q1; Q2
<i>Emerald</i>	(Han et al., 2014), (Vasconcelos et al., 2020)	Q2
<i>Emerald</i>	(Barrera-Leon et al., 2016)	Q1; Q2
<i>ScienceDirect</i>	(Akiki, 2018), (Bouraoui & Gharbi, 2019), (Carrillo et al., 2017), (Escanillan-Galera & Vilela-Malabanan, 2019), (Rodríguez et al., 2015)	Q1
<i>ScienceDirect</i>	(Islam & Bouwman, 2015)	Q1; Q2
<i>GoogleScholar</i>	(Fernández-Villamor et al., 2010)	Q1
<i>GoogleScholar</i>	(Bergstrom & Schall, 2014)	Q2
<i>GoogleScholar</i>	(Savage, 2015)	Q1; Q2

Table 2 – References and Data Bases.

### 4.1. Functional requirements for UI design and construction to promote adequate HCI

Today, users operate in heterogeneous environments using various smart devices. So that, it is required to generate accessible interfaces focused on graphic and adaptive

aspects between multiple platforms and devices (desktop computers, tablets, cell phones, etc.) with different input/output capabilities (mouse, keyboard, touch, sensory input, eye gaze, etc.) and using its various modes of interaction (graph, speech, haptic, gestures, electroencephalogram, electrocardiogram, etc.) (Hussain et al., 2018). Developing accessible UI with cross-platform approaches (attempt to “design once, run everywhere”) enables efficient adaptation to contextual information without losing its usability (Islam et al., 2020). Moreover, through the methods proposed in (Fernández-García et al., 2019) or (Hussain et al., 2018), it is possible to adapt the structure of any UI in any device. To improve the user response to the Interface, the HCI implements a context of use defined in three parameters: interaction platform, user profile, and physical environment (Bouraoui & Gharbi, 2019). Furthermore, to generate good communication, the HCI must be present from the interface design to verify its usability (Islam et al., 2020). It is also appropriate to take into account the psychological emotion of users for the construction of UI; this is achieved with methodologies such as Kansei engineering, a type of information system that analyzes emotional factors (fun, uniqueness, joy, and information) and uses adjectives words that assimilate, psychology, engineering and statistics (Hadiana, 2019). All users start as Casual Users (who have little interest in learning about the Interface or don't have time). They are distinguished by their insecurity when handling an interface since they have little knowledge of its operation (Carrillo et al., 2017). Therefore, the Interface must be simple and have the immediacy to carry out any activity (Savage, 2015). In the study (Carrillo & Falgueras, 2020), the authors test alternative forms of interaction suitable for Occasional Users (OU), such as Goals-guided Interaction, Direct Manipulation with interaction similar to the knowledge that a user must have to perform GOMS tasks (Goals, Operators, Methods and Selection Rules). Besides, a more widespread variant NGOMSL (GOMS Natural Language) is also presented.

#### *Adapting the interface design and its components according to the user's context.*

Different settings (size of the elements, contrast, substitution of images by texts or vice versa) and user profiles (example: low visual precision, color blindness, or a combination of both) must be planned to adapt a UI with its components (Loitsch et al., 2017). Another type of data to consider about the user's profile is the user's capacity, preference, need, and feedback. These data are used to generate adaptive UI using rules created through systems such as Adaptive UI/UX (A-UI / UX-A), this system being capable of adapting the UI based on the use of contextual factors such as disability, environmental factor (light level, noise level, and location), and device usage (Hussain et al., 2018). In many cases, UIs tend to be complex systems with multiple functionalities, which sometimes are not appropriate or welcomed by users, so it is usually chosen to generate adaptive UIs, which are managed through dynamic components. According to several studies, web interfaces must adapt and change depending on the specific characteristics, capabilities, preferences, needs, and context of the user (Akiki, 2018; Hussain et al., 2018), to achieve quality attributes, such as satisfaction and attractiveness (Barrera-Leon et al., 2016; Rathnayake et al., 2019).

Adaptive UIs at runtime change their presentation through features such as functions accessibility, colors, icons, information density, image-to-text ratio, and widgets to remain usable in different contexts. UIs based on models such as Abstract User Interface (AUI) or Concrete User Interface (CUI) support visual design and code editing tools that define adaptive behaviors and can be executed at runtime (Akiki, 2018; Tesoriero & Altalhi, 2019). Through user behavior patterns and depending on the selected platform, the Interface automatically adjusts to provide a personalized experience. An option to generate this type of experience is to deactivate some widgets that are not used frequently by certain users; in the same way, they can be enlarged, shrunk, generated, or activated in easily accessible places (Hussain et al., 2018). However, it is not advisable to modify the Interface abruptly since, on certain occasions, some widgets are necessary for the flow of tasks (Akiki, 2018; Rathnayake et al., 2019). Another method can be to apply architectures with drop-down microservices independently, where each component of the system is an independent entity that interacts with others through a network with a well-defined interface (Fernández-Villamor et al., 2010).

#### *Usability features.*

Only According to (Rodríguez et al., 2015) ISO 9241-210, usability is “the degree to which a system, product or service can be used by specific users to achieve specific objectives with effectiveness, efficiency, and satisfaction in a specific context of use”. Usability is a common standard in UIs, defined by various attributes to the extent that a software system can be used. These attributes are efficiency, effectiveness, satisfaction, learning easiness, memorization, error prevention, and attractiveness. In addition, the usability evaluation and the HCI are the main points to design adaptive and intuitive UI that manage to satisfy the usability over the system (Barrera-Leon et al., 2016; Escanillan-Galera & Vilela-Malabanan, 2019; Islam et al., 2020; Rodríguez et al., 2015). Usability functionalities such as Abort Operation and Progress Feedback are called Usability Mechanisms (UM) which have a significant impact on the design. The relationship between usability and software design identifies Functional Usability Features (FUF) which are incorporated into each development process, from obtaining the requirements to the UI design stages (Rodríguez et al., 2015).

#### *Help when interacting with the Interface.*

Interfaces must be optimal and visually attractive (Pitale & Bhungara, 2019), as users find it difficult to determine the task or process they are working on without visual clues (Chen et al., 2019). Abstract interaction objects like text presentation (font and size), color contrast, proper labeling of controls, image description, videos, animations, and correct order of navigation must be taken into account to create accessible UI with comfortable and quality visual interaction, (Bouraoui & Gharbi, 2019; Islam & Bouwman, 2015). Depending on how the interaction objects are related to the rest of the UI, they can be interaction components, interaction containers or interaction surfaces (Tesoriero & Altalhi, 2019). As the end-user interacts with the Interface, they should be provided

with contextual help, assistance, and pop-up messages. Furthermore, contextual help at runtime allows instructions to be overlapped on the working interface, preserving its usability and helping the UI with different adaptations (Akiki, 2018). Humanoid animated characters are implemented to make communication between end-users and web applications appear more natural, improving the user interaction with the system (Akiki, 2018; Bergstrom & Schall, 2014).

**4.2. Standards and practices for the design and construction of UI that support HCI**

The user interface design is guided by the corresponding International Standardization Organization (ISO) (Han et al., 2014). Some relevant standards are shown in Table 3.

ISO Standard	Purpose	Factors	Reference
9241-210	User-Centered Design (UCD) aims to develop highly usable applications based on the fundamental goal of better meeting user needs.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Planning the design process</li> <li>• Specifying user requirements</li> <li>• Creating designs that meet user requirements</li> </ul>	(Realpe-Muñoz et al., 2016)
9241-220	User-Centered Design is a method design and system development that aims to improve the system’s usability by focusing on usability and techniques.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Implementing a user-centered design based on the necessary process to achieve quality system development</li> <li>• Specification and development for user-centered design.</li> </ul>	(Bevan et al., 2015)
9241-11	Usability is the ability to implement the product effectively, efficiently, and satisfactorily within the range where the user can use the product. It has advantages that are directly related to the needs of users and organizations. Some benefits are identified.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• It can be used to identify components that contribute to usability when designing or evaluating the product.</li> <li>• The effectiveness, efficiency, and satisfaction of the users are of great help to evaluate the degree of adaptation of the product in different use environments.</li> </ul>	(Bevan et al., 2015)

Table 3 – Standards.

Since there are many techniques and strategies for UI design and construction, “You cannot use a single set of strategies to build efficient user interfaces; this because - different devices can serve different purposes, and therefore their UI will vary greatly”



(Pitale & Bhumgara, 2019). Building UI for human use is a very different problem than building programs for computers to run (Thimbleby, 2015).

*To improve communication by applying semiotic engineering approaches.*

UIs are basically made up of many signs, so it is important that those signs maintain meaning and interpretation. Interpretation of signs is essential for HCI, as intuitive signs in UI help improve effectiveness, efficiency, and satisfaction when performing a task. Signs in UI are images with specific dimensions that direct the user towards the functions, such as navigation links, buttons and thumbnails (Oulasvirta et al., 2020), that users notice when interacting with the web UI. The usability of these web interfaces can be evaluated on both desktop computers and mobile devices by applying the framework Semiotic Interface Sign Design and Evaluation (SIDE) (Islam & Bouwman, 2015; Islam et al., 2020). Users can interpret the signs in different ways and different signs can have the same meaning; in other words, some users might mistakenly interpret some signs, so they proceed to interact with that sign by carrying out an unforeseen task, thus reducing the user's performance towards the task: to consider an interface sign intuitive, the user must interpret it with easiness and precision, and at HCI intuitiveness improves usability. End users can perform a specific task appropriately when its interpretation matches the referential object (Islam & Bouwman, 2015; Islam et al., 2020).

*Responsive and adaptive techniques*

Devices with different characteristics, such as screen resolution that varies considerably between cell phones and monitors, require a correct distribution of interfaces integrating different approaches and perspectives regarding responsive, multi-device, distributed design, and migratory UI. Often these approaches are achieved by implementing tools and frameworks (Paternò, 2020) to define their own component models to organize and render the interfaces (Savage, 2015). The Distributable User Interface (DUI) model addresses the adaptability for both monitor and cell phone through the distributable coupling of interaction objects (labels, buttons, panels, and frames) (Gallud & Penichet, 2019; Tesoriero & Altalhi, 2019). In addition, object Management Group (OMG) standards can be adopted, which increase the capabilities of integrating solutions and development environments (Tesoriero & Altalhi, 2019). For its correct visualization, a website must automatically adjust to the user's particular device. JavaScript programming is used to detect devices with more complex screens and generate more drastic changes in the UI design. These detection methods are performed on the client-side, but there are also detection methods on the server-side, based on HTTP requests (Perakakis & Ghinea, 2017). To create UI web, developers must apply templates and correctly handle web development languages such as HTML, CSS, and JavaScript (Savage, 2015). Also, web transcoding can be used since some adaptations are generated by injecting new HTML elements or substituting original tags or attributes with personalized values (Loitsch et al., 2017). Three main aspects must be considered to improve the UX in multiplatform services: (1) The structure of the application in the different devices to achieve a

satisfactory performance of tasks in the various possible scenarios. (2) The fluency of the interaction flow among the devices. And (3) The coherent access of the user to different devices without individual perception (Paternò, 2020). For these types of services, the Responsive Web Design (RWD) method is suggested, which allows offering the same content on multiple devices, using the same CSS and HTML code for the most part, but adjusting the sizes and showing or hiding elements of an interface, to achieve an optimal user experience on each device (Perakakis & Ghinea, 2017).

The UIs are developed dynamically so that the user can adequately interact with the software (Xie et al., 2019), and for them to adapt during runtime, frameworks such as Tukuchiy are implemented. This framework works through the user's profile, contexts referring to user interface preferences and presentation, and applying specific HCI rules that allow the UI to support usability criteria (Barrera-Leon et al., 2016). Because this type of framework depends on data collection, Real-Time Usage Mining (RUM) can be applied to collect records during user navigation. RUM provides information on the behavior of users browsing a web application, identifying if users have problems in handling the application based on detection of behavior and usage patterns. It is a method to help the user who has difficulty completing a task in the web application. Considering personal computers, tablets, and smartphones, RUM allows its implementation in basically any web application thanks to its Tools for Adaptable Websites Set (TAWS), which can follow users while they are navigating across the application through mouse actions, page scrolling, keyboard actions, and touch events (when using touchscreens). Javascript code is typically used to record this navigation (Vasconcelos et al., 2020). The data is captured when the JavaScript functions are invoked by the web interface when detecting user movement, which causes a heat mapping to the movement exerted by mouse activities (mobility and clicks); this generates a "generic eye tracking" since, according to research, the monitoring of the pointer is located to the eye-tracking with an accuracy of between 85% and 90%. Clicking on a region of the Interface establishes that it is a valuable part of the web page, but waiting for the pointer tends to be a greater probability of use in that area, so the thermal value of the area must be calculated according to the pointer movement (Rathnayake et al., 2019).

### *Assessment techniques in UI.*

Many designers and programmers limit themselves to building user interfaces that do not undergo either usability or formal scrutiny because such constructions seem so simple that they "obviously" work; but, according to the international standard ISO 9241, user interfaces must be implemented, tested with users, correct the mistakes, and be retested in an iterative and experimental cycle. This empirical process includes human participants who adequately represent the end-users of the system. Through this process, statistics have been generated that guarantee sufficiently reliable conclusions and calculate the area's thermal value according to the pointer's movement (Thimbleby, 2015). The Usability Evaluation Method (UEM) is an excellent user-centered design technique. It applies heuristic evaluations, task analysis, aloud usability tests, questionnaires, cognitive tours, and interviews (Bergstrom & Schall, 2014; Carrillo & Falgueras, 2020; Cheng & Dey, 2019; Islam et al., 2020). USABILITY is a usability evaluation system

for desktop web applications, consisting of four main activities: definition of tasks, registration, analysis of tasks, and recommendations. For mobile web applications, we can use MOBILICS that performs the same activities as USABILICS. USABILICS and MOBILICS, which perform usability evaluations asynchronously after collecting, storing, and processing several user interactions data (Vasconcelos et al., 2020).

## 5. Discussion

The UI design, among other practices, is focused on the user since it is the user who will use the Interface (Corno et al., 2015). For any information system, user interface development is a complex and challenging activity. The main reason for this complexity comes from the users and their knowledge about handling the interfaces on different devices (computers, mobiles). Providing users with a suitable and perfect user interface means to continuously adapt to the changes in the era of ICT (information and communication technologies). In HCI, interaction determines the ease of use of any information system because it is directly related to the user's expectations and needs. The method of interaction should strive to maintain consistency, provide valuable and accurate information, answer in the form of feedback, prevent errors, and resolve the diversity of users and devices. When designing a user interface, whether the user knows it or not, it must be consistent, usable, and predictable; in this way, users will be familiar with the Interface elements. Some elements to be found will be input controls, checkboxes, buttons and navigation components (sliders, search fields), information components (icons, tool information, containers), and many more. The objective is to offer adaptable web interfaces for both expert users, Occasional User (OU) and/or users with specific interaction problems. However, the problem lies in identifying users with interaction problems and users who are starting to use the Interface. Therefore, it is pertinent to categorize them and be clear about inexperienced users and infrequent users to differentiate them from OUs. This categorization can be obtained by evaluating both the efficiency and user effectiveness when performing a task in the Interface. Efficiency is measured by the similarity between the user's actions and those performed by the expert user, while effectiveness informs the completion of the task, that is, how many steps the user has performed. Another way to categorize users is by grouping them according to their behavior using clustering techniques k-means or DBSCAN, and classification techniques such as logistic regression or Adaboost are used to identify the profiles of recent users. The product must be carefully designed by using a user-centered approach to use the system effectively, the design must be planned for the needs and capabilities of the end-users. This is achieved through a suitable interface design that allows interaction and handling without any difficulty.

The following articles were selected to answer the research question Q1, that search to promote adequate HCI, such as article (Barrera-Leon et al., 2016), which details that users need adaptive platforms that allow them to reach the Interface through different interactions (graphics, voice, touch, gestures, etc.); Articles (Carrillo et al., 2017; Han et al., 2014) indicate that for a UI to be accessible, the interface design must be developed based on the user profiles who are intended to use them; The article (Perakakis &

Ghinea, 2017) emphasizes that the psychological emotions of the user must be taken into account when designing the user interface as a means to analyze emotional factors. The following articles (Akiki, 2018; Anouncia & Vairamuthu, 2018), highlight the users' insecurities as they have little understanding of the operation of the Interface. Many of the papers (Arazy et al., 2015; Hadiana, 2019; Rodríguez et al., 2015), indicate the importance of having adaptive UIs that are adjusted to the capabilities, preferences, and needs of the users, to cover quality, satisfaction, and aesthetics of the design; Articles (Escanillan-Galera & Vilela-Malabanan, 2019), indicate the usability functionalities of a system to achieve the fulfillment of tasks with efficacy, efficiency, and satisfaction; And finally, articles (Chen et al., 2019; Hassan & Galal-Edeen, 2018), direct their context to the accessible UIs, where the main objective is that users with contextual help have adequate interaction with interfaces for better performance.

To answer the research question Q2, articles that detail the standards and practices to favor HCI in the construction of the UI design were selected. Article (Issa & Isaias, 2015) indicates the importance of usability in web interfaces and the help provided by the International Organization for Standardization so that there is an improvement in the design of the user interface. In the articles (Bevan et al., 2015; Paternò, 2020), the purposes and factors that certain standards have when focusing on design are detailed, always covering users' needs. There are several ways to improve communication with the help of semiotic engineering; articles (Fernández-Villamor et al., 2010; Thimbleby, 2015), point out that the UI is composed of signs, and the interpretation of them is essential in HCI, since it is efficient when doing some tasks. Investigations (Anouncia & Vairamuthu, 2018; Gallud & Penichet, 2019; M.C & J, 2020; Ren et al., 2019; Xie et al., 2019), determine techniques so that the UIs are receptive and adaptive to any device that the user prefers. And finally, articles (Hassan & Galal-Edeen, 2018; Perakakis & Ghinea, 2017; Rathnayake et al., 2019) indicate UI evaluation techniques through usability, where it is necessary to work together with the user to correct mistakes and thus obtain correct adaptability.

## 6. Conclusions

The aspects to be considered for the design and operation required in an adaptive UI with HCI are very broad since several factors must be considered when creating and adapting UIs. For example, all users have the same rights but different tastes and capacities, such as physical characteristics, sensory characteristics, and positive or negative emotions. Another issue to consider is the positioning and time of the user when interacting with the UI. Consequently, it is necessary to be clear that the UI is the one that must be adapted to the preferences and needs of the end-user and not vice versa, this is the key factor. To generate a UI with correct HCI, use standards, which present the methodologies to create quality products. According to the analyzed studies, the interfaces that promote an adequate HCI, putting the user as the main factor, are those considered adaptive and responsive UI. However, the adaptation between multiple platforms is not enough, just as it cannot be said that there is the implementation of a single methodology: since different methodologies have been created and depend on other types of methodologies to create suitable UI for users without any restriction. There are various ways and methods; the problem lies in the fact that the software cannot always work 100% functionality in

all technological devices due to the hardware's limitations. It does not mean they lack hardware, but rather the difficulty that the user presents in acquiring certain or all the necessary hardware accessories (for example, different types of sensors or mobile smart devices), either because of their price, place, or both. Once the information has been analyzed, it can be concluded that the field of HCI is vast and constantly evolving, always in search of user satisfaction, as the main component.

## References

- Akiki, P. A. (2018). CHAIN: Developing model-driven contextual help for adaptive user interfaces. *Journal of Systems and Software*, 135, 165–190. <https://doi.org/10.1016/j.jss.2017.10.017>
- Anuncia, S. M., & Vairamuthu, S. (2018). Design of near optimal user interface with minimal UI elements using evidence based recommendations and multi criteria decision making: TOPSIS method. *International Journal of Humanitarian Technology*, 1(1), 40. <https://doi.org/10.1504/ijht.2018.10011353>
- Arazy, O., Nov, O., & Kumar, N. (2015). *Transactions on HCI Human – Computer Interaction Personalization: UI Personalization, Theoretical Grounding in HCI and Design Research*. 7(2), 43–69.
- Ascencio Jordán, E. del P., Ceballos Muñoz, V. I., & Salcedo Aparicio, D. M. (2020). Interacción humano - tecnología y usabilidad. *RECIAMUC*, 4(2), 21–28. [https://doi.org/10.26820/reciamuc/4.\(2\).abril.2020.21-28](https://doi.org/10.26820/reciamuc/4.(2).abril.2020.21-28)
- Barrera-Leon, L., Mejia-Molina, N., Carrillo-Ramos, A., Flórez-Valencia, L., & Pavlich-Mariscal, J. A. (2016). Tukuchiy: A dynamic user interface generator to improve usability. *International Journal of Web Information Systems*, 12(2), 150–176. <https://doi.org/10.1108/IJWIS-09-2015-0028>
- Bergstrom, J. R., & Schall, A. J. (2014). *Eye Tracking in User Experience Design: Vol. (5)2* (M. Dunkerley (ed.); Issue 2). Elsevier.
- Bevan, N., Carter, J., & Harker, S. (2015). Iso 9241-11 revised: What have we learnt about usability since 1998? *Lecture Notes in Computer Science (Including Subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, 9169, 143–151. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-20901-2\\_13](https://doi.org/10.1007/978-3-319-20901-2_13)
- Bourraoui, A., & Gharbi, I. (2019). Model driven engineering of accessible and multi-platform graphical user interfaces by parameterized model transformations. *Science of Computer Programming*, 172(November), 63–101. <https://doi.org/10.1016/j.scico.2018.11.002>
- Carrillo, A. L., & Falgueras, J. A. (2020). Proposal and testing goals-guided interaction for occasional users. *Human-Centric Computing and Information Sciences*, 10(1). <https://doi.org/10.1186/s13673-020-0209-2>
- Carrillo, A. L., Martinez, S., Falgueras, J., & Scott-Brown, K. C. (2017). A reflective characterisation of occasional user. *Computers in Human Behavior*, 70, 74–89. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2016.12.027>



- Castro, L. A., Rodríguez, M. D., Sánchez, A., Rodríguez, L.-F., Tentori, M., Favela, J., Escobedo, L., Franceli L. Cibrian, Morán, A. L., Victoria Meza-Kubo, Ramírez-Fernández, C., García-Canseco, E., Alfredo Sánchez, J., Yazmín Magallanes, Fernando Vera, M. Camarillo-Abad, H., Pablo García Vázquez, J., G. Andrade, Á., Francisco López-Orozco, ... A. García Ruiz, M. (2018). Interacción Humano-Computadora y Aplicaciones en México. *Amexcomp*, 221.
- Chen, R., Rao, Y., Cai, R., Shi, X., Wang, Y., & Zou, Y. (2019). Design and implementation of human-computer interaction based on user experience for dynamic mathematics software. *14th International Conference on Computer Science and Education, ICCSE 2019, Iccse*, 428–433. <https://doi.org/10.1109/ICCSE.2019.8845532>
- Cheng, S., & Dey, A. K. (2019). I see, you design: user interface intelligent design system with eye tracking and interactive genetic algorithm. *CCF Transactions on Pervasive Computing and Interaction*, 1(3), 224–236. <https://doi.org/10.1007/s42486-019-00019-w>
- Corno, F., Guercio, E., De Russis, L., & Gargiulo, E. (2015). Designing for user confidence in intelligent environments. *Journal of Reliable Intelligent Environments*, 1(1), 11–21. <https://doi.org/10.1007/s40860-015-0001-7>
- Escanillan-Galera, K. M. P., & Vilela-Malabanan, C. M. (2019). Evaluating on user experience and user interface (UX/UI) of Enertrapp a mobile web energy monitoring system. *Procedia Computer Science*, 161, 1225–1232. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2019.11.236>
- Fernández-García, A. J., Iribarne, L., Corral, A., Criado, J., & Wang, J. Z. (2019). A microservice-based architecture for enhancing the user experience in cross-device distributed mashup UIs with multiple forms of interaction. *Universal Access in the Information Society*, 18(4), 747–770. <https://doi.org/10.1007/s10209-017-0606-0>
- Fernández-Villamor, J. I., Iglesias, C. Á., & Garijo, M. (2010). Microservices lightweight service descriptions for REST architectural style. *ICAART 2010 - 2nd International Conference on Agents and Artificial Intelligence, Proceedings*, 1, 576–579.
- Gallud, J. A., & Penichet, V. M. R. (2019). Distributed user interfaces: distributing interactions to facilitate universal access. *Universal Access in the Information Society*, 18(4), 717–718. <https://doi.org/10.1007/s10209-017-0605-1>
- Hadiana, A. (2019). Study of Application Interface based on User's Perception Using Kansei Approach. *2018 International Conference on Computer, Control, Informatics and Its Applications: Recent Challenges in Machine Learning for Computing Applications, IC3INA 2018 - Proceeding*, 124–128. <https://doi.org/10.1109/IC3INA.2018.8629515>
- Han, H., Nakawatase, H., Oyama, K., Yamaguchi, Y., Yamamoto, S., Satoh, T., Dinsoreanu, M., & Potolea, R. (2014). A New User Interface for a Text Proofreading Web Portal in a Digitization and Crowdsourcing Context. *International Journal of Web Information Systems*, 1011(17), 324–342. <http://dx.doi.org/10.1108/IJWIS-04-2014-0016%5Cnhttp://%5Cnhttp://dx.doi.org/10.1108/IJWIS-04-2014-0014%5Cnhttp://dx.doi.org/10.1108/IJWIS-04-2014-0015>

- Hassan, H. M., & Galal-Edeen, G. H. (2018). From usability to user experience. *ICIIBMS 2017 - 2nd International Conference on Intelligent Informatics and Biomedical Sciences, 2018-Janua*, 216–222. <https://doi.org/10.1109/ICIIBMS.2017.8279761>
- Hussain, J., Ul Hassan, A., Muhammad Bilal, H. S., Ali, R., Afzal, M., Hussain, S., Bang, J., Banos, O., & Lee, S. (2018). Model-based adaptive user interface based on context and user experience evaluation. *Journal on Multimodal User Interfaces*, 12(1). <https://doi.org/10.1007/s12193-018-0258-2>
- Islam, M. N., & Bouwman, H. (2015). An assessment of a semiotic framework for evaluating user-intuitive Web interface signs. *Universal Access in the Information Society*, 14(4), 563–582. <https://doi.org/10.1007/s10209-015-0403-6>
- Islam, M. N., Bouwman, H., & Islam, A. K. M. N. (2020). Evaluating web and mobile user interfaces with semiotics: An empirical study. *IEEE Access*, 8, 84396–84414. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.2991840>
- Issa, T., & Isaias, P. (2015). Usability and Human Computer Interaction (HCI). *Sustainable Design: Hci, Usability and Environmental Concerns*, i–iii. <https://doi.org/10.1007/978-1-4471-6753-2>
- Loitsch, C., Weber, G., Kaklanis, N., Votis, K., & Tzovaras, D. (2017). A knowledge-based approach to user interface adaptation from preferences and for special needs. *User Modeling and User-Adapted Interaction*, 27(3–5), 445–491. <https://doi.org/10.1007/s11257-017-9196-z>
- M.C, G.-F., & J, C. O. (2020). Application of User Interface Transition Diagrams in the Construction of a Software System: A Case Study. *IEEE*, 123–131. <https://doi.org/10.1109/conisoft.2019.00026>
- Napoleão, B. M., Felizardo, K. R., De Souza, É. F., & Vijaykumar, N. L. (2017). Practical similarities and differences between Systematic Literature Reviews and Systematic Mappings: A tertiary study. *Proceedings of the International Conference on Software Engineering and Knowledge Engineering, SEKE*, iii, 85–90. <https://doi.org/10.18293/SEKE2017-069>
- Oulasvirta, A., Dayama, N. R., Shiripour, M., John, M., & Karrenbauer, A. (2020). Combinatorial Optimization of Graphical User Interface Designs. *Proceedings of the IEEE*, 108(3), 434–464. <https://doi.org/10.1109/JPROC.2020.2969687>
- Paternò, F. (2020). Concepts and design space for a better understanding of multi-device user interfaces. *Universal Access in the Information Society*, 19(2), 409–432. <https://doi.org/10.1007/s10209-019-00650-5>
- Perakakis, E., & Ghinea, G. (2017). Smart enough for the web? A responsive web design approach to enhancing the user web browsing experience on smart TVs. *IEEE Transactions on Human-Machine Systems*, 47(6), 860–872. <https://doi.org/10.1109/THMS.2017.2726821>

- Pitale, A., & Bhumgara, A. (2019). Human Computer Interaction Strategies- Designing the User Interface. *Proceedings of the 2nd International Conference on Smart Systems and Inventive Technology, ICSSIT 2019, Icssit*, 752–758. <https://doi.org/10.1109/ICSSIT46314.2019.8987819>
- Rathnayake, N., Meedeniya, D., Perera, I., & Welivita, A. (2019). A Framework for Adaptive User Interface Generation based on User Behavioural Patterns. *MERCon 2019 - Proceedings, 5th International Multidisciplinary Moratuwa Engineering Research Conference*, 698–703. <https://doi.org/10.1109/MERCon.2019.8818825>
- Realpe-Muñoz, P., Collazos, C. A., Hurtado, J., Granollers, T., & Velasco-Medina, J. (2016). An integration of usable security and user authentication into the ISO 9241-210 and ISO/IEC 25010:2011. *Lecture Notes in Computer Science (Including Subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, 9750, 65–76. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-39381-0\\_7](https://doi.org/10.1007/978-3-319-39381-0_7)
- Ren, X., Silpasuwanchai, C., & Cahill, J. (2019). Human-Engaged Computing: the future of Human-Computer Interaction. *CCF Transactions on Pervasive Computing and Interaction*, 1(1), 47–68. <https://doi.org/10.1007/s42486-019-00007-0>
- Rodríguez, F. D., Acuña, S. T., & Juristo, N. (2015). Design and programming patterns for implementing usability functionalities in web applications. *Journal of Systems and Software*, 105, 107–124. <https://doi.org/10.1016/j.jss.2015.04.023>
- Savage, T. (2015). Componetizing the web. *Queue*, 13(8), 1–20. <https://doi.org/10.1145/2838344.2844732>
- Tesoriero, R., & Altalhi, A. H. (2019). Model-based development of distributable user interfaces. *Universal Access in the Information Society*, 18(4), 719–746. <https://doi.org/10.1007/s10209-017-0600-6>
- Thimbleby, H. (2015). Safer User Interfaces: A Case Study in Improving Number Entry. *IEEE Transactions on Software Engineering*, 41(7), 711–729. <https://doi.org/10.1109/TSE.2014.2383396>
- Vaca-Cardenas, L., Avila-Pesantez, D., Vaca-Cardenas, M., & Meza, J. (2020). Trends and Challenges of HCI in the New Paradigm of Cognitive Cities. *2020 7th International Conference on EDemocracy and EGovernment, ICEDEG 2020*, 120–126. <https://doi.org/10.1109/ICEDEG48599.2020.9096845>
- Vasconcelos, L. G., Baldochi, L. A., & Santos, R. D. C. (2020). An approach to support the construction of adaptive Web applications. *International Journal of Web Information Systems*, 16(2), 171–199. <https://doi.org/10.1108/IJWIS-12-2018-0089>
- Xie, Y., Lin, T., & Xu, H. (2019). User Interface Code Retrieval: A Novel Visual-Representation-Aware Approach. *IEEE Access*, 7, 162756–162767. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2951637>



# Realidad aumentada en aplicaciones móviles educativas

Jessica Johanna Morales Carrillo, Wilmer Orley Zambrano Vera

[jmorales@espam.edu.ec](mailto:jmorales@espam.edu.ec); [wilmer.zambrano@espam.edu.ec](mailto:wilmer.zambrano@espam.edu.ec)

Carrera de Computación, Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, Campus Politécnico Sitio El Limón vía a la Pastora. Calceta, Manabí, Ecuador.

Pages: 77-94

**Resumen:** El objetivo de la investigación es ofrecer una visión general de las aplicaciones móviles educativas de realidad aumentada desarrolladas en las universidades de Ecuador, así como el nivel de educación, el área y subárea educativa a la cual fueron dirigidas las aplicaciones. La metodología seleccionada fue Revisión Sistemática de Literatura. Para empezar, se definieron los criterios de búsqueda, después se procedió a realizar la búsqueda seleccionando los proyectos de tesis que se ajustaban a dichos criterios, posteriormente se organizó en una tabla los campos establecidos para el análisis correspondiente. Y como punto final se efectuó el análisis de los datos seleccionados. Se obtuvo un compendio de 189 tesis de las cuales solo 62 describen la información requerida. Con lo cual se concluyó que, de la totalidad de aplicaciones móviles educativas de realidad aumentada desarrolladas, el porcentaje más alto le corresponde a la Universidad Central del Ecuador con el 18%. Además, se obtuvo que el 40% de estas aplicaciones está dirigido al nivel educación superior y el 66% de estas corresponden al área de ciencias naturales.

**Palabras claves:** Realidad Aumentada, aplicación móvil educativa, tecnología.

## *Augmented reality in educational mobile applications*

**Abstract:** The objective of the research is to offer an overview of the augmented reality educational mobile applications developed in the universities of Ecuador, as well as the level of education, the area and educational subarea to which the applications were directed. The selected methodology was Systematic Literature Review. To begin with, the search criteria were defined, then the search was carried out by selecting the thesis projects that met these criteria, then the fields established for the corresponding analysis were organized in a table. And as a final point, the analysis of the selected data was carried out. A compendium of 189 theses was obtained, of which only 62 describe the required information. With which it was concluded that, of the total number of educational augmented reality mobile applications developed, the highest percentage corresponds to the Central University of Ecuador with 18%. In addition, it was obtained that 40% of these applications are aimed at higher education level and 66% of these correspond to the area of natural sciences.

**Keywords:** Augmented reality, educational mobile application, technology

## 1. Introducción

En la actualidad se vive una realidad, en donde la tecnología juega un papel indispensable para la realización de muchas de las actividades cotidianas. En el ámbito educativo el uso de dispositivos como el Smartphone es cada vez más común entre los estudiantes, lo que ha provocado que progresivamente estas herramientas sean contempladas e incorporadas dentro de los sistemas educativos, las mismas que complementadas mediante el uso de aplicaciones (apps) educativas sirven de soporte para mejorar el proceso enseñanza-aprendizaje (Santoyo *et al.*, 2019).

Las aplicaciones educativas son software multimedia, ideados para ser empleados a través de dispositivos electrónicos, los cuales están dirigidos al proceso de la enseñanza y el aprendizaje autónomo (Coronel, 2017). Entre sus funciones principales están: posibilitar la interactividad con los alumnos permitiendo la retroalimentación y la evaluación de lo aprendido, desarrolla habilidades mediante la ejercitación, simula procesos complicados, permite representaciones animadas, empoderamiento de contenidos en corto tiempo, posibilita en trabajo autónomo, introduce al estudiante en el uso de técnicas didácticas más avanzadas (Ferrer, 2021).

En este contexto según Almenara *et al.* (2017), una tecnología que toma mayor auge y relevancia en la educación es la realidad aumentada (RA), que posibilita nuevos estilos de aprendizaje para el estudiante. Astudillo (2019) expresa que, la RA es un sistema interactivo que superpone al mundo físico información digital y en tiempo real, tales como: texto, video, imágenes, objetos 3D, entre otros, permitiéndole al educando adquirir una percepción diferente y enriquecida de los conocimientos que ya poseía de la realidad. Todo ello se logra más comúnmente mediante la cámara del teléfono móvil, donde la visión de computadora se emplea para aumentar estos objetos virtuales sobre el mundo real (Kapoor y Naik, 2020).

La realidad aumentada es una tecnología emergente de vanguardia con enormes posibilidades de uso en el ámbito educativo, Toledo y García (2017) afirman que, incorporar contenidos tridimensionales e interactivos de RA dentro del aula de clases, es una oportunidad única y significativa para la difusión del conocimiento. Paladines y Tettamanti (2018) dicen que, la realidad aumentada permite trasladar al estudiante de un ambiente tradicional de estudio a nuevos escenarios de formación, volviéndolo autónomo en su aprendizaje, todo ello mediante el uso del teléfono móvil. El proponer actividades que consideren las tecnologías que los estudiantes emplean frecuentemente en su vida cotidiana, refleja un cambio en las propuestas curriculares y los dota de recursos innovadores (S. Ruiz, 2019).

El empleo de la realidad aumentada en diferentes niveles académicos, según Moreno *et al.* (2017) se debe al aumento en el desarrollo de programas y aplicaciones de RA enfocadas al contexto educativo. Sandoval y Carvajal (2016) expresan que estas aplicaciones actúan como un soporte para el docente mientras imparte una clase a los alumnos, representando un beneficio en la obtención de mejores resultados y facilitando el ejercicio de sus labores. Tanto para estudiantes como para docentes, las apps móviles educativas de RA los pueden proveer de herramientas de aprendizaje útiles y enriquecedoras, que posibiliten descubrir el contenido visual con un mayor atractivo usando elementos como videos y animaciones (Díaz, 2016).

Según lo argumenta Montecé *et al.* (2017) la realidad aumentada ejerce un efecto positivo en el interés y motivación del estudiante por aprender, a causa de factores como la interacción y realismo de esta tecnología. Sin embargo, Sánchez y Toledo (2017) afirman que, se pueden presentar inconvenientes en su aplicación, como consecuencia de valoraciones prematuras del cuerpo docente, llegando a considerarla una tecnología muy avanzada a emplearse en el aula de clases, debido a una falta de competencias digitales para su uso. Por ello es necesario contar con una formación adecuada del profesorado y estudiantes para mejorar sus habilidades en la utilización de la tecnología de RA (Pérez y Mesquida, 2017). Ante esto se pretende brindar una visión general de los softwares de realidad aumentada desarrollados en las universidades de Ecuador e identificar las diferentes áreas de aplicación de los mismos.

## 2. Materiales y métodos

Para esta investigación se utilizó la Revisión Sistemática de Literatura que según Moreno *et al.* (2018) provee de resúmenes claros que están consolidados y fundamentados en las publicaciones realizadas en un campo de estudio específico. La cual tiene tres etapas: definición de búsqueda, ejecución de búsqueda y discusión de resultados.

### 2.1. Definición para la búsqueda

Para empezar este estudio, se determinó que la búsqueda de fuentes se realizaría solo para universidades de Ecuador, que hubieran desarrollado aplicaciones educativas de realidad aumentada, acotándose esencialmente a dispositivos móviles, dado que concentran gran parte de los recursos empleados por esta tecnología de RA, además que su uso es muy recurrente entre estudiantes y docentes. Se utilizaron como palabras claves: realidad aumentada; esta búsqueda se realizó en los repositorios digitales de las universidades de todo el país.

### 2.2. Ejecución de la búsqueda

La Tabla 1 describe los campos que se consideraron para la extracción de la información de 62 tesis. Los atributos más destacables para el análisis fueron: tipo Unv, universidad, aplicación, año, autor(es), área, subárea, nivel de educación.

Campos	Descripción
<i>Tipo Unv.</i>	Tipo de universidad: pública/privada
<i>Universidad</i>	Nombre de la Universidad
<i>Aplicación</i>	Nombre de la aplicación
<i>Año</i>	Año de publicación de la Tesis
<i>Autor(es)</i>	Nombre del autor(es) de la Tesis
<i>Área</i>	Área educativa
<i>Subárea</i>	Subárea educativa
<i>Nivel de educación</i>	Nivel Educativo para el cual fue desarrollado

Tabla 1 – Campos que se consideran en la recopilación de información

### 2.3. Discusión de los resultados

En esta fase se realizó un análisis de la información obtenida de las 62 tesis, de las cuales se obtuvo resultados porcentuales y de cantidad de las aplicaciones móviles educativas de RA realizadas. Los datos mencionados ayudaron a identificar las 20 universidades que han desarrollado estos proyectos, el tipo de aplicación, el nivel educativo al que fueron dirigidas, así como el área y subárea que abarcaron.

## 3. Resultados y Discusión

### 3.1. Análisis con respecto a las aplicaciones móviles educativas de RA desarrolladas en las diferentes universidades

Por medio de las tesis identificadas, se pudo efectuar un análisis de las aplicaciones móviles educativas de RA desarrolladas por los autores de cada uno de los proyectos. De las 189 tesis encontradas con la temática de realidad aumentada tan solo en 62 de ellas, se contemplaba el desarrollo de este tipo de aplicaciones móviles.

En el presente análisis se identificó el tipo de universidad, universidad, aplicación y el año. En la Tabla 2 se muestran las aplicaciones educativas de RA que fueron identificadas en las 62 tesis analizadas de un total de 20 universidades:

Tipo Univ.	Universidad	Aplicación	Año	Autor(es)
pública	ESPAM MFL	AR Female Anatomy	2021	Orley Zambrano Vera
pública	UCUENCA	Universidad de Cuenca	2017	David Chimbo, Pablo Contreras
privada	UAZUAY	UA	2014	Fabrizio Avilés
privada	UPS	Patrones-Radiación-Antena	2020	Tatiana Jara, Hernán Duy
		IRIS	2016	Mayra Moreno
		UPS	2016	Carlos Balseca, Fabián Garcés
		SueldaAR	2019	Carlos Aconda
		CNC	2020	Nathaly Jaramillo, Richard Macas
privada	ETE	SCA	2021	Jenniffer Eugenio, Fernando Mantilla
		UTE EC	2019	José Macías
		Real Space	2015	Claudia Arcos
pública	ESPE	RESTFull	2017	Pamela Utreras
		RAESPE	2017	Wellington Valdivieso
		QR Nature	2018	Andrea Albuja, Alyssa Cadena
		Parque Nacional Cayambe-Coca	2021	Diego Araujo, Bryan De La Cruz
pública	EPN	Mobile Return	2016	Diego Rosero, Armando Vela

Tipo Univ.	Universidad	Aplicación	Año	Autor(es)
		Aparato Respiratorio	2016	Walter Carrera
		Didac 3D	2016	Adriana Montalvo
		FING AR	2017	Jorge Caiza , Santiago Tapia
		EDUC-AR	2017	Johny Bautista, Víctor Echeverría
		Los Angelitos de la tía Su	2017	Carla Vega
pública	UCE	Guía Didáctica	2018	Jahaira Bautista
		Gastronomic	2018	César García
		Bio Cube	2019	Jonathan Morales
		FísicaRA	2019	Eddy Sánchez
		UCE AR	2019	Romario Echeverría
		QuimRA	2019	Carlos Guillén
privada	UI	APP_RA_TE	2020	Carlos Miño
pública	UG	arBones	2017	Dennys Galárraga, Kevin León
		JOIN CARDS	2016	Karen Mora
privada	UCSG	FAWAR	2018	Jassira Vásconez
		CRANIUM	2018	Daniel Tettamanti
		EducaSex	2020	Kevin Sotomayor
		ARForestal	2015	Vilma Guamán, Nelson Cuví
		ArEmed	2015	Saúl Yasaca
		SiDow	2016	Hernán Centeno, Andrea Santillán
pública	ESPOCH	Historia 2 BGU	2017	Amarilis Lluma, Daniela Paredes
		Yachani Rayku Pakta	2017	Elizabeth Ayala, Bladimir Urgiles
		Río Primicias	2018	Alba Cajamarca, Mayra Cuenca
		Guardianes de la Memoria	2020	Mayra Barragán
pública	UTC	UTC	2019	Galo Flores
		JADE	2020	Kleber Aimacaña, Juan Topa
		RA Ciencias Naturales	2015	Jorge Tigrero
pública	UPSE	GeoturSE	2019	Carmen Loor
		Magic Game	2020	Héctor Ramos
pública	ETEQ	UteqVision	2017	Vicente Segarra
privada	UTPL	Realidad Aumentada UTPL	2012	Rodrigo Saraguro
		RA Desarrollo Inteligencia	2015	Michael Freire
privada	UIDE	UideAR	2017	Alex Espinoza

Tipo Unv.	Universidad	Aplicación	Año	Autor(es)
pública	UNL	CampusAR UNL	2014	Carlos Salas
		Sistema SolAR	2015	Eliza Eras
		Guía Inteligente	2015	Janeth Cañar, Maritza Tandazo
		MedCir	2021	Nelson Puchaicela
pública	UTA	MUNDO CIENCIA	2017	William Cacuango
		AprendamosListo	2018	David Herrera
		SeresVivosAR	2019	Valeria Ruiz
		Pasillo	2019	Eduardo Balladares
pública	UTN	UTN	2018	Cristian Echeverría
		ImbaLake3D	2018	Alexander Lomas
		Yuyay App	2019	Edison Guerra
		UTN	2021	Pablo Cuertán
		Braking System AR	2021	Cristian Tandazo

Tabla 2 – Aplicaciones móviles educativas de RA desarrolladas en universidades de Ecuador

En la Figura 1 se muestra el porcentaje de aplicaciones móviles educativas de RA que se han desarrollado en 20 universidades de Ecuador. Sobre la totalidad de aplicaciones el porcentaje más alto corresponde a la UCE con el 18% le sigue la ESPOCH con 11%, UPS 10%, ESPE 8%, UTN 8%, UCSG 6%, UTA 6%, UNL 6%, UPSE 5%, UTPL 3%, UTC 3%, ETEQ 2%, UIDE 2%, UG 2%, UI 2%, EPN 2%, ETE 2%, UAZUAY 2%, UCUENCA 2% y la ESPAM MFL 2%.

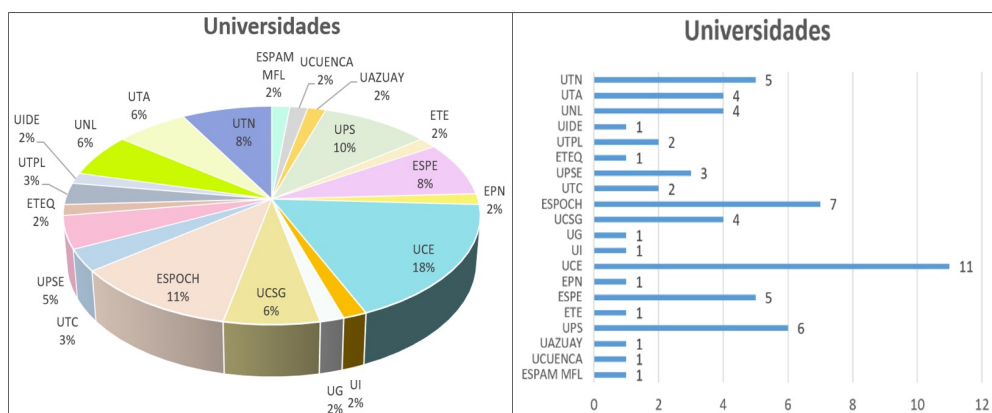


Figura 1 – Porcentaje y Cantidad de aplicaciones según la universidad

Y en cuanto a la cantidad de aplicaciones educativas de RA desarrolladas en cada universidad, la mayor cantidad le corresponde a la UCE con 11 aplicaciones, seguido por la ESPOCH con 7 y en tercer lugar la UPS con 6.

En la Figura 2 se muestra la cantidad de aplicaciones educativas de RA desarrolladas por años en proyectos de tesis, de la cual se obtuvo que en el 2012 se realizó 1, 2014 con 2, 2015 con 7, 2016 con 7, 2017 con 12, 2018 con 9, 2019 con 11, 2020 con 7 y en lo que va del año 2021 se realizaron 6 aplicaciones.

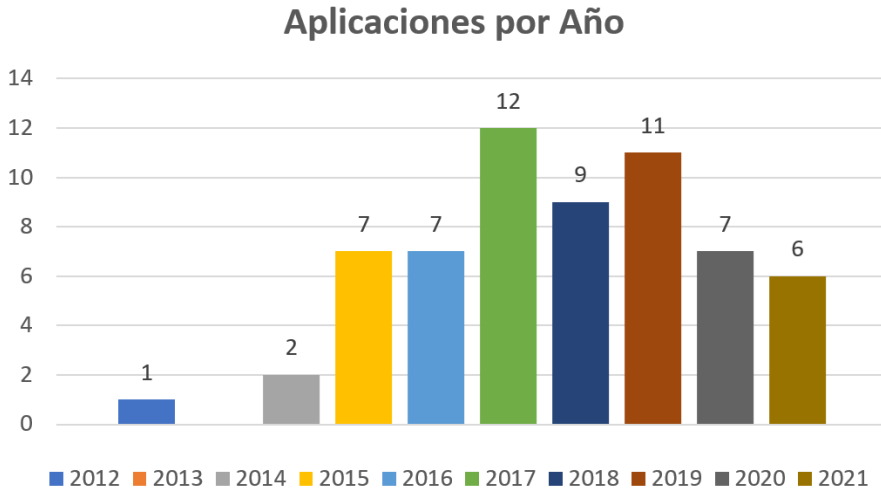


Figura 2 – Cantidad de aplicaciones según el año

En lo que respecta al tipo de universidad, la Figura 4 revela que, de la totalidad de aplicaciones educativas de RA desarrolladas del 2012 hasta el 2021 el mayor porcentaje corresponde a las universidades públicas con un 65%, mientras que las privadas tienen un 35%.

### Universidades públicas vs privadas

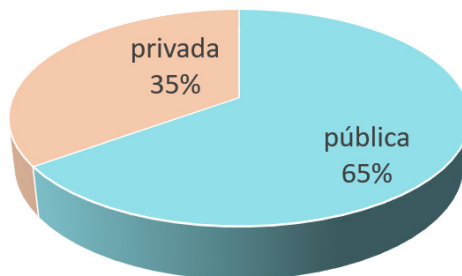


Figura 3 – Cantidad de aplicaciones según el tipo de universidad: pública/privada

### 3.2. Análisis con respecto al nivel de educación, el área y subárea a la cual fueron dirigidas las aplicaciones móviles de RA

Este apartado se enfocó en el análisis del nivel educativo y las áreas educativas para las cuales fueron dirigidas las 62 aplicaciones móviles de RA, los cuales se muestran en la Tabla 3.

Aplicación	Nivel educativo	Área	Subárea
AR Female Anatomy	Primario, secundario, superior	Ciencias Naturales	Anatomía
Universidad de Cuenca	Superior	Ciencias Naturales	Geografía
UA	Superior	Ciencias Sociales	Arqueología
Patrones-Radiación-Antena	Superior	Ciencias Naturales	Física
IRIS	Superior	Ciencias Naturales	Geografía
UPS	Superior	Ciencias Naturales	Geografía
SueldaAR	Superior	Ciencias Naturales	Física
CNC	Superior	Ciencias Naturales	Física
SCA	Primario, secundario, superior	Ciencias exactas	Matemáticas
UTE EC	Primario, secundario, superior	Varios	Gamificación
Real Space	Primaria	Ciencias Naturales	Astronomía
RESTFull	Superior	Ciencias Sociales	Administración
RAESPE	Superior	Ciencias Naturales	Geografía
QR Nature	Primaria	Ciencias Naturales	Biología
Parque Nacional Cayambe-Coca	Primaria	Ciencias Naturales	Biología
Mobile Return	Educación especial	Ciencias Naturales	Geografía
Aparato Respiratorio	Educación especial	Ciencias Naturales	Anatomía
Didac 3D	Preescolar	Varios	Cultura general
FING AR	Superior	Arquitectura	Arquitectura
EDUC-AR	Primaria	Varios	Cultura general
Los Angelitos de la tía Su	Preescolar	Ciencias Naturales	Biología
Guía Didáctica	Primaria	Varios	Cultura general
Gastronomic	Primaria, secundaria	Ciencias Naturales	Gastronomía
Bio Cube	Primaria	Ciencias Naturales	Biología
FísicaRA	Secundaria, superior	Ciencias Naturales	Física
UCE AR	Superior	Ciencias Naturales	Geografía
QuimRA	Secundaria	Ciencias Naturales	Química
APP_RA_TE	Superior	Ciencias Naturales	Física
arBones	Secundaria	Ciencias Naturales	Anatomía



<b>Aplicación</b>	<b>Nivel educativo</b>	<b>Área</b>	<b>Subárea</b>
JOIN CARDS	Preescolar	Ciencias Sociales	Idioma
FAWAR	Primario, secundario, superior	Ciencias Naturales	Salud
CRANIUM	Superior	Ciencias Naturales	Anatomía
EducaSex	Primaria	Ciencias Naturales	Salud
ARForestal	Superior	Ciencias Naturales	Biología
ArEmed	Superior	Ciencias Naturales	Anatomía
SiDow	Educación especial	Varios	Cultura general
Historia 2 BGU	Secundaria	Ciencias Sociales	Historia
Yachani Rayku Pakta	Primaria	Ciencias Sociales	Idioma
Rio Primicias	Primaria	Ciencias Sociales	Historia
Guardianes de la Memoria	Primaria	Ciencias Sociales	Historia
UTC	Preescolar	Varios	Cultura general
JADE	Preescolar	Varios	Cultura general
RA Ciencias Naturales	Primaria	Ciencias Naturales	Biología
GeoturSE	Secundario, superior	Ciencias Naturales	Biología
Magic Game	Preescolar	Ciencias exactas	Matemáticas
UteqVision	Superior	Ciencias Naturales	Geografía
Realidad Aumentada UTPL	Superior	Ciencias Naturales	Geografía
RA Desarrollo Inteligencia	Superior	Ciencias Naturales	Anatomía
UideAR	Superior	Ciencias Naturales	Geografía
CampusAR UNL	Superior	Arquitectura	Arquitectura
Sistema SolAR	Primaria	Ciencias Naturales	Astronomía
Guía Inteligente	Superior	Ciencias Naturales	Física
MedCir	Superior	Ciencias Naturales	Anatomía
MUNDO CIENCIA	Primaria	Ciencias Naturales	Astronomía
AprendamosListo	Primaria	Ciencias Sociales	Lenguaje
SeresVivosAR	Superior	Ciencias Naturales	Biología
Pasillo	Superior	Ciencias Sociales	Música
UTN	Superior	Arquitectura	Arquitectura
ImbaLake3D	Primario, secundario, superior	Ciencias Naturales	Geología
Yuyay App	Primaria	Ciencias Naturales	Biología
UTN	Secundaria, superior	Ciencias Naturales	Física
Braking System AR	Secundaria, superior	Ciencias Naturales	Física

Tabla 3 – Aplicaciones móviles de RA con su nivel de educación y área educativa

De las 62 aplicaciones de RA recopiladas, en la Figura 4 se aprecia el nivel educativo al cual fueron dirigidas, en donde el mayor porcentaje está representado por un 40% del nivel educativo superior, le sigue el 24% del nivel primario, el 10% del nivel preescolar, 8% dirigida a tres niveles a la vez: primaria, secundaria y superior, 6% dirigida dos nivel: secundaria y superior, 5% al nivel secundario, otro 5% al nivel de educación especial y finalmente un 2% a dos niveles: primaria y secundaria.

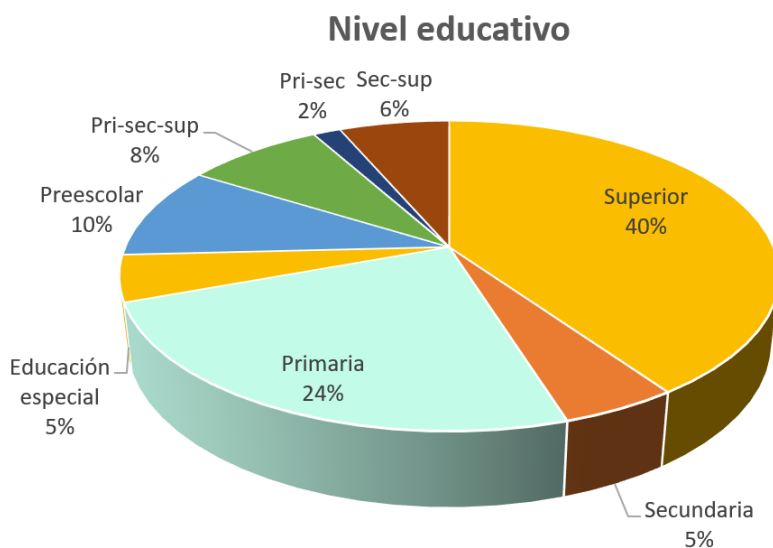


Figura 4 – Porcentaje de aplicaciones de RA según nivel educativo

En la Figura 5 se valora que la temática que mayor representación posee, es la de ciencias naturales con el 66%, la de ciencias sociales con 15%, varias temáticas con el 11%, arquitectura 5% y ciencias exactas 3%.

También se aprecia que los subtemas ofrecen un espectro más variable y representativo de las aplicaciones, en donde el mayor porcentaje le corresponde a biología y geografía con un 15% para cada uno, le sigue física con el 13%, anatomía 11%, cultura general 10%, astronomía, arquitectura e historia con el 5% cada una, matemáticas, idioma, salud el 3% para cada una, y finalmente arqueología, gamificación, administración, gastronomía, química, lenguaje, música y geología con el 2% cada una.

En la Figura 6 se muestra la cantidad total de aplicaciones móviles educativas de RA, dividida entre las categorías: nivel educativo, área y subárea. Con la cual se valorar que los primeros lugares son para el nivel educativo superior con 25 aplicaciones; en cuanto al área ciencias naturales tiene la cantidad de 41, y en subárea: biología y geografía poseen 9 aplicaciones cada una.

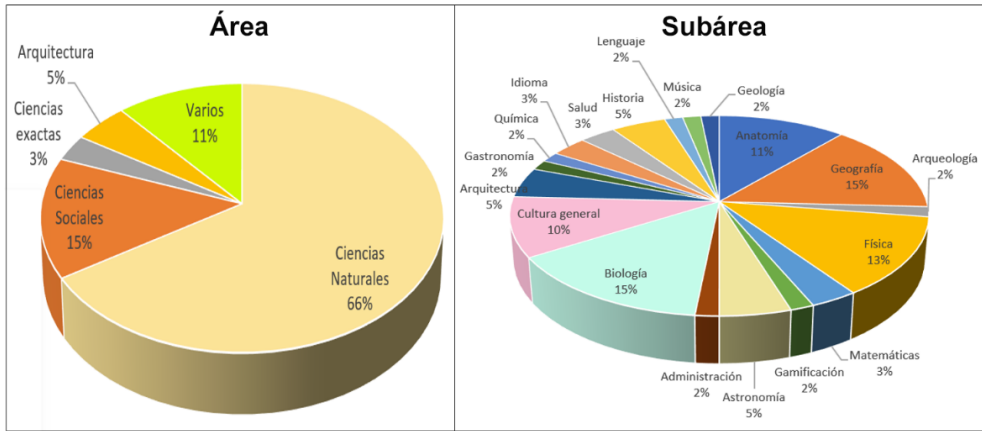


Figura 5 – Porcentajes de aplicaciones clasificadas por área y subárea

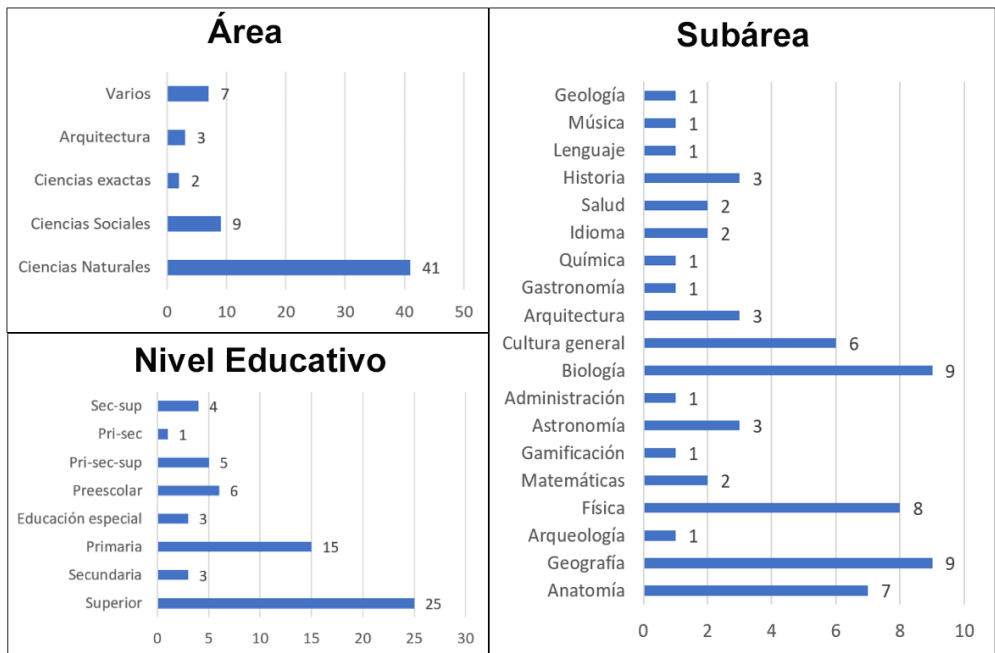


Figura 6 – Cantidades de aplicaciones catalogadas por área, subárea y nivel educativo

Las aplicaciones móviles educativas de RA que se analizaron en este trabajo van desde: libros, revistas, juegos, guías, capacitaciones, simuladores, entre otras; cuyas implementaciones reportan resultados positivos, dado que, facilitan los procesos

educativos por ser una tecnología novedosa que motiva a los estudiantes al aprendizaje y que le generan una serie de competencias digitales. Empero, estas aplicaciones tienen la limitante que en su mayoría son desarrolladas con carácter institucional, es decir, que no están accesible a la población estudiantil en general.

No obstante, la revisión sistemática de las experiencias educativas en RA, contempladas en esta investigación, constituye un aporte sustancial, en donde se puede conocer los alcances de las apps educativas de realidad aumentada en los proyectos de titulación de las universidades de Ecuador, así como el nivel y áreas educativas a las cuales han sido dirigidas. Lo cual sirve como direccionamiento de futuras investigaciones de esta temática.

Dentro del proceso de revisión sistemática, para la búsqueda en los repositorios digitales de las universidades de Ecuador, se realizó una filtración solo de aplicaciones móviles educativas, omitiéndose aquellas dirigidas al turismo, marketing, entre otras. Por consiguiente, hay universidades que no se consideraron en el estudio, pero que si registras trabajos de realidad aumentada enfocada a otras áreas.

#### 4. Conclusiones

La realidad aumentada en el contexto de las aplicaciones móviles educativas progresivamente está tomando cierto grado importancia en los desarrollos de trabajos de titulación de las universidades públicas de Ecuador y en menor medida en las privadas. Sin embargo, en base a la investigación del número de tesis realizadas de esta temática desde el año 2012 hasta el 2021, se puede valorar que en las universidades aún existe una poca difusión de la tecnología de realidad aumentada enfocadas al área educativa.

Esta revisión determinó el nivel educativo al cual fueron dirigidas estas aplicaciones, valorándose una cantidad mayor de trabajos dirigida al nivel superior, en contraste con el nivel primario y preescolar, mientras que, en los niveles secundario, educación especial y aquellos que fueron dirigidos a más de un nivel educativo, la cantidad de trabajos encontrados fue menor.

En cuanto a las áreas, en mayor medida estas aplicaciones fueron dirigidas al área de ciencias naturales y de las 19 subáreas identificados los que tuvieron gran prevalencia fueron los de: geografía, biología, física, anatomía y cultura general.

Por último, cabe indicar que la aplicación de nombre **Realidad Aumentada UTPL** la cual proporcionaba información georreferenciada, y que fue desarrollada como trabajo de titulación por Rodrigo Saraguro en la Universidad Técnica Particular de Loja en el año 2012, fue la primera aplicación móvil educativa de RA realizada en las universidades de Ecuador. Del mismo modo, hasta octubre del 2021 la última aplicación realizada, es la de nombre **AR Female Anatomy** que permite aprender sobre la anatomía humana femenina en 3D de todos los sistemas del cuerpo, desarrollada por Orley Zambrano en la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix, además esta aplicación en la actualidad está disponible en la tienda de aplicaciones Play Store para su descarga de forma gratuita y pago.

## Referencias

- Aconda, C. (2019). *Diseño de una herramienta de aprendizaje con realidad aumentada aplicada a la capacitación técnica*. Universidad Politécnica Salesiana-Quito.
- Aimacaña, K., & Topa, J. (2020). *Aplicación móvil con realidad aumentada para impulsar el desarrollo cognitivo y motriz, en niños de 2 a 3 años de edad*. Universidad Técnica de Cotopaxi-Latacunga.
- Albuja, A., & Cadena, A. (2018). *Diseño e implementación de una aplicación móvil de realidad aumentada para estimular el desarrollo cognitivo en niños de quinto y sexto año de educación general básica media (EGBM) en la asignatura de Ciencias Naturales. Caso de estudio: Unidad Educativa*. Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE-Sangolquí.
- Almenara, J. C., Barroso, J., & Obrador, M. (2017). *Realidad aumentada aplicada a la enseñanza de la medicina*. 18(3). <https://doi.org/10.1016/j.edumed.2016.06.015>
- Araujo, D., & Cruz, B. (2021). *Aplicación multimedia Edu-Entertainment para educación ambiental, utilizando técnicas de Realidad Virtual y Realidad Aumentada*. Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE-Sangolquí.
- Arcos, C. (2015). *Implementación de un software educativo utilizando técnicas de inteligencia artificial, realidad virtual y realidad aumentada para el cuarto año de educación general básica de la Unidad Educativa Saint Dominic*. Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE-Sangolquí.
- Astudillo, M. (2019). *Aplicación de la Realidad Aumentada en las prácticas educativas universitarias*. 18(2), 203-218.
- Ayala, E., & Urgiles, B. (2017). *Desarrollo de una aplicación con realidad virtual y aumentada como herramienta de aprendizaje del idioma kichwa para niños*. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo-Riobamba.
- Balladares, E. (2019). *La realidad aumentada como herramienta de difusión del Pasillo tradicional en jóvenes de 18 a 25 años de la ciudad de Ambato*. Universidad Técnica de Ambato.
- Barragán, M. (2020). *Aplicación de realidad aumentada de los personajes principales de las leyendas del cantón Riobamba*. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo-Riobamba.
- Bautista, Jahaira. (2018). *Guía Didáctica aplicando Realidad Aumentada para alumnos de 4to año de Educación Básica, para las áreas de Ciencias Sociales y Ciencias Naturales en la Escuela Fiscal Mixta "Dr. Carlos Cadena N."* Universidad Central del Ecuador-Quito.
- Bautista, Johny, & Echeverría, V. (2017). *Desarrollo de una aplicación de Realidad Aumentada para ser un instrumento de apoyo en la Educación General Básica*. Universidad Central del Ecuador-Quito.

- Cacuango, W. (2017). *Realidad aumentada en el desarrollo de material didáctico para el área de Ciencias Naturales del tercer año de básica en la Unidad Educativa Juan León Mera La Salle de la ciudad de Ambato*. Universidad Técnica de Ambato.
- Caiza, J., & Tapia, S. (2017). *Desarrollo de una aplicación con realidad aumentada, para dispositivos móviles Android, que permita obtener información de las instalaciones de la facultad de ingeniería, ciencias físicas y matemática*. Universidad Central del Ecuador-Quito.
- Cajamarca, A., & Cuenca, M. (2018). *Modelado y animación 3d con realidad aumentada de los personajes principales de las primicias de Riobamba para fortalecer la identidad cultural en los niños de 3ro de básica de la Unidad Educativa "Carlos Cisneros"*. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo-Riobamba.
- Cañas, J., & Tandazo, M. (2015). *Desarrollo de una guía inteligente que permita conocer los componentes internos de un computador utilizando la Realidad Aumentada para los alumnos de la carrera de Ingeniería en Sistemas de la Universidad Nacional de Loja*. Universidad Nacional de Loja.
- Carrera, W. (2016). *Aplicación para personas con discapacidades auditivas basada en animación 3d y realidad aumentada enfocada al aparato respiratorio del cuerpo humano*. Universidad Central del Ecuador-Quito.
- Centeno, H., & Santillán, A. (2016). *Sistema de comunicación móvil basado en la metodología aumentativa alternativa en realidad aumentada para niños con síndrome de down*. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo-Riobamba.
- Chimbo, D., & Contreras, P. (2017). *Aplicación de tecnologías semánticas y realidad aumentada para realizar búsquedas de personas, puntos de interés y actividades dentro del campus central de la universidad de Cuenca*. Universidad de Cuenca.
- Coronel, F. (2017). *Apps educativas ¿Cuáles son sus ventajas?* <https://www.aula1.com/apps-educativas/>
- Cuertán, P. (2021). *Creación de una aplicación multimedia para mantenimiento técnico basado en el modelamiento digital de un sistema de suspensión con realidad aumentada*. Universidad Técnica del Norte-Ibarra.
- Díaz, B. (2016). *Realidad Aumentada en la educación*. 47-53.
- Echeverría, C. (2018). *Visita virtual de edificaciones arquitectónicas utilizando realidad virtual y realidad aumentada*. Universidad Técnica del Norte-Ibarra.
- Echeverría, R. (2019). *La realidad aumentada como herramienta de geolocalización de edificaciones de la Universidad Central del Ecuador Campus Central*. Universidad Central del Ecuador-Quito.
- Eras, E. (2015). *Realidad aumentada como propuesta metodológica para la enseñanza en un entorno de aprendizaje escolar*. Universidad Nacional de Loja.
- Espinoza, A. (2017). *Realidad aumentada en una aplicación móvil para el recorrido de las instalaciones de la UIDE Ext. Loja*. Universidad Internacional de Ecuador Extensión Loja.

- Eugenio, J., & Mantilla, F. (2021). *Desarrollo de una aplicación android para la tele-educación en la simulación de control de una caldera basada en realidad aumentada*. Universidad Politécnica Saleciana-Guayaquil.
- Ferrer, J. (2021). *Software Educativo*. <https://jaqueferrer.weebly.com/funciones.html>
- Flores, G. (2019). *La Realidad Aumentada como instrumento de innovación educativa para niños de 24 a 36 meses de edad*. Universidad Técnica de Cotopaxi-Latacunga.
- Freire, M. (2015). *Realidad Aumentada en la asignatura Desarrollo de la Inteligencia de la Modalidad Abierta y a Distancia*. Universidad Técnica Particular de Loja.
- Galárraga, D., & León, K. (2017). *La realidad aumentada en el aprendizaje por exploración de la anatomía y fisiología de los seres vivos en la asignatura biología. propuesta: diseño de software educativo*. Universidad de Guayaquil.
- García, C. (2018). *Desarrollo de una aplicación empleando realidad aumentada para dispositivos móviles con Android, enfocada a la gastronomía*. Universidad Central del Ecuador-Quito.
- Guamán, V., & Cuvi, N. (2015). *Implementación de una aplicación móvil de realidad aumentada para el proceso enseñanza-aprendizaje de la flora del campus ESPOCH. caso práctico: escuela de ingeniería forestal*. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo-Riobamba.
- Guerra, E. (2019). *Estudio del motor de videojuego Unity con SDK Vuforia para el desarrollo de aplicaciones móviles de realidad aumentada, aplicación de tarjetas ilustradas en pares para niños*. Universidad Técnica del Norte-Ibarra.
- Guillén, C. (2019). *Realidad aumentada en el proceso de enseñanza - aprendizaje en Química, del primero de Bachillerato General Unificado de la Unidad Educativa Juan Montalvo, 2019 - 2020*. Universidad Central del Ecuador-Quito.
- Herrera, D. (2018). *La realidad aumentada en el diseño editorial para el aprendizaje del lenguaje en niños de segundo año de educación básica en la Unidad Educativa Vicente Anda Aguirre del cantón Mocha*. Universidad Técnica de Ambato.
- Jara, T., & Duy, H. (2020). *Desarrollo de una aplicación móvil basada en realidad aumentada para la caracterización y visualización del patrón de radiación en 3D de antenas predefinidas*. Universidad Politécnica Saleciana-Cuenca.
- Jaramillo, N., & Macas, R. (2020). *Desarrollo de una aplicación móvil con realidad aumentada que apoye el proceso de enseñanza - aprendizaje del uso de los equipos del laboratorio de máquinas cnc (control numérico computarizado) de la carrera de Mecánica de la Universidad Politécnica Sales*. Universidad Politécnica Saleciana-Quito.
- Kapoor, V., & Naik, P. (2020). Educación habilitada con realidad aumentada para escuelas intermedias. *SN Computer Science*, 1(3), 1-7. <https://doi.org/10.1007/s42979-020-00155-6>



- Lluma, A., & Paredes, D. (2017). *Realidad aumentada aplicada en los textos de segundo de bachillerato en la Unidad Educativa Fiscomisional Santo Tomás Apóstol Riobamba, para reforzar el proceso de aprendizaje*. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo-Riobamba.
- Lomas, A. (2018). *Modelamiento con objetos 3d de los recursos lacustres de la provincia de Imbabura que permita asociarlos mediante marcas para la visualización en las herramientas de realidad aumentada a través de un aplicativo móvil*. Universidad Técnica del Norte-Ibarra.
- Loor, C. (2019). *Guía móvil de recursos naturales para la península de Santa Elena: módulo de realidad aumentada*. Universidad Estatal Península de Santa Elena-La Libertad.
- Macías, J. (2019). *Aplicación móvil multiplataforma para un juego serio con realidad aumentada: problemón UTE*. Universidad Tecnológica Equinoccial-Quito.
- Miño, C. (2020). *Desarrollo de una aplicación móvil de realidad aumentada para los temas de análisis vectorial, campo eléctrico y magnético, de la materia de teoría electromagnética*. Universidad Israel-Quito.
- Montalvo, A. (2016). *Asistente virtual didáctico en 3D, para niños entre 3 y 5 años del centro infantil sueños de papel, aplicando realidad aumentada*. Universidad Central del Ecuador-Quito.
- Montecé, F., Verdesoto, A., Montecé, C., & Caicedo, C. (2017). Impacto De La Realidad Aumentada En La Educación Del Siglo XXI. *European Scientific Journal, ESJ*, 13(25), 129. <https://doi.org/10.19044/esj.2017.v13n25p129>
- Mora, K. (2016). *Aplicación basada en juegos para el aprendizaje de habilidades lingüísticas con realidad aumentada*. Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.
- Morales, J. (2019). *App educativa de realidad aumentada, como recurso didáctico en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la estructura celular para estudiantes de octavos años de E.G.B. de la Unidad Educativa Juan Montalvo en el periodo lectivo 2018-2019*. Universidad Central del Ecuador-Quito.
- Moreno, B., Muñoz, M., Cuellar, J., Domancic, S., & Villanueva, J. (2018). *Revisiones Sistemáticas: definición y nociones básicas*. 11(3), 184-186. <https://doi.org/10.4067/S0719-01072018000300184>
- Moreno, M. (2016). *Análisis, diseño y desarrollo de una aplicación informativa que utiliza realidad aumentada para dispositivos móviles android utilizando un motor gráfico, para la carrera de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Politécnica Salesiana*. Universidad Politécnica Salesiana-Quito.
- Moreno, N., Leiva, J., & Lopez, E. (2017). *La realidad aumentada como tecnología emergente para la innovación educativa*. 125-140.
- Paladines, J., & Tettamanti, D. (2018). *Aplicación en formación de la realidad aumentada para el estudio de los huesos del cráneo utilizando dispositivos móviles*.



- Pérez, A., & Mesquida, C. (2017). *Estudio de apps de realidad aumentada para su uso en campos de aprendizaje en un entorno natural*.
- Puchaicela, N. (2021). *Simulación de las etapas de la cirrosis hepática orientada a la formación médica*. Universidad Nacional de Loja.
- Ramos, H. (2020). “*Aplicación móvil educativa como herramienta de apoyo didáctico*” *Escenario de Realidad Aumentada, Operaciones Matemáticas y Juego de memorización*. Universidad Estatal Península de Santa Elena-La Libertad.
- Rodríguez, C., & Garcés, F. (2016). *Desarrollo de una aplicación móvil para la guía interactiva en el campus de la UPS y la presentación de noticias de la carrera de Ingeniería de Sistemas usando realidad aumentada, codificación QR y conexión Web service*. Universidad Politécnica Salesiana-Quito.
- Rosero, D., & Vela, A. (2016). *Sistema de realidad aumentada para ayuda a personas con discapacidad mental leve*. Escuela Politécnica Nacional-Quito.
- Ruiz, S. (2019). *Enseñanza de la anatomía y la fisiología a través de las realidades aumentada y virtual*. 19.
- Ruiz, V. (2019). *Realidad aumentada en escenarios de educación superior y su relación con la enseñanza*. Universidad Técnica de Ambato.
- Salas, C. (2014). *Realidad Aumentada para la Visualización de la Infraestructura Interna y Externa de Edificios de la Universidad Nacional de Loja a través de Entornos Móviles*. Universidad Nacional de Loja.
- Sánchez, E. (2019). *Desarrollo de una Aplicación para Dispositivos Móviles Android con Realidad Aumentada, para el Aprendizaje del Movimiento Parabólico*. Universidad Central del Ecuador-Quito.
- Sánchez, J., & Toledo, P. (2017). Tecnologías convergentes para la enseñanza: Realidad Aumentada, BYOD, Flipped Classroom Converging technologies for teaching: Augmented Reality, BYOD, Flipped Classroom. *RED. Revista de Educación a Distancia*. Núm, 55(8), 22-34. <https://doi.org/10.6018/red/55/8>
- Sandoval, C., & Carvajal, L. (2016). *Aplicación móvil de realidad aumentada para la ubicación de las aulas de clase en el Campus Porvenir de la Universidad de la Amazonia*. 26, 84-94.
- Santoyo, A., Pérez, G., Hernández, E., Ornelas, A., & Heredia, S. (2019). *Body Ar : Sistema educativo de anatomía basado en realidad aumentada*. 11, 26-35.
- Saraguro, R. (2012). *Implementación de una Aplicación Android basada en Realidad Aumentada aplicada a Puntos de Interés de la UTPL*. Universidad Técnica Particular de Loja.
- Segarra, V. (2017). *Aplicación móvil de realidad aumentada para difundir información georreferenciada aplicada a puntos de interés de la UTEQ*. Universidad Técnica Estatal de Quevedo.

- Sotomayor, K. (2020). *Aplicación móvil con realidad aumentada como soporte a la enseñanza de formación sexual, a estudiantes del 8vo año de Educación Básica de la Unidad Educativa “Jean Piaget”*. Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.
- Tandazo, C. (2021). *Desarrollo de una aplicación multimedia con realidad aumentada para el entrenamiento técnico del sistema de frenos de un vehículo*. Universidad Técnica del Norte-Ibarra.
- Tenorio, F. (2014). *Modelo de realidad aumentada aplicada a la difusión de patrimonio*. Universidad de Azuay.
- Tettamanti, D. (2018). *Desarrollo de una aplicación móvil de realidad aumentada para mejorar el proceso de estudio de los huesos del cráneo*. Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.
- Tigrero, J. (2015). *Uso de realidad aumentada en la implementación de una aplicación móvil para la materia ciencias naturales en el ciclo básico de la Unidad Educativa Almirante Alfredo Poveda Burbano*. Universidad Estatal Península de Santa Elena-La Libertad.
- Toledo, P., & García, M. (2017). *Realidad Aumentada en Educación Primaria : efectos sobre el aprendizaje*. 16(1), 79-92.
- Utreras, P. (2017). *Desarrollo de una aplicación móvil multiplataforma utilizando realidad aumentada para la administración de la carga horaria en los laboratorios generales de computación de la Universidad de las Fuerzas Armadas – ESPE matriz*. Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE-Sangolquí.
- Valdivieso, W. (2017). *Análisis de comportamientos a través de la utilización de realidad aumentada en la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE campus matriz Sangolquí*. Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE-Sangolquí.
- Vásconez, J. (2018). *Aplicación móvil de realidad aumentada como guía de apoyo en la prevención de primeros auxilios*. Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.
- Vega, C. (2017). *Desarrollo de una aplicación con realidad aumentada para aprender las características y el comportamiento de las especies emblemáticas del Ecuador orientado a niños de educación inicial*. Universidad Central del Ecuador-Quito.
- Yasaca, S. (2015). *Impacto en la implementación de la tecnología de realidad aumentada móvil en la escuela de medicina–ESPOCH*. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo-Riobamba.
- Zambrano, O. (2021). *Aplicación móvil de realidad aumentada en modelado 3D orientada al proceso enseñanza-aprendizaje de la anatomía humana*. Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix.

# Evaluación de una Red Híbrida Fibra Coaxial con estándar DOCSIS versión 3.1

Adrián Macias<sup>1</sup>, Leticia Vaca-Cárdenas<sup>1</sup>, Alberto Arellano<sup>2</sup>

[jmacias3668@utm.edu.ec](mailto:jmacias3668@utm.edu.ec); [leticia.vaca@utm.edu.ec](mailto:leticia.vaca@utm.edu.ec); [alberto.arellano@epoch.edu.ec](mailto:alberto.arellano@epoch.edu.ec)

<sup>1</sup> Universidad Técnica de Manabí, EC130105, Portoviejo, Ecuador.

<sup>2</sup> Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, EC060155, Riobamba, Ecuador

**Pages:** 95-105

**Resumen:** En los últimos años se ha presenciado un desarrollo vertiginoso en redes de comunicación provocando cambios notables para los usuarios que cada vez incrementan sus exigencias, debido a que el servicio de internet se ha vuelto una necesidad básica. Éste artículo presenta un análisis de una red Híbrida Fibra Coaxial (HFC), evaluando distintos escenarios de arquitectura que puede tener una red HFC. Considerando que el tipo de arquitectura que se utilice puede modificar la eficiencia del sistema, se realizó la simulación de un sistema HFC versión DOCSIS 3.1, por medio del programa Matlab, donde el uso de amplificadores en etapa de distribución propicia la variación de distintos parámetros en la red como; relación, señal, ruido y tasa de Bit erróneo, por la introducción de algunos fenómenos físicos como el ruido e intermitencia, afectando la transmisión de datos, y generando distintas experiencias en los usuarios. Esta investigación demuestra que el uso del argumento NODO+ o y SNR mayor a 40 dB mejora el rendimiento de una red HFC en un 14% en el parámetro BER, consecuentemente esto reduce el nivel de ruido, interferencias y distorsiones mejorando la calidad de la señal.

**Palabras-clave:** Híbrida Fibra Coaxial (HFC), Data over Cable Service Interface Specification (DOCSIS), Relación Señal Ruido (SNR), Tasa de error de Bits (BER).

## *Evaluation of a Hybrid Fiber Coaxial Network with DOCSIS version 3.1 standard*

**Abstract:** In recent years, a vertiginous development in communication networks has been witnessed, causing notable changes for users that increasingly their demands because Internet service has become a basic need. This article presents an analysis of a Hybrid Fiber Coaxial (HFC) network, evaluating different architectural scenarios that an HFC network may have. Considering that the type of architecture used can vary the efficiency of the system, the simulation of a DOCSIS 3.1 version HFC system was carried out using the Matlab program, where the use of amplifiers in the distribution stage favors the variation of different parameters in the network as; Signal-to-noise ratio (SNR) and Bit error rate (BER), due to the introduction of some physical phenomena such as noise and intermittency, affecting data transmission and generating different experiences in users. This research shows

that the use of the argument NODE + 0 and SNR higher than 40 dB improves the performance of an HFC network by 14% in the BER parameter; consequently, this reduces the level of noise, interference, and distortions, improving the quality of the signal.

**Keywords:** *Hybrid Fiber-Coaxial (HFC), Data over Cable Service interface Specification (DOCSIS), Signal-to-Noise Ratio (SNR), Bit Error Rate (BER).*

## 1. Introducción

A lo largo de la historia, la evolución de las redes de comunicación y los medios por los cuales se transmite la información ha ido evolucionando de manera acelerada. Las grandes demandas de transferencias de datos que existen en la actualidad hacen que cada día se desarrollen las redes, ya sea de forma alámbrica e inalámbrica, para así brindar un servicio más confiable y a mayor velocidad, las exigencias de los usuarios han incrementado, y con esto la demanda del servicio de internet (Vásquez Carranza, 2017). Como consecuencia surge la necesidad de un mayor ancho de banda; éste hecho promueve que, las compañías de telecomunicaciones mejoren la capacidad del servicio constantemente.

Investigaciones recientes han evidenciado las debilidades de las redes HFC (Híbrida Fibra Coaxial) que se define como una red de telecomunicaciones que incorpora o combina tanto cable coaxial como fibra óptica creando así una red de banda ancha (Quizhpi Mejía, 2017); obteniendo como resultado desventajas sobre las redes de fibra óptica (Vásquez Carranza, 2017). Ecuador no es la excepción, empresas que ofrecen servicios de telecomunicaciones por medio de redes HFC han sufrido un declive (Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones, 2020). viéndose forzados a realizar un cambio de tecnología y optar por otras tecnologías o esperar el fin de la misma. Por lo general los resultados de estas investigaciones obligan a las compañías a realizar ciertos cambios en hardware y software y así mantener su competencia en el mercado. Una opción menos agresiva y viable para aquellas empresas que tiene infraestructura de red HFC es la adopción del estándar DOCSIS (Data Over Cable Service interface Specification) versión 3.1(Quizhpi Mejía, 2017). Sin embargo, aquí surgen varias interrogantes, dentro de las más usuales están; si las redes actuales pueden soportar la versión DOCSIS 3.1(Quizhpi Mejía, 2017) y cómo se puede evaluar el rendimiento de la red(Tungsakul et al., 2016) . Así se genera la necesidad de investigar y analizar la factibilidad de aplicar la versión DOCSIS 3.1, así como la de verificar su eficiencia y rendimiento con una adecuada construcción o modificación en la capa física, que es el objetivo principal de este estudio.(CableLabs R, 2014)

Podemos definir DOCSIS como el estándar desarrollado por CableLabs, que es el estándar utilizado por las redes HFC en la actualidad(Grela, 2018). La presente investigación pretende demostrar mediante un estudio simulado en un software, que una mayor cantidad de amplificadores va a generar mayor ruido e intermitencia provocando mayor atenuación en la red y errores de bits, esto conlleva a que exista pérdidas de paquetes lo que lo volvería inestable. Bajo estos principios se pretende mejorar la red de DOCSIS 3.1, primero reducir la cantidad de amplificadores y en segunda instancia reemplazar los amplificadores por nodos ópticos, lo cual permitirá calibrar la salida disminuyendo la existencia de ruido e intermitencia y así aprovechar la red DOCSIS 3.1 a su máxima capacidad de transmisión.

Por lo tanto, este artículo se encuentra organizado de la siguiente manera; en la sección 2 se explica la situación actual de acceso a internet en el Ecuador, las características y evolución del estándar DOCSIS; en la sección 3 se aborda la metodología utilizada en la investigación y el proceso de simulación; en la sección 4 se muestran los resultados y finalmente en la sección 5 se presentan las conclusiones.

## 2. Estudios relacionados

Todos los estudios sobre DOCSIS 3.1 realizados anteriormente proponen un método para mejorar la eficiencia de las redes HFC dando distintas soluciones, sin embargo, las variables que toman siempre son las mismas: los valores de SNR (relación señal ruido) y la tasa de transferencia de datos. Surge la siguiente interrogante: los parámetros evaluados sufren degradación en la capa física de una red HFC y presenta soluciones en capas superiores, tomando en cuenta que el estándar evalúa constantemente los valores de SNR de los canales, en caso de encontrar un valor de SNR fuera de rango busca cuál es la subportadora que puede presentar este inconveniente, lo elimina y puede así seguir usando el canal en rangos adecuados de operación.

Grela en el año 2019, Argentina Universidad Nacional del Nordeste detalla la capacidad máxima de transferencia de datos que puede tener una red HFC con estándar DOCSIS 3.1, pero también que el uso del Nodo + 0 y la red operando con un SNR mayor a 40 dB disminuye la interferencia, ruido y distorsión (Grela, 2018), fenómeno que ocurre en la capa física. Modificar las redes al Nodo+0 mejora el rendimiento.

Coomans en el 2018 realiza la pruebas reales con una red Nodo +0 en un laboratorio simulando la red que se encuentra extendidas en las ciudades, obteniendo resultados en el CM (Cable Modem), comunicándose con el nodo más alejado, puede obtener velocidad de 8 Gb simétricos (Coomans et al., 2018). lo cual demuestra que el uso de Nodo + 0 mejora el rendimiento de la red, esto motiva esta investigación a realizar estudios y evaluar las ventajas de su uso.

### 2.1. El estándar DOCSIS en Ecuador

La Tabla 1 presenta estadísticas de acceso a internet en Ecuador en los últimos años dependiendo el tipo de red.

En la actualidad la demanda del servicio de internet ha incrementado, tanto en cantidad de usuarios como en la capacidad de transmitir datos.

Redes	Febrero 2019	Noviembre 2020
FTTH	27,62%	49,18%
HFC	21,02%	20,49%
DSL	42,81%	22,13%
INALAMBRICAS	8,55%	8,19%

Tabla 1 – Acceso a internet en Ecuador según ARCOTEL 8% incremento anual (*Boletín Estadístico del Sector de las Telecomunicaciones – Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones, 2020*),

En octubre del 2013 se dio a conocer la nueva actualización de DOCSIS 3.1, y las mejoras no se hicieron esperar, en sentido descendente tiene capacidad hasta 10 Gbit y en sentido ascendente 1 Gbit. Soportaban las OFDM (Subportadoras de multiplexación por división de frecuencia ortogonal), también incluían características de ahorro de energía y se elaboró un algoritmo que reducía el bufferbloat.

Algunas investigaciones reportan la posibilidad de usar el Nodo +0, que es la supresión del uso de amplificadores en la etapa de distribución de redes HFC (Chang Rizzo & Macías Zambrano, 2019; Grela, 2018), pero hasta el momento los estudios realizados solo están como una propuesta, la cual sería una incógnita por analizar y evaluar. Y con esto, poder confirmar las bondades que puede ofrecer este diseño de red a los operadores de telecomunicaciones con infraestructura HFC.

## 2.2. Rendimiento del estándar DOCSIS

De las investigaciones realizadas en los últimos años, un estudio de Poranattawut Tungsakul presenta el análisis de calidad de cable módem en las red HFC según el estándar DOCSIS utilizando el índice de calidad NQ19 específico para el sistema de red HFC, (Tungsakul et al., 2016). Según el estudio se consideran los siguientes 9 parámetros:

- Downstream Power Receive (DS PWR Rx)
- Upstream Power Transmission (US PWR Tx)
- Upstream Power Receive (US PWR Rx)
- Downstream Signal to Noise ratio (DS SNR)
- Upstream Signal to Noise ratio (US SNR)
- Upstream Codeword Error Rate (US CW Error Rate)
- Downstream Codeword Error Rate (DS CW Error Rate)
- T3 Time out and
- T4 Time out

Tungsakul, et al. recopila información en el lado del CMTS(Sistema de Terminación de Cable Módems) de todos los CM que pertenece a un Nodo óptico particular (convertidor óptico-eléctrico), obteniendo información de los parámetros anteriormente expresados. Luego compara con el índice de calidad NQ19 del estándar, confirmando que algunos parámetros están en zona amarilla, dónde es permitido operar, pero no es óptimo. A continuación, realiza mantenimiento correctivo sobre este nodo y se vuelve a evaluar obteniendo resultados óptimos y con todos los parámetros de operación en zona verde. El documento muestra el beneficio de analizar los datos obtenidos en el CMTS, comparándolos con los índices de calidad NQ19, para la toma de decisiones y mejorar la eficiencia de una red HFC (Tungsakul et al., 2016).

Otro estudio importante de Abedin, et al (Abedin et al., 2019) presenta un novedoso enfoque para la optimización de perfiles en redes HFC con estándar DOCSIS 3.1. El diseño de los perfiles es fundamental para el rendimiento de una Red HFC, el estándar propone agrupar cable Modem en función señal-ruido por medio del parámetro SNR, sin embargo, los autores de éste artículo proponen dar otro enfoque para mejorar la eficiencia del sistema creando perfiles dependiendo de la demanda y el tráfico que generan los cables módem del sistema. Para esto realizará la técnica de aprendizaje llamado TAPA (Traffic Aware Profile) en lado del CMTS, en dónde en una primera fase



simula el tráfico de una red HFC, punto muy importante el cuál no se toma en cuenta los fenómenos físicos que pueden generar tráfico no deseado y también la dinámica que sufren los operadores de telecomunicaciones con inserción y deserción de usuarios. La nueva propuesta es agrupar los CM dependiendo su demanda y tráfico, sectorizado en 3 grupos alta demanda, media demanda y baja demanda.

Como es de conocimiento DOCSIS trabaja con canales y los autores proponen en el canal de subida (US) un canal con ancho de banda de 24MHz que se puede operar entre 5MHz y 204 MHz con frecuencia central en 104MHz y del canal de bajada (DS) 96Mhz que puede operar entre 205MHz hasta 1700Mhz con frecuencia central en 820Mhz.

La razón por la cual es importante determinar la frecuencia de trabajo es que a mayor frecuencia mayor atenuación y las probabilidades de anular soportadoras incrementa, característico del DOCSIS 3.1. Concluyendo que la mejora es significativa y tomando en cuenta que la simulación tiene un alto grado de heterogeneidad lo que hace que se acerque más a la realidad (Abedin et al., 2019).

En el Año 2015, el trabajo de Ben Fortosky, con la simulación de cable módem en el canal de subida en MATLAB de la versión DOCSIS 3.1 estudio valioso para que los operadores puedan simular el tráfico que puede generar una cantidad determinada de CM y la deficiencia que puede tener una red al momento de emigrar de la versión 3.0 a 3.1. El autor realiza el proceso de simulación primero creando un algoritmo para generar tráfico aleatorio que puede emitir el CM en una red HFC. Para realizar este algoritmo se apoyan en funciones de MATLAB ya existentes y añaden prefijo cíclico y temporizadores creando una función que como resultado tiene una matriz, específicamente usando Modulación BPSK y QPSK(Fortosky, 2015).

Por otro lado, simulan la degradación que puede generar el canal de comunicación en el proceso de transmisión y esto lo hace introduciendo ruido Gaussiano blanco al canal, también se agrega zumbido al modulado, por el lado del receptor se agrega temporizadores y filtro de retardo, no se toma en cuenta desfases, tampoco micro reflexiones que pueden ocurrir. Como resultado se obtiene que, si se utiliza prefijo cíclico retardadores y símbolos pilotos se puede obtener una mejor operatividad del CMTS, tomando en cuenta que se aumenta la cantidad de datos a transmitir por el canal(Fortosky, 2015).

### 3. Metodología

La presente investigación consta de tres fases fundamentales:

- En primer lugar, se realiza el análisis del estándar DOCSIS 3.1, información facilitada por CableLabs y de algunos investigadores,(CableLabs R, 2014; Chang Rizzo & Macías Zambrano, 2019; Coomans et al., 2018a; Del Salto Álvarez & López Chango, 2016; Grela, 2018)
- Se realizan los cálculos del parámetro SNR dependiendo el tipo de arquitectura que presenta los distintos escenarios a simular.
- Se realiza simulación del canal de bajada de DOCSIS 3.1 en el programa MATLAB(Cano et al., 2001; Fortosky, 2015). Se modifica el valor de SNR, este varía dependiendo la cantidad de amplificadores. Los resultados obtenidos son valores de tasa de bits erróneo (BER) para este caso particular se generan 44160 bits de forma aleatoria.

### 3.1. Análisis de DOCSIS 3.1

En el presente estudio se realiza una lectura comprensiva del estándar. Partiendo de la guía DOCSIS 3.1 PHYSICAL & MAC Layer (CableLabs R, 2014) se encuentran diferencias significativas de su antecesor DOCSIS 3.0. Este análisis se basa en el Canal de Bajada. La Tabla 2 presenta las características principales.

Característica	Descripción
Multiplexación	Ofdm 2K y 4K
Rango de Frecuencia	Desde 108 MHz hasta 1794 MHz
Ancho de banda canal	Desde 96 MHz hasta 192MHz
Ancho de banda subportadoras	25 KHz o 50 KHz (7680 o 3840 portadoras a 192 MHz)
Modulación	4k QAM hasta 16k QAM
Corrección de errores	LDPC,BCH
Velocidad de enlace	10 Gbps hasta 20 Gbps

Tabla 2 – Características del canal descendente

Posteriormente, se procede a verificar cómo trabaja un sistema OFDM tanto en la parte del emisor y receptor(Cano et al., 2001; Debbah, 2004) y basando en una simulación del canal de subida (US) realizada por Ben Fortosky adicionado la información de la guía DOCSIS 3.1 (Fortosky, 2015).

### 3.2. Relación C/N y Eb/No

Cuando se tiene amplificadores en cascada, la relación C/N(relación portadora ruido) se puede encontrar mediante la ecuación (1),(Large & Farmer, 2008).

$$C/N = -10 \log \left[ 10^{-\left(\frac{C/N1}{10}\right)} + 10^{-\left(\frac{C/N2}{10}\right)} \right] \tag{1}$$

Cuando los amplificadores son idénticos la ecuación (1) se puede reducir a la ecuación (2)

$$C/N = C/Na - 10 \log (n) \tag{2}$$

Cantidad de amplificadores	10 Log (n)
2	3.01
3	4.77
4	6.02
5	6.99

Tabla 3 – Resultados C/n de la Ecuación (2)



Las ecuaciones (1) y (2) son válidas mientras las pérdidas entre amplificadores sean igual a su ganancia, tengan la misma figura de ruido y una ganancia mínima de 20 dB. Con esto la Tabla 3 presenta resultados logrados mediante la ecuación (2).

La relación  $E_b/N_0$  (relación energía por bit/densidad espectral de potencia de ruido), es conocida como la relación señal a ruido de bit, es una variable adimensional y tampoco se toma en cuenta el ancho de banda del canal, la ecuación (3) vincula el  $C/N$  con  $E_b/N_0$ . Donde  $f_b$  es la tasa de bits Nominal y  $B$  es el ancho de banda del canal.

$$E_b/N_0 = C/N - 10 \log \left( \frac{f_b}{B} \right) \tag{3}$$

### 3.3 Simulación

La Figura 1 muestra un diagrama del proceso de simulación de una red HFC aplicando el estándar DOCSIS 3.1. Las simulaciones se utilizaron para obtener una evaluación del rendimiento en el canal de bajada para un diseño Nodo +X, siendo X la cantidad de amplificadores.

El modelo empieza generando una señal aleatoria aplicando distribución de Bernoulli, ecuación (4), generando un total de 44160 bits almacenados en una base de datos. Se realiza el proceso de conversión de serie a paralelo mediante la implementación del bloque “Mux” para obtener la trama de datos de bits. Estos bits ingresan al bloque de modulación 16 QAM, en la cual los datos se codifican y modulan.

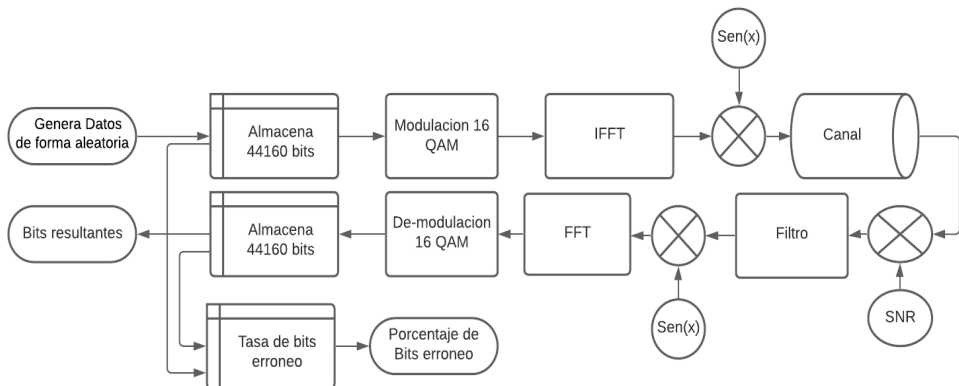


Figura 1 – Modelo del experimento DOCSIS 3.1

$$f(k, p) = pk + (1 - p)(1 - k) \tag{4}$$

A cada símbolo se le asigna una subportadora por medio de la Transformada Rápida Inversa de Fourier (IFFT), ecuación (5), para garantizar la ortogonalidad de los subcanales. Solo una pequeña cantidad de datos son transportados en cada subportadora

reduciendo de esta forma la interferencia intersimbólica (ISI). El bloque IFFT convierte el número de datos complejos (símbolos complejos) en una señal en el dominio del tiempo.

$$x(i) = \frac{1}{\sqrt{n}} \sum_{k=0}^{k=N-1} x(k) \exp \left( j \frac{2\pi \left( k - \frac{N}{2} \right)}{N} \right) \quad (5)$$

para  $i = 0, 1, \dots, (N - 1)$

Luego, se añade la señal portadora (bloque “Sine Wave”) que atribuye a una señal sinusoidal en la cual se usa un rango de frecuencia de 0 kHz a 16 kHz, de manera que, en cada canal se programa una frecuencia de señal portadora que difiera en 1 kHz respecto al canal anterior. Es decir, en el canal 1 se tiene una frecuencia de 1 kHz, canal 2 una frecuencia de 2 kHz y así sucesivamente. Este proceso permite que la señal de salida reflejada en el espectro se represente por la frecuencia establecida en la señal portadora. Cada señal de salida constituye a un símbolo OFDM. Luego, se suma a todas las señales de los canales adyacentes obteniendo el espectro en el cual se evidencia las 16 frecuencias seteadas en cada canal.

Posteriormente se implementa el canal AWGN que agrega ruido blanco gaussiano a la señal, después se configura un SNR (Relación señal / ruido) dependiendo de la cantidad de amplificadores que tenga la arquitectura de red. Luego se implementa un filtro FIR en cada canal, de tal manera que estos bloques configurados por parámetros específicos permitan el paso de las frecuencias seteadas en la señal portadora y así pase una señal en cada canal respectivo. La señal filtrada se multiplica por el proceso recíproco y se aplica la Transformada Rápida de Fourier (FFT), ecuación (7), obteniendo los símbolos en el dominio del tiempo de la representación binaria. Luego se implementa la demodulación 16QAM para obtener los bits de cada sub-canal, más el proceso de conversión de paralelo a serie mediante la implementación del bloque “Mux” para obtener la trama de datos de bits.

$$x(w) = \sum_{n=-\infty}^{n=+\infty} x(n) \exp(-jwn) \quad (6)$$

Por último, se implementa el bloque “Error Rate Calculation” que compara los datos de entrada del transmisor con los datos de salida del receptor, calculando la tasa de error de bit (BER), número de errores y número total de bits, ecuación (6).

$$BER = \frac{\text{cantidad de bit erróneo}}{\text{cantidad de bit total}} \quad (7)$$

#### 4. Resultados

La Figura 2 presenta la tasa de error de bits para las 210 pruebas realizadas a seis diferentes niveles de SNR, separados en grupos de 30 pruebas para cada nivel. Los

resultados obtenidos demuestran que la red presenta mejor operatividad cuando se trabaja con valores de SNR mayores a 40 dB, resultados similares fueron obtenidos en las investigaciones de Coomans (Coomans et al., 2018). Por otro lado, la peor condición de rendimiento se mostró para un SNR aproximado de 33 dB, marcando una diferencia importante con las demás condiciones.

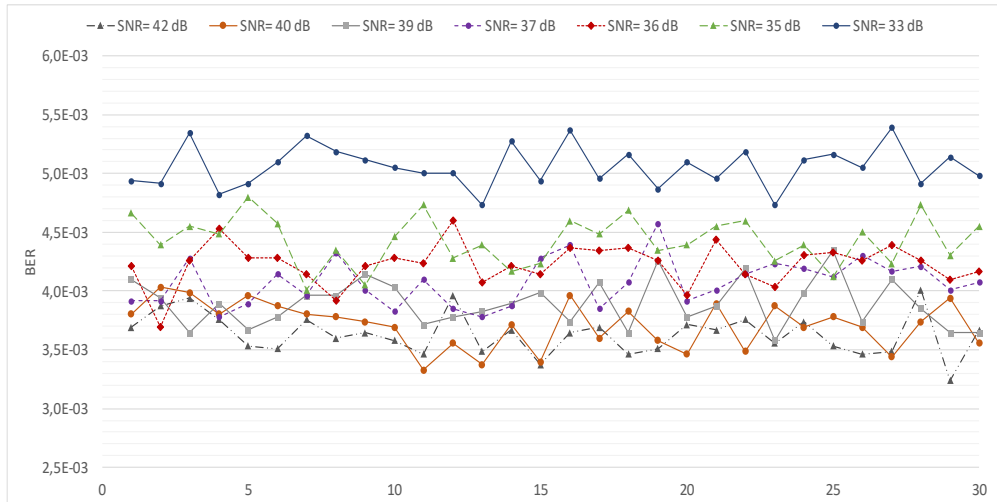


Figura 2 – Resultados de la simulación de 210 puntos, 30 por cada valor de SNR.

Los resultados obtenidos por Coomans (Coomans et al., 2018) muestran una tendencia parecida a los desarrollados en esta investigación. Coomans concluye que el uso del NODO+0 presenta una red más eficiente que la red que habitual, gracias a esto se puede aplicar DOCSIS 3.1 Full duplex en redes 1,2 GHz, en esta investigación se demuestra que el uso de la arquitectura NODO+0 existe una pérdida menor de Bits cuando el SNR del canal es mayor a 40 dB.

La Figura 3 muestra el valor promedio y la desviación para cada escenario analizado, siendo la arquitectura de Nodo+0 un valor de SNR igual a 42 dB el más favorable. Por lo contrario, el caso del nodo +5 resultó el escenario menos favorable con un SNR mayor a 32 dB. Por lo tanto, se debe tener en cuenta que entre mayor es el recorrido de la etapa de distribución se genera mayor ruido, ocasionado por cortes, empalmes y desgaste de elementos por vejez de la red.

Se evidencia que la dispersión de la tasa de error de bits es mayor cuando los CMs trabajan entre rangos de 38 y 40 db y la información recolectada por Garcia (Ing. Juan Ramon Garcia, 2015) en el año 2015 muestra que el MER (tasa de error de modulación) es mayor 35 y 38 dB y disminuye considerablemente cuando este valor está más cerca de los 40 dB lo cual concuerda con el presente estudio.

Adicionalmente, se evidencia que, si se trabaja con valores SNR entre 36 y 37 dB la desviación de bits erróneo es menor que trabajar en el rango de 38 a 40 dB, ésta es la razón por la cual los operadores prefieren trabajar con estos niveles.

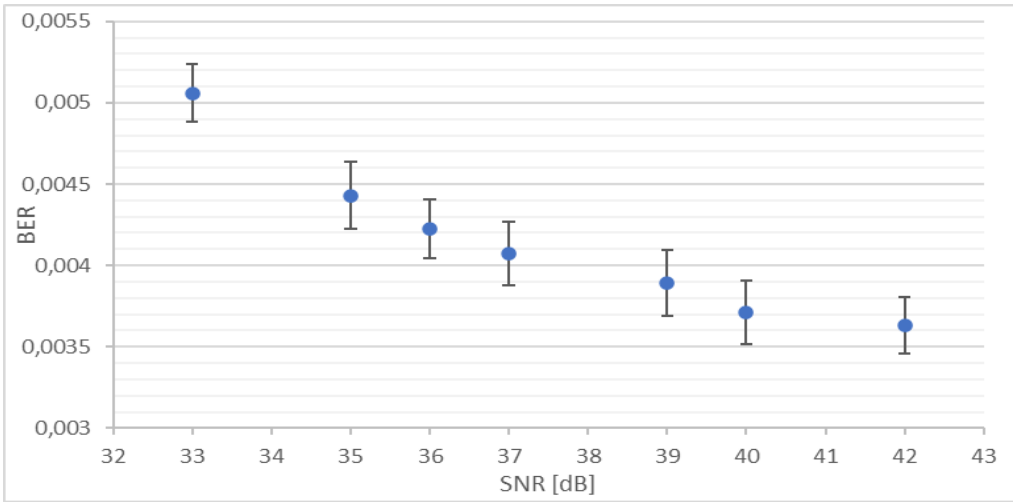


Figura 3 — Resultados promedio de BER y su desviación estándar para cada valor SNR modelado.

## 5. Conclusiones

Este trabajo presenta un análisis del estándar DOCSIS 3.1, se realiza una evaluación del uso de Amplificadores y cómo esto influye en la relación señal ruido teniendo como consecuencia una reacción en la eficiencia de la red, por medio de cálculos matemáticos se puede obtener la degradación del SNR por el uso de amplificadores en cascada, el cual este valor es modificado en el canal gaussiano y obtener valores de BER.

Se realizó la simulación del canal de bajada con la generación de 44160 bits aleatorios con potencias de señal óptimas de acuerdo al estándar y niveles SNR que cumplen los requisitos. Los resultados obtenidos en las simulaciones confirman que el uso de Nodo + o en redes HFC con estándar DOCSIS 3.1 mejora significativamente la operatividad de la red, la ventaja de usar este tipo de arquitectura es que se puede llegar a valores de SNR mayores a 40 dB. Esta investigación demuestra que el uso del argumento NODO+ o y SNR mayor a 40 dB mejora el rendimiento de una red HFC en un 14% en el parámetro BER. En conclusión, el uso de Nodo+o y SNR mayor a 40dB reduce el nivel de ruido, interferencias y distorsiones.

## Referencias

- Abedin, S., Ghorbel, M. B., Hossain, M. J., Berscheid, B., & Howlett, C. (2019). A novel approach for profile optimization in DOCSIS 3.1 networks exploiting traffic information. *IEEE Transactions on Network and Service Management*, 16(2), 578–590.
- Boletín Estadístico del Sector de las Telecomunicaciones – Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones. (2020). Retrieved June 12, 2021, from <https://www.arcotel.gob.ec/boletines-estadisticos/>

- CableLabs R. (2014). DOCSIS 3.1 PHYSICAL & MAC Layer Quick Reference Pocket Guide. <https://www.cablelabs.com/technologies/docsis-3-1>.
- Cano, L. J., Galeano, J. J. P., Montaña, C. A. Q., & Fajardo, C. A. S. (2001). Modulación multiportadora OFDM. *Ingeniería*, 6(2), 30–34.
- Chang Rizzo, J. R., & Macías Zambrano, J. A. (2019). Diseño de redes HFC para distribución de señales digitales de televisión. *Espol*.
- Coomans, W., Chow, H., & Maes, J. (2018a). Introducing full duplex in hybrid fiber coaxial networks. *IEEE Communications Standards Magazine*, 2(1), 74–79.
- Debbah, M. (2004). Short introduction to OFDM. White Paper, Mobile Communications Group, Institut Eurecom, 0–1.
- Del Salto Álvarez, E. V., & López Chango, C. E. (2016). Diseño y plan de migración para la implementación del estándar DOCSIS 3.1 en 3 nodos críticos principales de la red HFC Quito de la empresa TVCABLE. Quito, 2016.
- Fortosky, B. (2015). DOCSIS 3.1 Cable Modem and Upstream Channel Simulation in MATLAB. University of Saskatchewan.
- Grela, A. A. (2018a). Máximas tasas de transferencia de datos de una red HFC.
- Ing. Juan Ramon Garcia. (2015). Maximizando la Capacidad de nuestro Redes HFC.
- Large, D., & Farmer, J. (2008). Broadband cable access networks: The HFC plant. Morgan Kaufmann.
- Quizhpi Mejía, M. G. (2017). Estudio de factibilidad técnico económico para que operadores de servicios mediante cable modems opten por migrar al estándar docsis 3.1. *Espol*.
- Tungsakul, P., Songwatana, K., & Moungnuol, P. (2016). A quality analysis of DOCSIS Cable Modem. 2016 International Computer Science and Engineering Conference (ICSEC), 1–6.
- Vásquez Carranza, E. Y. (2017). Análisis comparativo de los sistemas hfc y ftth en base a sus capacidades de trasmisión de datos en una red triple play, caso de estudio: Ciudad Trujillo.

# Plataformas de hardware para nodos de IoT en aplicaciones agrícolas: un análisis orientado al consumo energético

Marlon Navia<sup>1</sup>, Víctor Palma<sup>2</sup>, Joffre Moreira<sup>2</sup>, Ricardo A. Vélez-Valarezo<sup>2</sup>.

**marlon.navia@utm.edu.ec; victor.palma@espam.edu.ec; jmoreira@espam.edu.ec; rvelezvalarezo@espam.edu.ec.**

<sup>1</sup> Universidad Técnica de Manabí, Av. Urbina, CP 130105, Portoviejo, Ecuador.

<sup>2</sup> ESPAM MFL, Campus Politécnico, CP 130601, Calceta, Ecuador.

**Pages: 106-118**

**Resumen:** Actualmente existen varias alternativas de hardware para implementar nodos de Internet de las cosas (IoT). Sin embargo, las características necesarias para crear un nodo personalizado pueden diferir. Para ello, se diseñó un prototipo de nodo sensor, que Este artículo presenta un estudio comparativo, enfocado principalmente en el consumo de energía, de varias alternativas de placas de circuito impreso (PCB) basadas en microcontroladores, para implementar nodos de IoT para aplicaciones agrícolas. mide las condiciones ambientales. Se construyó una versión de este nodo por cada uno de los PCB analizados. Se comparó el consumo de energía (en modo normal y de bajo consumo) y otras características en cada nodo. Los resultados muestran que los nodos basados en PCB con microcontroladores ESP32 o ESP8266 tienen menor consumo, aunque tienen menor capacidad para conectar más sensores. Este estudio puede servir de guía al desarrollar nodos de IoT tanto para el sector agrícola como para cualquier otro tipo de aplicación IoT remota.

**Palabras clave:** PCB, redes de sensores, IoT, agricultura de precisión, consumo energético.

## *Hardware platforms for IoT nodes in agriculture applications: a power-consumption oriented analysis*

**Abstract:** Nowadays there are several hardware alternatives to implement nodes for an Internet of Things (IoT) infrastructure. However, the required characteristics to build a custom IoT node can differ. This paper presents a comparative study, focused mainly on power consumption, of several alternatives of microcontroller-based printed circuit boards (PCB), to deploy IoT nodes for agricultural applications. For this aim, a prototype of a sensor node was designed, which measures environmental conditions. Several versions of this node were built, each one based on one of the analyzed PCBs. The power consumption (in normal and low-power modes) and other features were compared in each version. Results show that nodes based on PCBs with ESP32 or ESP8266 microcontrollers have lower consumption, although they have less capacity to connect more sensors. This study can serve as a guide when developing an IoT node not only for the agricultural sector, but in any

other kind of remote IoT application.

**keywords:** PCB, sensor networks, IoT, precision agriculture, power consumption.

## 1. Introduction

The constant development of available technologies for the implementation of IoT-based systems has done that today it exists a wide variety of components for their deployment. This variety can be in both software and hardware (Čolaković & Hadžialić, 2018). The selection of the applied technology depends on several criteria, but mainly on in which environment the system will be implemented, and what the operational requirements are.

The application of IoT in agriculture, especially in precision agriculture, is not recent. At first, wireless sensor networks (WSN) were implemented, which have been used to measure environmental parameters (Ojha et al., 2015). Later, the data obtained by the WSN passed to be more adequately processed and analyzed, in IoT paradigm properly (Jayaraman et al., 2016). The contribution of data processing, applied in precision agriculture or smart agriculture, has allowed to improve several processes in the field (Elijah et al., 2018), (Pham & Stack, 2018).

There is a wide available variety of hardware for the implementation of an IoT system. In many papers, for example (Ray, 2017), (Alvear et al., 2018) (Tzounis et al., 2017) or (Payal & Singh, 2021); analysis of the different components to build IoT nodes are done, as well as technologies for their communication.

In many research or implementation projects of this kind of technology, printed circuit boards (PCBs) are usually used, which have a built-in programmable microcontroller unit (MCU), as well as sensors or communication chips. The use of PCBs is usually very widespread due to the fact that the development time is less than in the case of designing a board from scratch, and it can be cheaper than purchasing commercial nodes. In addition, it is a practical way to test new developments or approaches for technologies or systems.

For the application of IoT in the agricultural sector, there are very diverse technologies (García et al., 2020; Tzounis et al., 2017). However, when many nodes are needed to be deployed, the total cost can be high, although the final cost will also depend on the features that are required or included (Shi et al., 2019). There are also commercial nodes, ready to be configured and used, (Shafi et al., 2019), although their cost is usually higher.

The previously mentioned works usually make a comparison of characteristics, costs, and scope (in the case of communication technologies) of the hardware available for the implementation of these nodes. Other related works are focused on analyze operating systems for IoT nodes (Sabri et al., 2017).

On the other hand, the power consumption of the IoT nodes that are applied in the agricultural sector is a highly studied issue, mainly because the location of these nodes can be very remote. In the study presented by Jawad et al., (2017) it is performed a comparison of the power consumption of different communication technologies and the range they have. In (Curry & Harris, 2019) an analysis of energy-harvesting source for IoT nodes is performed. Meanwhile, others studies relies on efficient energy protocols (Haseeb et al., 2020).

However, despite the widely several researches in the field, we have not found studies related to the power consumption of the deployed nodes, or about the power consumption of the hardware on which they are based, even in recent studies (Tewari et al., 2021).

This paper presents a comparative analysis of some PCBs that can be used in the deployment of IoT nodes in agriculture. The analysis is mainly focused in power consumption, and includes a comparison of expansion capabilities. The results of this work will serve as a base for developing a multipurpose sensor node to be used in agricultural applications. For this objective, an analysis of characteristics and power consumption measurement of prototypes nodes was carried out, with each node based on different PCB.

The results presented here can serve as a reference when choosing what hardware or platform to use in an implementation of sensor nodes for IoT, mainly in agriculture, but also in any other application or field where there are power restrictions for these nodes. Besides, the framework of this study can be extended to compare more available hardware. One limitation of this study could be the number of considered PCBs. However, it still can be useful for being used as a reference for selecting a hardware platform for sensor nodes.

The rest of the paper is organized as follows: Section II details the materials and methods of the study, including the description of the selected PCBs. Section III details the results obtained; and in Section IV the conclusions of this work are presented.

## **2. Materials and Methods**

This section begins describing the process of selection and characterization of the PCBs that where selected for the study. Next, the design process of the sensor node prototype is described. Finally, it is explained how the tests were performed.

### **2.1. Boards' selection and characterization**

For the study, five (5) available PCBs were selected. Some of them are more popular and sold than others, but equally available. After selected, the information about their characteristics and capacities (processing, storage and connection with sensors capabilities) were obtained.

The selected PCBs were:

- **Arduino Uno:** It is the most widely used and documented PCB of the entire Arduino family of products (Arduino, 2020c). It started as a low-cost, open hardware project, and has become known worldwide and used for its simplicity and versatility, as it can be expanded using expansion boards or shields. Many WSN and IoT investigations and proposals use this PCB as the basis for their nodes, as shown in the works [6], [8], and [10].
- **Arduino Mega 2560:** From the same family as the previous one, this PCB has a greater number of connection pins, as well as more memory, and is designed for projects that require connecting a greater number of elements (Arduino, 2020a). Its size, larger than the Arduino Uno, could represent a drawback when it is required to make compact nodes, but it has the advantage of being able



to connect other components, such as LED screens. It is compatible with the shields designed for the Uno model.

- **NodeMCU:** It is a compact low-cost PCB, based on the ESP8266 microcontroller (Grokhotkov, 2020), mainly oriented to IoT developments (NodeMcu Team, 2018). It has built-in wireless communication, via Bluetooth and WiFi, as well as several connection pins for sensor connection. Its use in various areas, including agriculture, has increased in recent years, as seen in publications such as (Abba & Garba, 2019; Dholu & Ghodinde, 2018; García et al., 2020; Subedi et al., 2019).
- **Yubox Node:** It is a product developed in Ecuador, based on the ESP32 microcontroller (Espressif Systems, 2020) (similar to ESP8266), and is part of a set of products oriented at the implementation of IoT in various fields (Yubox, 2020). This board already includes some built-in sensors and, like the previous one, it comes with wireless connectivity. Although this PCB is relatively new compared to those previously described, the microcontroller it incorporates is also widely used (Alvear et al., 2018; Froiz-Míguez et al., 2019; García et al., 2020; Glória et al., 2020).
- **ST Nucleo-64-STM32L452:** It belongs to a family of low-cost, high-performance PCBs, based on a low-power 32-bit ARM microcontroller (STMicroelectronics, 2020). There are several models of this family of PCBs available. Although no IoT jobs have been found for agriculture based on this specific board (its use is more at an industrial or consumer electronics sectors), there are developments that use microcontrollers from the same family and manufacturer (Froiz-Míguez et al., 2019; Glória et al., 2020), including some works related to agricultural irrigation (García et al., 2020).

## 2.2. Sensor node design

At this point, the basic operating characteristics of the sensor node were defined. Based on these, the diagram of the sensor to be prototyped was designed, including which sensors should be connected to the PCB.

Then the sensors, which should be connected to the board, were selected to implement the node. For this selection, we have considered what environment parameters are usually measured in researches or applications for agriculture. The sensors selected for testing measure various environmental parameters such as temperature, soil and air humidity, amount of sunlight, and atmospheric pressure. Table 1 shows the operating characteristics of these sensors.

Characteristics	Sensor model			
	DHT22	ECH2O	BMP280	LDR
<i>Parameter to measure</i>	Environment temperature and humidity	Soil humidity	Atmospheric pressure	Light
<i>Range of measurement</i>	(-40) ~ 80°C 0~100% RH	0 ~ 0.57m3/ m3	300~1100 hPa	400~700nm wavelength
<i>Accuracy</i>	0.5°C , 2% RH	0.03m3/ m3	±3%	±5%

Characteristics	Sensor model			
	DHT22	ECH2O	BMP280	LDR
<i>Interface</i>	1 wire	1 wire	I2C	Analog
<i>heading1</i>	3 ~ 5.5 V	3 ~ 15V	0.3 ~ 5.5 V	2.4 ~ 5.5 V

Table 1 – Characteristics of used sensors

### 2.3. Comparison and Analysis

A first analysis was done, by comparing the hardware characteristics and capabilities of the selected PCBs. The criteria for this comparison were the built-in MCU, memory (flash and volatile), amount of digital pins, available digital interfaces, among others.

The tests for power consumption measurement were performed in a lab environment, using real hardware. Several prototypes of the sensor node were built, one prototype for each selected PCB, to be able to compare the power consumption of each one. The sensors used in each prototype were the described ones in Table 1. The Arduino IDE (Arduino, 2020b) was used for programming the nodes, due to the evaluated boards allowed their programming from this environment.

For the evaluation of the power consumption, the power supply current of each node was measured in amperes. Each node was programmed with this duty cycle:

1. The node takes measurements from all its sensors.
2. It transmits the data through a Universal Asynchronous Receiver/Transmitter (UART) serial interface (to emulating the passing of data to a wireless transceiver).
3. Then it goes to sleep/stop mode (low power consumption) for 30 seconds.
4. Afer that, it goes back to normal mode again for 10 seconds, to repeat the duty cycle.

The time of normal (working) mode (10 seconds) was programed in order to allow the current measurement. The low power mode (sleep or stop) was configured in each node according to the capabilities of each PCB. Power consumption (in milliamps) was measured in both normal operating mode and low-power mode. A multimeter Fluke 177, which has an accuracy of  $\pm (1.0\%+3)$ , was used for the power measurement in direct current (Fluke Corporation, 2018).

It should be noted the connectivity / data transmission issues were not considered, since it is intended that sensor nodes could be used with various communication options (such as LoRaWAN or LTE). For this reason, in the performed tests, the wireless connectivity capacity was disabled in the PCBs that had this feature available.

## 3. Assessments and Results

### 3.1. Boards' comparison

A first comparison was done between PCBs, focused on their most relevant characteristics, as well as their expansion possibilities and connection with sensors. Table 2 shows

these characteristics. Regarding the hardware characteristics, the microcontrollers with the highest speed, RAM memory and code storage have been highlighted; while in connection capacity the greatest number of pins or interfaces available of each type has been highlighted too.

According to what is shown in Table 2, it can be seen that Arduino PCBs have lower capabilities and hardware features; although the Mega version has the highest number of digital pins of those analyzed. On the other hand, the boards based on the ESP32 and ESP8266 microcontrollers have higher clock speeds and RAM, although the number of pins and serial interfaces are not the best. The Nucleo64 PCB is in the middle of hardware performance, although it has a larger number of digital interfaces available. As expected, the largest boards analyzed (Arduino Mega and ST Nucleo64) are the ones with the highest number of pins and interfaces for connection of sensors or other elements in the node.

Criteria	Analyzed PCB				
	Arduino Uno R3	Arduino Mega 2560 R3	NodeMcu V3	Yubox v1.0	Nucleo64-STM32 L452
<i>MCU</i>	ATmega 328P	ATmega 2560	Tensilica Xtensa LX3 ESP8266	ESP32	STM32L452RE
<i>Clock Speed</i>	20 MHz	16 MHz	<b>160MHz</b>	<b>240MHz</b>	80 MHz
<i>Flash memory</i>	32K	256K	<b>4MB</b>	<b>4 MB</b>	512 KB
<i>RAM</i>	2KB	8KB	96KB	<b>520 KB</b>	160KB
<i>Digital pins</i>	14	<b>54</b>	17	12	<b>51</b>
<i>SD/SDIO</i>	No	No	<b>Si</b>	<b>Si</b>	<b>Si</b>
<i>I2C</i>	1	1	1	<b>2</b>	4 <sup>a</sup>
<i>SPI</i>	1	1	1	1	3 <sup>a</sup>
<i>UART</i>	1	<b>4</b>	1	2	4 <sup>a</sup>
<i>Operation conditions</i>	-40 ~ +85 °C	-40 ~ +85°C	-40 ~ +85°C	-40 ~ +85°C	<b>-40 ~ +130 °C</b>

<sup>a</sup>. Digital pins can be configured for several interfaces. The max supported is shown.

Table 2 – PCB characteristics and capabilities

### 3.2. Node construction

With each of the selected PCBs, a prototype node was built, which included the sensors indicated in the previous section. Figure 1 shows the logical layout of the nodes for testing. In Figure 1 we can see the type of communication to each sensor, according to what is specified in Table 1. A DC power source was used to power each prototype.

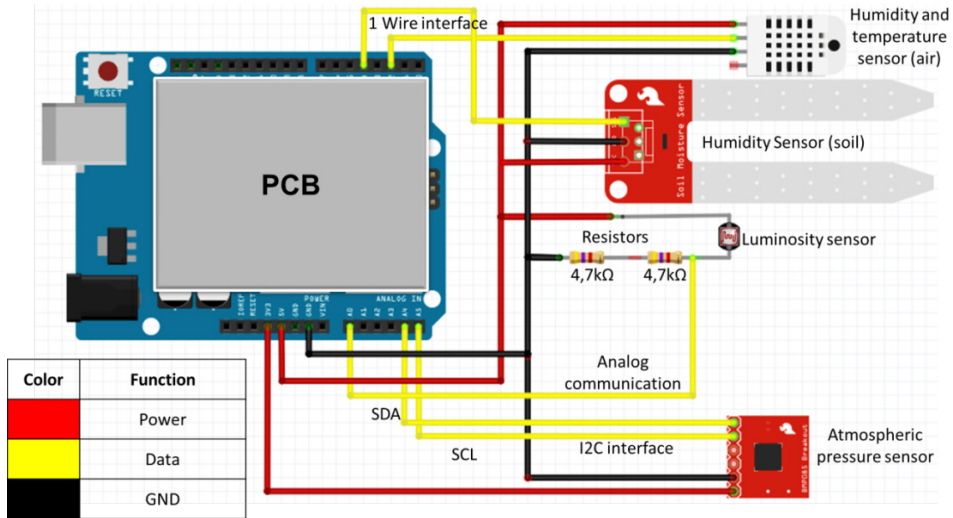


Figure 1 – Logical layout of the node used for tests

### 3.3. Power consumption per node

Once the nodes were built and configured according to what was established in the previous section, their power consumption was measured, both in normal or active operating mode, as well as in low power mode (sleep / stop). Figure 2 shows the comparison of the power current values obtained for each hardware platform and operating mode, measured in milliamps (mA)

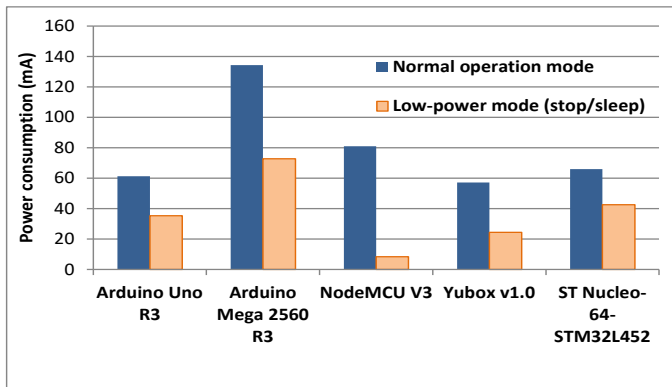


Figure 2 –Power current per node and mode.

In Figure 2 it can be seen that in most cases the consumption values obtained in active mode are between 57 and 80mA, with the exception of the Arduino Mega based node,

which exceeded 130mA. On the other hand, the lowest values in low-power mode were for NodeMCU (8.3mA) and Yubox (24.4mA), while again Arduino Mega got the highest values.

To estimate the amount of electrical charge per time that each node will consume during a specific time ( $Q_t$ ), measured in mAh, equation (1) can be used, where  $T_s$  is the idle time, in which the node is in low power mode (sleep/stop);  $I_s$  is the electrical current consumed during  $T_s$ ;  $T_r$  is the time that the node is in active mode (duty cycle); and  $I_r$  is the electrical current during active/running mode:

$$Q_t = T_s \times I_s + T_r \times I_r \quad (1)$$

Considering that the estimation is going to be done during a day of duration ( $T_s + T_r = 24h$ ), this equation can be transformed, which would end up as shown in (2).

$$\begin{aligned} Q_d &= (24h - T_r) \times I_s + T_r \times I_r \\ &= 24h \times I_s - T_r \times I_s + T_r \times I_r \\ &= 24h \times I_s + T_r \times (I_r - I_s) \end{aligned} \quad (2)$$

Time  $T_r$  in (2) will depend on how the sensor node will be deployed, and even on the transmission technology to be used. However, this time is usually very short, reaching at most 1% of the total duty cycle time, even when several messages are sent per hour, as in cases like the one presented in (Maroto-Molina et al., 2019). Then, the main factor that will affect the total consumed power will be the current in standby or low power mode.

To illustrate this statement, an estimate of the electrical charge consumption during one day has been made for the test node, with each PCB considered in the analysis. The activation of the node every two hours has been considered, to perform the tasks that were programmed (measuring and transmission). This time can be variable, depending on the number of sensors connected, and the transmission technology applied. Work times of 30, 60, 90 and 120 milliseconds (ms) have been considered as reference.

These reference times are in accordance with what was found in research and proposals found by researchers. There are examples where the working time is only 30ms, as in the case presented in (Gharghan et al., 2014); even others that exceed 120ms, as in (Ahmed et al., 2018). Table 3 shows the values of this estimation, according to the parameters described and the consumption values previously obtained. Again, as mentioned before, this estimate does not consider the power consumption of the data transmission by the wireless transceiver.

As shown in Table 3, for each PCB used, the difference in daily consumption with increasing duty cycle time is not so significant, as we have affirmed before.

Used PCB	Active time (milliseconds) in each duty cycle			
	30	60	90	120
<i>Arduino Uno R3</i>	847.20	847.21	847.21	847.21
<i>Arduino Mega 2560 R3</i>	1747.21	1747.21	1747.22	1747.22
<i>NodeMCU V3</i>	199.21	199.21	199.22	199.23
<i>Yubox v1.0</i>	585.60	585.61	585.61	585.61
<i>ST Nucleo-64-STM32L452</i>	1020.00	1020.00	1020.01	1020.01

Table 3 – Estimated daily consumption (mAh)

The difference of power consumption between the different built nodes is better appreciated in Figure 3, where it is observed that the node based on NodeMCU obtained the lowest and best value, followed by the node based on Yubox. On the other hand, nodes based on PCBs with higher expansion capacities (Arduino Mega and ST Nucleo64) require higher power capacity.

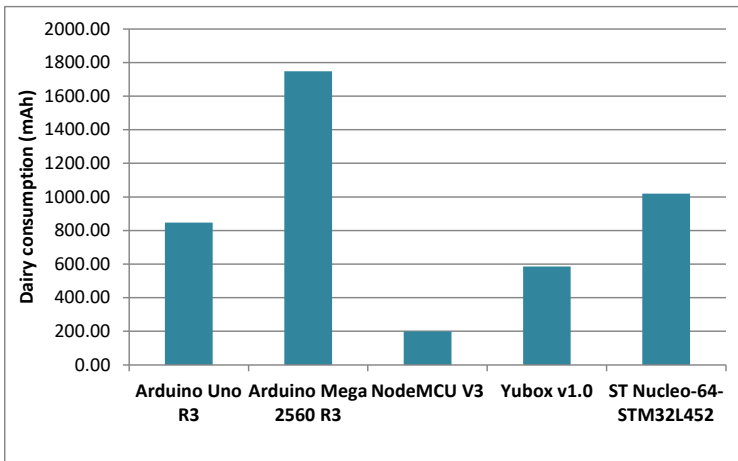


Figure 3 – Estimated daily power consumption per node.

#### 4. Conclusions

This paper presents a comparison of several available PCBs for remote sensor nodes. The study was focused on the power consumption within a duty cycle, of a sensor node based on analyzed PCBs, and it includes a comparative of expansion and hardware features. This node is intended to be used in agricultural applications, but study results can be applied in any remote system.

The power consumption for the nodes was measured, both in normal working mode (duty cycle) and in low power mode (sleep/stop). With these values, the total electrical charge consumption per time during a day of operation was estimated. In both cases, the best (lowest) values were obtained by the nodes based on the ESP8266 (NodeMCU) and ESP32 (Yubox) microcontrollers. The node based on Arduino UNO, which is one of the PCBs most used in development and research, obtained intermediate values in power consumption, in the range of the analyzed nodes, and is among the lowest values regarding expandability and performance.

In the criterion of expandability, larger boards have a greater number of pins and interfaces to connect sensors or other elements to the node. Regarding hardware performance, nodes with PCBs based on ESP microcontrollers offer higher performance.

The results indicate that the nodes based on PCBs with ESP8266 or ESP32 microcontrollers seem to be the most suitable, in terms of performance and low power consumption; while they have enough connection capabilities for basic environmental sensors (we measured four parameters in the prototype node). Other hardware may be chosen to meet specific needs. As future work, the study of the node's operation energy consumption could be combined with the transmission consumption (aspect that has already been studied individually); as well as a comparison of power consumption, taking into account that the different PCBs could perform the same task at different times, and therefore power consumption could vary.

## Acknowledgment

The authors thank the facilities provided by the Infrastructure's Teaching, Research and Linkage Unit of the Computer Science School, in the ESPAM MFL University, to perform the nodes' tests.

## References

- Abba, S., & Garba, A. M. (2019). An IoT-Based Smart Framework for a Human Heartbeat Rate Monitoring and Control System. *Proceedings*, 42(1), 36. <https://doi.org/10.3390/ecs-a-6-06543>
- Ahmed, N., De, D., & Hussain, I. (2018). Internet of Things (IoT) for Smart Precision Agriculture and Farming in Rural Areas. *IEEE Internet of Things Journal*, 5(6), 4890–4899. <https://doi.org/10.1109/JIOT.2018.2879579>
- Alvear, O., Calafate, C., Cano, J.-C., & Manzoni, P. (2018). Crowdsensing in Smart Cities: Overview, Platforms, and Environment Sensing Issues. *Sensors*, 18(2), 460. <https://doi.org/10.3390/s18020460>
- Arduino. (2020a). *Arduino Mega 2560 Rev3*. <https://store.arduino.cc/usa/mega-2560-r3>
- Arduino. (2020b). *Arduino Software*. <https://www.arduino.cc/en/Main/Software>
- Arduino. (2020c). *Arduino Uno Rev3*. <https://store.arduino.cc/usa/arduino-uno-rev3>



- Čolaković, A., & Hadžialić, M. (2018). Internet of Things (IoT): A review of enabling technologies, challenges, and open research issues. *Computer Networks*, 144, 17–39. <https://doi.org/10.1016/j.comnet.2018.07.017>
- Curry, J., & Harris, N. (2019). Powering the Environmental Internet of Things. *Sensors*, 19(8), 1940. <https://doi.org/10.3390/s19081940>
- Dholu, M., & Ghodinde, K. A. (2018). Internet of Things (IoT) for Precision Agriculture Application. *2018 2nd International Conference on Trends in Electronics and Informatics (ICOEI)*, 339–342. <https://doi.org/10.1109/ICOEI.2018.8553720>
- Elijah, O., Rahman, T. A., Orikumhi, I., Leow, C. Y., & Hindia, M. N. (2018). An Overview of Internet of Things (IoT) and Data Analytics in Agriculture: Benefits and Challenges. *IEEE Internet of Things Journal*, 5(5), 3758–3773. <https://doi.org/10.1109/JIOT.2018.2844296>
- Espressif Systems. (2020). *ESP32 Series Datasheet*. Espressif Inc. <https://www.espressif.com/en/support/download/documents>.
- Fluke Corporation. (2018). *Fluke 170 Series True-rms Digital Multimeters*. [https://dam-assets.fluke.com/s3fs-public/6011663a-en-17x-ds-w\\_o.pdf](https://dam-assets.fluke.com/s3fs-public/6011663a-en-17x-ds-w_o.pdf)
- Froiz-Míguez, I., Fraga-Lamas, P., Varela-Barbeito, J., & Fernández-Caramés, T. M. (2019). LoRaWAN and Blockchain based Safety and Health Monitoring System for Industry 4.0 Operators. *Proceedings*, 42(1), 77. <https://doi.org/10.3390/ecs-a-6-06577>
- García, L., Parra, L., Jimenez, J. M., Lloret, J., & Lorenz, P. (2020). IoT-Based Smart Irrigation Systems: An Overview on the Recent Trends on Sensors and IoT Systems for Irrigation in Precision Agriculture. *Sensors*, 20(4), 1042. <https://doi.org/10.3390/s20041042>
- Gharghan, S., Nordin, R., & Ismail, M. (2014). Energy-Efficient ZigBee-Based Wireless Sensor Network for Track Bicycle Performance Monitoring. *Sensors*, 14(8), 15573–15592. <https://doi.org/10.3390/s140815573>
- Glória, A., Dionisio, C., Simões, G., Cardoso, J., & Sebastião, P. (2020). Water Management for Sustainable Irrigation Systems Using Internet-of-Things. *Sensors*, 20(5), 1402. <https://doi.org/10.3390/s20051402>
- Grokhotkov, I. (2020). *ESP8266 Arduino Core Documentation*. <https://buildmedia.readthedocs.org/media/pdf/arduino-esp8266/latest/arduino-esp8266.pdf>
- Haseeb, K., Ud Din, I., Almogren, A., & Islam, N. (2020). An Energy Efficient and Secure IoT-Based WSN Framework: An Application to Smart Agriculture. *Sensors*, 20(7), 2081. <https://doi.org/10.3390/s20072081>
- Jawad, H., Nordin, R., Gharghan, S., Jawad, A., & Ismail, M. (2017). Energy-Efficient Wireless Sensor Networks for Precision Agriculture: A Review. *Sensors*, 17(8), 1781. <https://doi.org/10.3390/s17081781>



- Jayaraman, P., Yavari, A., Georgakopoulos, D., Morshed, A., & Zaslavsky, A. (2016). Internet of Things Platform for Smart Farming: Experiences and Lessons Learnt. *Sensors*, 16(11), 1884. <https://doi.org/10.3390/s16111884>
- Maroto-Molina, F., Navarro-García, J., Príncipe-Aguirre, K., Gómez-Maqueda, I., Guerrero-Ginel, J. E., Garrido-Varo, A., & Pérez-Marín, D. C. (2019). A Low-Cost IoT-Based System to Monitor the Location of a Whole Herd. *Sensors*, 19(10), 2298. <https://doi.org/10.3390/s19102298>
- NodeMcu Team. (2018). *NodeMcu - An open-source firmware based on ESP8266 wifi-soc*. [https://www.nodemcu.com/index\\_en.html](https://www.nodemcu.com/index_en.html)
- Ojha, T., Misra, S., & Raghuwanshi, N. S. (2015). Wireless sensor networks for agriculture: The state-of-the-art in practice and future challenges. *Computers and Electronics in Agriculture*, 118, 66–84. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2015.08.011>
- Payal, R., & Singh, A. P. (2021). A Study on Different hardware and Cloud based Internet of Things Platforms. *Journal of Physics: Conference Series*, 1916(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1916/1/012055>
- Pham, X., & Stack, M. (2018). How data analytics is transforming agriculture. *Business Horizons*, 61(1), 125–133. <https://doi.org/10.1016/j.bushor.2017.09.011>
- Ray, P. P. (2017). Internet of things for smart agriculture: Technologies, practices and future direction. *Journal of Ambient Intelligence and Smart Environments*, 9(4), 395–420. <https://doi.org/10.3233/AIS-170440>
- Sabri, C., Kriaa, L., & Azzouz, S. L. (2017). Comparison of IoT Constrained Devices Operating Systems: A Survey. *2017 IEEE/ACS 14th International Conference on Computer Systems and Applications (AICCSA), 2017-Octob*, 369–375. <https://doi.org/10.1109/AICCSA.2017.187>
- Shafi, U., Mumtaz, R., García-Nieto, J., Hassan, S. A., Zaidi, S. A. R., & Iqbal, N. (2019). Precision Agriculture Techniques and Practices: From Considerations to Applications. *Sensors*, 19(17), 3796. <https://doi.org/10.3390/s19173796>
- Shi, X., An, X., Zhao, Q., Liu, H., Xia, L., Sun, X., & Guo, Y. (2019). State-of-the-Art Internet of Things in Protected Agriculture. *Sensors*, 19(8), 1833. <https://doi.org/10.3390/s19081833>
- STMicroelectronics. (2020). *NUCLEO-L452RE - STM32 Nucleo-64 development board with STM32L452RE MCU*. [https://www.st.com/content/st\\_com/en/products/evaluation-tools/product-evaluation-tools/mcu-mpu-eval-tools/stm32-mcu-mpu-eval-tools/stm32-nucleo-boards/nucleo-l452re.html](https://www.st.com/content/st_com/en/products/evaluation-tools/product-evaluation-tools/mcu-mpu-eval-tools/stm32-mcu-mpu-eval-tools/stm32-nucleo-boards/nucleo-l452re.html)
- Subedi, A., Luitel, A., Baskota, M., & Acharya, T. D. (2019). IoT Based Monitoring System for White Button Mushroom Farming. *Proceedings*, 42(1), 46. <https://doi.org/10.3390/ecsa-6-06545>

- Tewari, N., Deepak, N., Joshi, M., & Bhatt, J. S. (2021). Comparative Study of IoT Development Boards in 2021: Choosing right Hardware for IoT Projects. *2021 2nd International Conference on Intelligent Engineering and Management (ICIEM)*, 357–361. <https://doi.org/10.1109/ICIEM51511.2021.9445290>
- Tzounis, A., Katsoulas, N., Bartzanas, T., & Kittas, C. (2017). Internet of Things in agriculture, recent advances and future challenges. *Biosystems Engineering*, 164(November), 31–48. <https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2017.09.007>
- Yubox. (2020). *Yubox Node*. <https://yubox.com/yubox-node/>

# Caso de estudio del método de asignación de Dirichlet latente (LDA) en los procesos de revisión literaria

Nelson Salgado Reyes<sup>1</sup>, Emanuel Muñoz<sup>2</sup>, Jaime Meza<sup>2</sup>

[nesalgado@puce.edu.ec](mailto:nesalgado@puce.edu.ec); [nesalgado@uce.edu.ec](mailto:nesalgado@uce.edu.ec); [emanuel.munoz@utm.edu.ec](mailto:emanuel.munoz@utm.edu.ec);  
[jaime.meza@utm.edu.ec](mailto:jaime.meza@utm.edu.ec),

<sup>1</sup> Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito, Pichincha, Ecuador.

<sup>1</sup> Universidad Central del Ecuador, Quito, Pichincha, Ecuador.

<sup>2</sup> Universidad Técnica de Manabí, Portoviejo, Manabí, Ecuador

**Pages: 119-134**

**Resumen:** Los procesos de revisión literaria, han utilizado múltiples métodos para la búsqueda y clasificación de estudios en diversas temáticas. Este trabajo presenta una aplicación del Método de asignación de Dirichlet latente (LDA), como medio para apoyo al proceso de clasificación y filtrado de estudios. Se realizaron búsquedas en las bases de datos WOS, Scopus, Google Scholar, e IEEE, en el campo de los sistemas de recomendaciones de vivienda. El proceso de revisión literaria se ejecutó considerando la siguiente secuencia: i) Búsqueda en bases de datos por palabras claves; ii) limpieza exploración del texto; iii) construcción del modelo usando LDA, y iv) análisis de la clasificación de artículos. Se obtuvieron cinco tópicos y se agruparon en tablas organizadas con sus respectivos títulos y citas por cada artículo. El conjunto de pasos aplicados, permitió establecer algunas ideas claves a considerar en el diseño de los sistemas de recomendaciones para vivienda.

**Palabras-clave:** Métodos de revisión literaria; LDA; sistemas de recomendaciones; vivienda.

## *Case of study of latent Dirichlet assignment method (LDA) in literary review processes*

**Abstract:** The literary review processes have used multiple methods for the search and classification of studies on various topics. This paper presents an application of the Latent Dirichlet Assignment Method (LDA) to support the process of classification and filtering of studies. Searches were carried out in the WOS, Scopus, Google Scholar, and IEEE databases in housing recommendation systems. The literary review process was carried out considering the following sequence: i) Search in databases by keywords; ii) clean text exploration; iii) construction of the model using LDA, and iv) analysis of article classification. Five topics were obtained and grouped in organized tables with their respective titles and citations for each article. The set of steps applied allows establishing some key ideas to consider in designing the systems of recommendations for housing.

**Keywords:** Literature review methods; LDA; recommender systems; housing.

## 1. Introducción

Varias investigaciones han sido informadas en la aplicación de estudios secundarios en Ingeniería de Software (SE), sin embargo, en la comunidad científica existen asunciones múltiples entre los mapeos sistemáticos (SM) y revisiones sistemáticas de la literatura (SLR) (Napoleño et al., 2017). Sin embargo, se ha evidenciado una amplia aceptación en el campo de la informática sobre los resultados presentados por (Petersen et al., 2015). En (Petersen et al., 2015) se adaptó y aplicó un mapeo sistemático a la ingeniería de software en un estudio centrado en la variabilidad de la línea de productos de software propuesto por (Mujtaba et al. 2008); ellos sugieren cinco pasos: i) Definir preguntas de investigación; ii) Buscar documentos relevantes; iii) Seleccionar estudios primarios; iv) Analizar resumen y extraer palabras clave; v) Mapear los estudios primarios seleccionados.

El paso cuarto establecido por (Petersen et al., 2015) es una tarea que requiere basto esfuerzo manual, es en este paso donde se utilizó el modelo propuesto por David M. Blei, 2003 denominado LDA (del inglés Latent Dirichlet Allocation). LDA “es un modelo probabilístico generativo para colecciones de datos discretos como corpus de texto. LDA es un modelo bayesiano jerárquico de tres niveles, en el que cada elemento de una colección se modela como una mezcla finita sobre un conjunto subyacente de temas. Cada tema, a su vez, se modela como una mezcla infinita sobre un conjunto subyacente de probabilidades de tema” (David M. Blei, 2003).

El caso de estudio aplicado en este artículo son los sistemas de recomendaciones para vivienda, con los resultados obtenidos se obtiene una visión general de los temas relacionados con los sistemas de recomendaciones para viviendas. Siguiendo el procedimiento sugerido por (Petersen et al., 2015) el paper se ha estructurado de la siguiente manera. Sección I, se realiza una búsqueda y recopilación de artículos científicos y se construye matriz como MetaData. En la sección II Se explica el preprocesamiento de texto, que implica la limpieza en la base de datos y la selección de la variable, seguido de una representación visual de las palabras más frecuentes presentadas en una nube de puntos e histogramas. En la sección IV, se construye un modelo LDA, para determinar y agrupar los 38 artículos preseleccionados en 5 tópicos. Luego en la sección V, se organizan los temas según las estimaciones porcentuales de cada artículo a los temas, obtenidas del modelo. Por último, en la sección VI, se realizan las conclusiones, donde se tiene una visión clara de los sistemas de recomendación desarrollados hasta el momento y sería el punto de partida para otros sistemas de recomendación para viviendas.

## 2. Búsqueda y Recolpación de Artículos Científicos

### 2.1. Búsqueda de documentos relevantes.

Con el fin de establecer las palabras claves que se utilizarían en el proceso de filtrado se realizó una búsqueda abierta en google scholar basado en estudio recientes de artículos relacionados con los sistemas de recomendación para viviendas, tratando de determinar los métodos utilizados, algunos resultados relevantes se precisan a continuación:

(Izakian & Pedrycz, 2014) Ofrece una versión extendida del FCM (del inglés Fuzzy C-means) en la cual una función de distancia compuesta está dotada de parámetros que cuantifican un impacto proveniente de los bloques de características.

Así mismo, se utiliza un criterio de evaluación global para evaluar la calidad de los resultados obtenidos. Conviene especificar que se trata como una función de aptitud en la potenciación de los pesos mediante el uso de optimización de enjambre de partículas (PSO). (Montes et al., 2015) Aplica el modelo de representación lingüística de 2 tuplas para mantener la precisión en los procesos de Computación con palabras y los conjuntos de términos lingüísticos difusos vacilantes para calificar en situaciones de incertidumbre y titubeo en las evaluaciones. Cabe señalar la decisión de múltiples expertos y sus criterios utilizando la representación lingüística difusa de 2 tuplas vacilante para el mercado de la vivienda.

(Jun et al., 2020) Propone “SeoulHouse2Vec”, un sistema de recomendación de vivienda de filtrado colaborativo basado en la integración para analizar las preferencias de vivienda atípicas y no lineales de las personas. Si bien es cierto este modelo tiene dos capas de entrada, que reciben como valores: UserId y HousingId para calcular la similitud entre los usuarios y los elementos de la vivienda en las siguientes etapas de integración. Hay que destacar la relación entre el aprendizaje supervisado y el proceso de recomendación basado en la incorporación. (Katarya & Verma, 2016) Menciona que la mayoría de los autores diseñaron un sistema colaborativo de recomendación de películas utilizando K-NN y K-means, sin embargo, debido al gran aumento en la cantidad de películas y usuarios, la selección de vecinos se está volviendo más problemática. K-Means proporciona parámetros iniciales para la optimización del enjambre de partículas (PSO) y mejorar su rendimiento. PSO proporciona semilla inicial y optimiza c-means difusos (FCM), para el agrupamiento suave de elementos de datos (usuarios), en lugar del comportamiento de agrupamiento estricto en K-Means. Por esta razón buscamos técnicas que lograran dar mejores resultados que K-Means y encontramos FCM como la solución. El algoritmo genético (GA) tiene la limitación de la mutación no guiada. Por lo tanto, (Hwang, 2007) usan PSO. De manera que se aplica un algoritmo difuso de c-medias para obtener el grado de pertenencia del conjunto de secciones censales a submercados de viviendas definidos dentro de un área metropolitana. Según (Sandhika et al., 2002) inciden que el sistema que se construirá en su tesis es un sistema que apoya la satisfacción del cliente en la selección de vivienda. Por eso hay 2 etapas principales en el sistema: agrupación y clasificación de datos. El método de agrupación de datos utilizado es la Agrupación de medias C difusa (FCM) y la técnica que se utiliza para la clasificación es la ponderación aditiva simple (SAW). (Bação et al., 2005) En este artículo se revisa brevemente distintos procedimientos de inicialización y se plantean los mapas autoorganizados de Kohonen como el método más conveniente, dados los parámetros de entrenamiento adecuados. En este trabajo (Martinez-cruz et al., 2015) se desarrolla una ontología para caracterizar la confianza entre usuarios utilizando el modelado lingüístico difuso, ya que en el proceso de generación de recomendaciones no se tienen en cuenta usuarios con historial de calificaciones similar sino cuentas en los que cada usuario puede confiar. Así pues, se presenta su propia ideología y se proporciona un método para agregar la información confiable capturada en la ontología establecida y a su vez actualizar los perfiles de usuario en función de los comentarios. (Trawin et al., 2011) investiga técnicas de modelado difuso con el objetivo de predecir los precios

de los locales residenciales, basándonos en algunos factores principales como el área utilizable del local, la antigüedad de un edificio, el número de habitaciones en un piso y la ubicación en que se encuentra cada piso. (Imani et al., 2019) Establece que comúnmente los seres humanos han tenido la costumbre de analizar cada detalle que trata con el entorno que los rodea. A propósito, para analizar los datos, se utilizó el sistema de interferencia difusa (FIS) dentro del software MATLAB a fin de mezclar los resultados obtenidos de la medición de los elementos de sostenibilidad ambiental. (Sikder & Züfle, 2020) Crea un algoritmo que integra las capacidades de aprendizaje de características latentes de SVD truncado con kriging, que se llama SVD-Regression Kriging (SVD-RK). Acto seguido, aborda el problema de modelar y predecir datos auto correlacionados para motores de recomendación que utilizan precios de viviendas inmobiliarias a través de la integración de estadísticas espaciales. En cierto modo Feng and (Wei-wei, 2019), menciona que el modelo propuesto utiliza el entorno de cuadrícula establecido, combinado con el estatuto de aprendizaje profundo mediante la recopilación de una gran cantidad de muestras de datos básicos de vivienda e información de comentarios de los usuarios, además propone un modelo matemático de recomendación de vivienda y luego integra la similitud de coseno en la recomendación.

(Budayan et al., 2009) presentan los resultados del análisis de grupo estratégico de contratistas turcos para comparar el desempeño de las técnicas tradicionales de análisis de conglomerados, mapas autoorganizados (SOM) y el método difuso de C-medias (FCM) para la agrupación estratégica. En definitiva, SOM y FCM pueden revelar la tipología de los grupos estratégicos mejor que el análisis de clúster tradicional y tiene un grado alto de probabilidad que proporcione información útil sobre la estructura real del grupo estratégico respectivo.

Por otra parte, (Muchsini & Sudarma, 2015), utilizan una técnica de clasificación que utilice Fuzzy C-Means (FCM) y el índice Xie Beni para fijar el grupo óptimo en el proceso de determinación del grupo UKT y este pueda cumplir con el valor de equidad para cada usuario. (Wang et al., 2013) propuso un algoritmo denominado Sistema de recomendación TOP- K personalizado que tiene como fundamento un filtrado colaborativo para vivienda (CFP-TR4H), puesto que en este manuscrito también se ha diseñado un sistema de recomendación personalizado basado en CFP-TR4H. En este artículo (Noguera et al., 2012), presentan un novedoso sistema de recomendación móvil que reúne un motor de recomendación híbrido y una arquitectura GIS 3D móvil. Este sistema les brinda una oportunidad auténtica a los turistas, la cual es beneficiarse de características innovadoras, como una interfaz basada en mapas 3D y recomendaciones sensibles a la ubicación en tiempo real. Finalmente, (Liu et al., 2018) plantean un nuevo método de recomendación híbrida para predecir las preferencias de los usuarios combinando los análisis de ambos factores y este resultó ser el más eficiente. Prueba de aquello son ciertos encuentros como el beneficio de la recomendación del método propuesto que se evalúa realizando experimentos con un conjunto de datos recopilados de una plataforma de mundo virtual.

Los contenidos establecidos en los artículos previamente mencionados que establecieron las palabras claves para el proceso de búsqueda en base de datos y posterior filtrado.

## 2.2. Búsqueda en bases de datos por palabras claves.

Se buscaron artículos en bases de datos como, WOS, Scopus, Google Shcolar, IEEE. Primero se realizó la búsqueda con las palabras claves “Recommender System of housing”. también se realizó la búsqueda con estas palabras claves “Fuzzy C mean of housing”. Se obtuvieron 38 artículos, teniendo en cuenta que el resumen tenga relación con el tema buscado. Por la relevancia de algunos artículos referentes que aparecían en las diferentes bases de datos. En la figura 1 se muestran las estadísticas de las publicaciones encontradas referentes al tema organizadas por años.

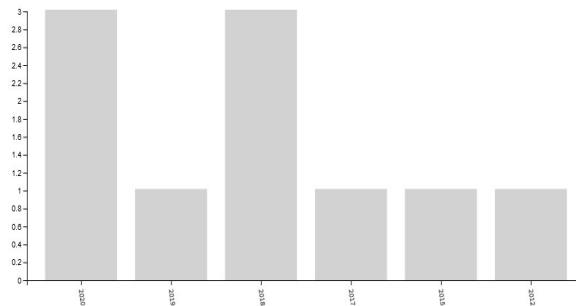


Figura 1 – Publicaciones realizadas por años

Seguido a la preselección de los artículos se construyó la metadata en una matriz en excel. Registrando el título, resumen, palabras claves y año de publicación. Para una mejor lectura y análisis del artículo se copiaron los resúmenes en una tabla de word, haciendo referencia al número del artículo registrado en la matriz de excel. Según la importancia del artículo leído se copiaron modelos, gráficos y tablas en el documento de word, para una mejor lectura y conseguir una mejor explicación del método aplicado. Además, según la importancia del artículo se aplicaba un sombreado desde un color verde fuerte a un tono más suave.

## 3. Preprocesamiento de la información

### 3.1. Limpieza exploración del texto.

En esta sección, se realiza un preprocesamiento simple en el contenido de la columna resumen de la metadata para que sean más fáciles de analizar y obtener resultados confiables. Se realiza el preprocesamiento de texto el cual implica la eliminación de algunos caracteres, signos especiales y se transforman las palabras en minúscula. Para una primera impresión descriptiva y verificar si el preprocesamiento ocurrió correctamente, se genera una nube de palabras que se muestra en la figura 2, lo cual representan las palabras más frecuentes en todos los 38 artículos.

Para verificar si el preprocesamiento ocurrió correctamente, crearemos una nube de palabras usando el paquete wordcloud para obtener una representación visual de las palabras más comunes. Es clave para comprender los datos y asegurarnos de que







3. based fuzzy housing recommender clustering expert optimization trust web recommendation.
4. fuzzy housing using means recommender linguistic sys- tems maps self organizing.
5. fuzzy recommender approach hybrid selection housing house urban gis modeling.

Ya establecidos los temas en el listado anterior, es necesario explorar una gráfica de distancia entre temas, como se muestra en la figura 3, que puede ayudar a aprender cómo los temas se relacionan entre sí, incluida la posible estructura de nivel superior entre grupos de temas, además de la estructura interna de las palabras más frecuentes de cada tema, según la configuración del parámetro  $\lambda$  el cual es la métrica que establece la relevancia de cada termino en los tópicos.

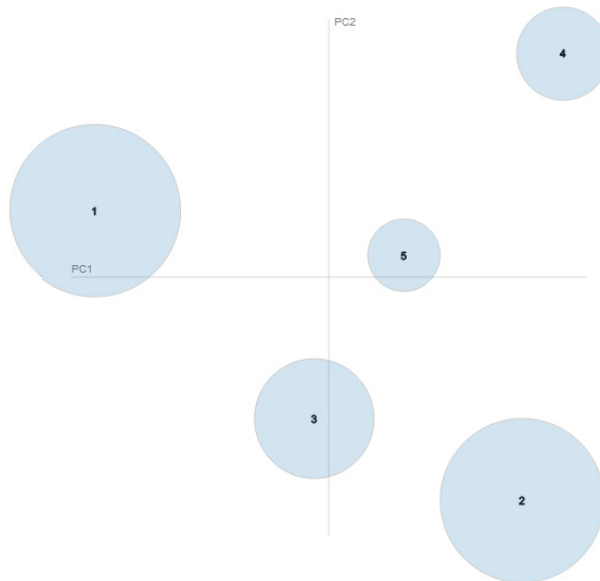


Figura 4 – Gráfica de distancias entre temas

La figura 4 proporcionan una perspectiva global de los temas. Primero, las áreas de los círculos son proporcionales al relativo prevalencias de los temas del corpus. Además, muestra las diferencias entre temas. El valor predeterminado en los componentes principales para calcular distancias entre temas utilizado es Divergencia Jensen-Shannon.

En la gráfica se presentan los 30 términos mas relevantes para el tópico 1 con un  $\lambda$  ajustable en esta representación es igual a 0.63. Con estos términos se forman las oraciones de manera automática que dan sentido a los tópicos establecidos.

Con la métrica de  $\lambda$  ajustables para establecer la relevancia de los 30 términos se visualiza el histograma de color azul, este nos indica la frecuencia del termino en general. Y el de color rojo es la frecuencia de término estimada dentro del tema seleccionado.

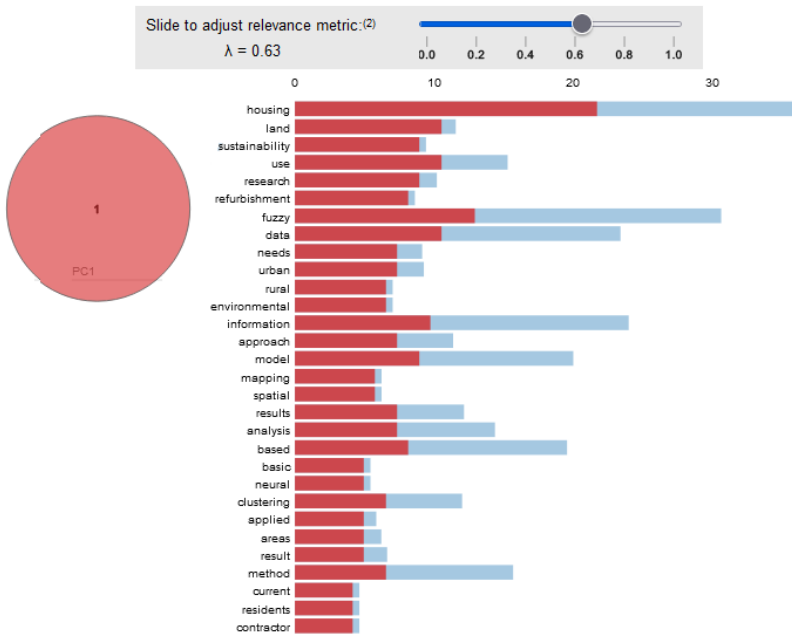


Figura 5 – Los 30 términos más relevantes para el tópico 1 con un  $\lambda$  de 0.63

### 3.1. Relevancia y providencia de los términos para los temas

(Chuang et al., 2012) recomiendan la prominencia como umbral, para seleccionar qué términos se incluyen en la visualización, y además utilizan una seriación, para ordenar los términos más destacados identificar diferencias entre los temas.

(Sievert et al., 2014) definen la relevancia, como método para clasificar términos dentro de los temas, y estudian el ajuste de un parámetro óptimo en el cálculo de la relevancia.

Sea  $\phi_{kw}$  la probabilidad de término  $w \in \{1, \dots, V\}$  para el tópico  $k \in \{1, \dots, K\}$  donde  $V$  denota el número de términos en el vocabulario, y se  $P_w$  la probabilidad marginal de término  $w$  en el corpus. Por lo general, se estimar  $\phi$  en LDA utilizando métodos de Bayes variacionales o muestreo de Gibbs colapsado, y  $P_w$  a partir de la distribución empírica.

Definimos la relevancia del término  $w$  para el tema  $k$  dado un parámetro de peso  $\lambda$  entre  $(0 \leq \lambda \leq 1)$

$$r(w, k | \lambda) = \lambda \log(\phi_{kw}) + (1 - \lambda) \log\left(\frac{\phi_{kw}}{P_w}\right)$$

(Chuang et al., 2012b) Establecen, para una palabra dada  $w$ , se calcula su probabilidad condicional  $P(T|w)$ : la probabilidad de que la palabra observada  $w$  fuera generada por el tema latente  $T$ .

También se calcula la probabilidad marginal  $P(T)$ : la probabilidad de que cualquier palabra  $w$  seleccionada al azar fuera generada por el tema  $T$ . Definen el carácter distintivo de la palabra  $w$  como la divergencia de Kullback-Leibler entre  $P(T|w)$  y  $P(T)$ :

$$diferencia(w) = \sum_T P(T|w) \log \frac{P(T|w)}{p(T)}$$

La fórmula de diferencia, describe en un sentido teórico cuán informativo es el término específico  $w$  para determinar el tema generador, versus un término  $w$  seleccionado al azar. Por ejemplo, si una palabra  $w$  aparece en todos los temas, observar la palabra nos dice poco sobre la mezcla de temas del documento; por tanto, la palabra recibiría una puntuación de carácter distintivo baja. La prominencia de un término está definida por el producto:

$$prominencia(w) = P(w) * diferencia(w)$$

#### 4. Artículos Clasificados

Como resultado se agrupan los artículos por cada tópico. El modelo LDA ejecutado en python nos da un reporte de las estimaciones porcentuales de la pertenencia de los artículos a cada tema, como se muestra en la siguiente figura 5, donde se pinta con un tono más fuerte el valor porcentual mayor a cada tópico.

La información anterior se complementa con el siguiente gráfico 6 de calor que permite visualizar la relación de cada artículo con los temas según la intensidad del color.

Con la ayuda del método se clasificaron los artículos, lo cual permitió construir tablas con los artículos según lo tópicos sugerido por el modelo LDA, los cuales se muestran a continuación.

Tabla 1 organiza los artículos relacionados con el tópico 1 (caso de vivienda utilizando un estudio de análisis de sistemas basado en datos de casas rurales). Tópico 2 (Aplicaciones significa agrupar enjambres de redes domésticas basadas en análisis espacial virtual). Tópico 3 (Recomendador de alojamiento difuso basado en clústeres optimización experta recomendación web de confianza). Tópico 4 (vivienda difusa usando medios recomendadores mapas de sistemas lingüísticos autoorganización. Tópico 5 (Enfoque de recomendación difusa selección híbrida vivienda modelado urbano GIS). En la Tabla 2 se organizan los temas con sus respectivas estimaciones obtenidas por el modelo LDA.

Artículos y temas	Topico
(City, 2007) HOUSE SELECTION USING FUZZY DISTANCE OF RAPEZOIDAL FUZZY	1
(Biology and October, 1974) Numerical Taxonomy with Fuzzy Sets J. C. Bezdek,	1
(Daly et al., 2014) Multi-Criteria Journey Aware Housing Recommender System	1

Artículos y temas	Topico
(Budayan et al., 2009) Expert Systems with Applications Comparing the performance of traditional cluster analysis, self-organizing maps and fuzzy C -means method for strategic grouping	1
(Bação et al., 2005) Self-organizing Maps as Substitutes for K-Means Clustering	1
(Martinez-cruz et al., 2015) A model to represent users trust in recommender systems using ontologies and fuzzy linguistic modeling	1
(Montes et al., 2015) A web tool to support decision making in the housing market using hesitant fuzzy linguistic term sets	1
(Wang et al., 2013) A Collaborative Filtering Based Personalized TOP-K Recommender System for Housing	1
(Yuan et al., 2013) Toward a user-oriented recommendation system for real estate websites	1
(Izakian and Pedrycz, 2014) Agreement-based fuzzy C-means for clustering data with blocks of features	1
(Emmanouilidis et al., 2013) Journal of Network and Computer Applications Mobile guides : Taxonomy of architectures , context awareness, technologies and applications	2
(Juan, 2009) Expert Systems with Applications A hybrid approach using data envelopment analysis and case-based reasoning for housing refurbishment contractors selection and performance improvement	2
(Muchsin & Sudarma, 2015) Penerapan Fuzzy C-Means Untuk Penentuan Besar Uang Kuliah Tunggal Mahasiswa Baru	2
(Liu et al., 2018) Recommender system based on social influence and the virtual house bandwagon effect in virtual worlds	2
(Lee et al., 2020) Load profile segmentation for effective residential demand response program: Method and evidence from Korean pilot study	2
(Bedi et al., 2007) Trust based Recommender System for the Semantic Web 3 Trust based Recommender System for Se- mantic Web Knowledge Representation in Temporal Ontologies	3
(Marathi & Na, 2017) hao marathi maktaba na m ami	3
(Katarya & Verma, 2016) A collaborative recommender system enhanced with particle swarm optimization technique	3
(Gamze & Yilmaz, 2009) Expert Systems with Applications Fuzzy modeling approach based on property location quality for grading neighborhood level of family housing units	3
(Martinez et al., 2012) Expert Systems with Applications GeOasis : A knowledge-based geo-referenced tourist assistant	3
(Sikder & Züfle, 2020) Augmenting Geostatistics with Matrix Factorization: A Case Study for House Price Estimation	3
(Sandhika et al., 2002) Sistem Pemilihan Perumahan dengan Metode Kombinasi Fuzzy C-Means Clustering dan Simple Additive Weighting	4
(Juan et al., 2009) Automation in Construction Housing refurbishment contractors selection based on a hybrid fuzzy-QFD approach	4
(Noguera et al., 2012) A mobile 3D-GIS hybrid recommender system for tourism	4
(Imani et al., 2019) The Analysis of Environmental Sustainability for Rural Housing Using Fuzzy Interference Systems (Case Study: Rural Areas in Marivan County)	4

Artículos y temas	Topico
(Nasrabadi, 2019) Assessing sustainable housing indicators: a structural equation modeling analysis	4
(Hwang, 2007) Using Fuzzy Clustering Methods for Delineating Urban Housing Submarkets	5
(Heldt et al., 2016) Determination of Attributes Reflecting Household Preferences in Location Choice Models	5
(Bordogna et al., 2006) Linguistic modelling of imperfect spatial information as a basis for simplifying spatial analysis	5
(Xiao-sheng et al., 2011) Real estate appraisal system based on GIS and BP neural network	5
(Jun et al., 2020) "SeoulHouse2Vec": An Embedding-Based Collaborative Filtering Housing Recommender System for Analyzing Housing Preference	5
(Hansen, 2003) A fuzzy logic approach to urban land-use mapping Henning Sten Hansen	5
(Mechanics, 2015) Clustering of City Housing Facilities Based on Self-Organizing Maps Tatiana Simankina 1	5
(Trawin et al., 2011) On employing fuzzy modeling algorithms for the valuation of residential premises	5
(Azadeh et al., 2012) Expert Systems with Applications A hybrid fuzzy regression-fuzzy cognitive map algorithm for forecasting and optimization of housing market fluctuations	5
(Feng & Wei-wei, 2019) Research on House Recommendation Model Based on Cosine Similarity in Deep Learning Mode in Grid Environment	5
(Sixth et al., 2020 ZenDen) A Personalized House Searching Application	5
(Yeom & Kwak, 2019) Incremental granular model improvement using particle swarm optimization	5

Tabla 1 – Artículos clasificados por tópicos

Artículos	Tópico 1	Tópico 2	Tópico 3	Tópico 4	Tópico 5
(Hwang, 2007)	0,0033	0,0033	0,0033	0,0033	0,9869
(City, 2007)	0,9935	0,0016	0,0016	0,0016	0,0016
(Biology & October, 1974)	0,9763	0,0059	0,0060	0,0059	0,0059
(Bedi et al., 2007)	0,0018	0,0017	0,9930	0,0017	0,0018
(Emmanouilidis et al., 2013)	0,0017	0,9931	0,0017	0,0017	0,0017
(Daly et al., 2014)	0,9842	0,0039	0,0040	0,0040	0,0040
(Juan, 2009)	0,0019	0,9924	0,0019	0,0019	0,0019
(Sandhika et al., 2002)	0,0032	0,0031	0,0032	0,9873	0,0032
(Budayan et al., 2009)	0,9905	0,0024	0,0024	0,0024	0,0024
(Heldt et al., 2016)	0,0019	0,0019	0,0019	0,0019	0,9923
(Muchsin and Sudarma, 2015)	0,0015	0,9941	0,0015	0,0015	0,0015
(Bação et al., 2005)	0,9870	0,0032	0,0033	0,0032	0,0033
(Juan et al., 2009)	0,0019	0,0019	0,0019	0,9923	0,0019
(Bordogna et al., 2006)	0,0021	0,0020	0,0020	0,0020	0,9918

Artículos	Tópico 1	Tópico 2	Tópico 3	Tópico 4	Tópico 5
(Martinez-cruz et al., 2015)	0,9916	0,0021	0,0021	0,0021	0,0021
(Xiao-sheng et al., 2011)	0,0020	0,0020	0,0020	0,0020	0,9922
(Montes et al., 2015)	0,9915	0,0021	0,0021	0,0021	0,0021
(Marathi and Na, 2017)	0,0035	0,0035	0,9859	0,0035	0,0036
(Jun et al., 2020)	0,0019	0,0018	0,0018	0,0019	0,9926
(Wang et al. 2013)	0,9883	0,0029	0,0029	0,0029	0,0030
(Noguera et al., 2012)	0,0022	0,0022	0,0022	0,9912	0,0022
(Hansen, 2003)	0,0016	0,0016	0,0017	0,0016	0,9934
(Mechanics, 2015)	0,0036	0,0036	0,0036	0,0036	0,9855
(Katarya & Verma, 2016)	0,0014	0,0014	0,9944	0,0014	0,0014
(Gamze & Yilmaz, 2009)	0,0025	0,0025	0,9901	0,0025	0,0025
(Trawin et al., 2011)	0,0014	0,0014	0,0014	0,0014	0,9942
(Imani et al., 2019)	0,0011	0,0011	0,0011	0,9957	0,0011
(Azadeh et al., 2012)	0,0013	0,0013	0,0013	0,0013	0,9947
(Nasrabadi, 2019)	0,0013	0,0013	0,0013	0,9947	0,0013
(Martínez et al., 2012)	0,0025	0,0025	0,9902	0,0025	0,0025
(Sikder and Züfle, 2020)	0,0014	0,0014	0,9945	0,0014	0,0014
(Feng & Wei-wei, 2019)	0,0024	0,0024	0,0024	0,0024	0,9904
(Sixth et al., 2020)	0,0018	0,0018	0,0018	0,0018	0,9928
(Liu et al., 2018)	0,0012	0,9953	0,0012	0,0012	0,0012
(Yuan et al., 2013)	0,9905	0,0024	0,0024	0,0024	0,0024
(Lee et al., 2020)	0,0011	0,9954	0,0011	0,0011	0,0011
(Yeom & Kwak, 2019)	0,0021	0,0021	0,0021	0,0021	0,9916
(Izakian & Pedrycz, 2014)	0,9931	0,0017	0,0017	0,0017	0,0017

Tabla 2– Estimaciones de pertenencia de cada artículo en los tópicos

## 5. Conclusiones

Se realizó una búsqueda sistemática de los artículos con lo cual se puede construir una metadata la cual fue refinada en un preprocesamiento para mejorar la calidad del texto, con lo cual se pudo entrenar un modelo LDA para poder establecer un top 5 de temas que engloban a los artículos preseleccionados. Con el modelo aplicado se realizó una representación gráfica de los temas y la relación de estos según las distancias en el gráfico PCA y una estimación porcentual de la pertenencia de cada artículo al tema. El método aplicado ha permitido establecer las ideas claves de lo que se ha investigado hasta el momento en el campo de los sistemas de recomendaciones de vivienda. La aplicación del método de LDA en un proceso de revisión sistemática de la literatura ha permitido optimizar el tiempo y la calidad de la clasificación de la información sobre un campo de estudio específicos.

El recurso humano utilizado en la lectura, selección, comparación, clasificarlos y organización de los artículos en los tópicos identificados de forma manual, involucra una inversión de tiempo y trabajo presado. Con este modelo logramos optimizar de forma automática todos estos procedimientos realizados desde la metadata obtenida en la búsqueda de los artículos, hasta la organización de estos en los tópicos generados de manera artificial.

## Bibliografía

- Rocha, Á. (2012). Framework for a Global Quality Evaluation of a Website. *Online Information Review*, 36(3), 374-382. <https://doi.org/10.1108/14684521211241404>
- Napoleão, B., Felizardo, K., Souza, É. F., & Vijaykumar, N. Practical similarities and differences between systematic literature reviews and systematic mappings: A tertiary study. In: Seke. 2017.
- Petersen, K., Vakkalanka, S., & Kuzniarz, L. (2015). Guide- lines for conducting systematic mapping studies in software engineering : An update. *Information and Software Technology*, 64, 1–18. <https://doi.org/10.1016/j.infsof.2015.03.007>
- David M. Blei, M. I. J., Andrew Y. Ng. (2003). Latent dirichlet allocation. *Journal of Machine Learning Research*, 3,993–1022.
- Izakian, H., & Pedrycz, W. (2014). Neurocomputing Agreement-based fuzzy C-means for clustering data with blocks of features. *Neurocomputing*, 127, 266–280. <https://doi.org/10.1016/j.neucom.2013.08.006>
- Montes, R, Sánchez, A. M., Villar, P, & Herrera, F. (2015).A web tool to support decision making in the housing market using hesitant fuzzy linguistic term sets. *Applied Soft Computing Journal*, 12–15. <https://doi.org/10.1016/j.asoc.2015.01.030>
- Jun, H. J., Kim, J. H., Rhee, D. Y., & Chang, S. W. (2020). SEOULHOUSE2VEC: AN EMBEDDING-BASED COLLABORATIVE FILTERING HOUSING RECOMMENDER SYSTEM FOR ANALYZING HOUSING PREFERENCE.
- Katarya, R., & Verma, O. P. (2016). A collaborative recommender system enhanced with particle swarm optimization technique. *Multimedia Tools and Applications*, 9225–9239. <https://doi.org/10.1007/s11042-016-3481-4>
- Hwang, S. (2007). Using Fuzzy Clustering Methods for Delineating Urban Housing Submarkets, 1–8.
- Sandhika, T., Adi, K., & Noranita, B. (2002). Sistem Pemilihan Perumahan dengan Metode Kombinasi Fuzzy C-Means Clustering dan Simple Additive Weighting.
- Baçaõ, F., Lobo, V., & Painho, M. (2005). Self-organizing Maps as Substitutes for K-Means Clustering, 476–483.
- Martinez-cruz, C, Porcel, C, Bernabé-moreno, J, & Herrera-viedma, E. (2015). A model to represent users trust in recommender systems using ontologies and fuzzy linguistic modeling. *INFORMATION SCIENCES*, (March). <https://doi.org/10.1016/j.ins.2015.03.013>

- Trawin, K., Lughofer, E., & Trawin, B. (2011). On employing fuzzy modeling algorithms for the valuation of resi- dential premises. 181, 5123–5142. <https://doi.org/10.1016/j.ins.2011.07.012>
- Imani, B., Planning, R., Planning, U., & Planning, R. (2019). The Analysis of Environmental Sustainability for Ru- ral Housing Using Fuzzy Interference Systems (Case Study: Rural Areas in Marivan County). 8(1).
- Sikder, A., & Züfle, A. (2020). Augmenting Geostatistics with Matrix Factorization: A Case Study for House Price Estimation. <https://doi.org/10.3390/ijgi9050288>
- Feng, L., & Wei-wei, G. (2019). Research on House Recom- mendation Model Based on Cosine Similarity in Deep Learning Mode in Grid Environment. <https://doi.org/10.1109/ICVRIS.2019.00039>
- Budayan, C., Dikmen, I., & Birgonul, M. T. (2009). Expert Systems with Applications Comparing the perfor- mance of traditional cluster analysis, self-organizing maps and fuzzy C -means method for strategic grouping. *Expert Systems With Applications*, 36(9), 11772–11781. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2009.04.022>
- Muchsin, A. K., & Sudarma, M. (2015). Penerapan Fuzzy C- Means Untuk Penentuan Besar Uang Kuliah Tunggal Mahasiswa Baru. 6(3), 646–654.
- Wang, L., Hu, X., Wei, J., & Cui, X. (2013). A collaborative filtering based personalized top-k recommender system for housing. In *Proceedings of the 2012 International Conference of Modern Computer Science and Applications* (pp. 461-466). Springer, Berlin, Heidelberg.
- Noguera, J. M., Barranco, M. J., Segura, R. J., & Martínez, L. (2012). A mobile 3D-GIS hybrid recommender system for tourism. 215, 37–52. <https://doi.org/10.1016/j.ins.2012.05.010>
- Liu, D.-r., Chou, Y.-c., Chung, C.-c., & Liao, H.-y. (2018). Recommender system based on social in fl uence and the virtual house bandwagon e ff ect in virtual worlds. <https://doi.org/10.1108/K-08-2017-0319>
- City, T. (2007). HOUSE SELECTION USING FUZZY DIS- TANCE OF TRAPEZOIDAL FUZZY b ) h / w ) dh. (August), 1409–1411.
- Biology, M., & October, I. R. (1974). Numerical Taxonomy with Fuzzy Sets J. C. Bezdek, 71.
- Daly, E. M., Botea, A., Kishimoto, A., & Marinescu, R. (2014). Multi-Criteria Journey Aware Housing Rec- ommender System, 325–328.
- Yuan, X., Lee, J.-h., Kim, S.-j., & Kim, Y.-h. (2013). Toward a user-oriented recommendation system for real estate websites. *Information Systems*, 38(2), 231–243. <https://doi.org/10.1016/j.is.2012.08.004>
- Emmanouilidis, C., Koutsiamanis, R.-a., & Tasidou, A. (2013). Journal of Network and Computer Applications Mo- bile guides : Taxonomy of architectures , context awareness , technologies and applications. *Journal of Network and Computer Applications*, 36(1), 103–125. <https://doi.org/10.1016/j.jnca.2012.04.007>



- Juan, Y.-k. (2009). Expert Systems with Applications A hybrid approach using data envelopment analysis and case- based reasoning for housing refurbishment contractors selection and performance improvement. *Expert Systems With Applications*, 36(3), 5702–5710. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2008.06.053>
- Lee, E., Kim, J., & Jang, D. (2020). Load Profile Segmentation for Effective Residential Demand Response Program: Method and Evidence from Korean Pilot Study.
- Bedi, P., Kaur, H., & Marwaha, S. (2007, January). Trust Based Recommender System for Semantic Web. In *IJCAI* (Vol. 7, pp. 2677-2682).
- Marathi, H. A. O., & Na, M. (2017). | hao marathi maktaba na m ami. 2.
- Gamze, Z., & Yilmaz, S. (2009). Expert Systems with Applications Fuzzy modeling approach based on property location quality for grading neighborhood level of family housing units. *Expert Systems With Applications*, 36(2), 3603–3613. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2008.02.023>
- Martínez, F., Ariza, F., Montejo-ráez, A., & Ureña, A. (2012). Expert Systems with Applications GeOasis : A knowledge-based geo-referenced tourist assistant. 39, 11737–11745. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2012.04.080>
- Juan, Y.-k., Perng, Y.-h., Castro-lacouture, D., & Lu, K.-s. (2009). Automation in Construction Housing refurbishment contractors selection based on a hybrid fuzzy-QFD approach. *Automation in Construction*, 18(2), 139–144. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2008.06.001>
- Nasrabadi, M. T. (2019). Assessing sustainable housing indicators : a structural equation modeling analysis. 8(5),457–472. <https://doi.org/10.1108/SASBE-01-2019-0008>
- Heldt, B, Gade, K, & Heinrichs, D. (2016). Determination of Attributes Reflecting Household Preferences in Location Choice Models. *Transportation Research Procedia*, 19(June), 119–134. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2016.12.073>
- Bordogna, G., Chiesa, S., & Geneletti, D. (2006). Linguistic modelling of imperfect spatial information as a basis for simplifying spatial analysis. 176, 366–389. <https://doi.org/10.1016/j.ins.2005.07.005>
- Xiao-sheng, L. I. U., Zhe, D., & Ting-li, W. (2011). Real estate appraisal system based on GIS and BP neural network. *Transactions of Nonferrous Metals Society of China*, 21, s626–s630. [https://doi.org/10.1016/S1003-6326\(12\)61652-5](https://doi.org/10.1016/S1003-6326(12)61652-5)
- Hansen, H. S. (2003, June). A Fuzzy Logic Approach to Urban Land-Use Mapping. In *ScanGIS* (pp. 41-56).
- Mechanics, A. (2015). Clustering of City Housing Facilities Based on Self-Organizing Maps Tatiana Simankina 1, 726, 1057–1062. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMM.725-726.1057>
- Azadeh, A, Ziaei, B, & Moghaddam, M. (2012). Expert Systems with Applications A hybrid fuzzy regression- fuzzy cognitive map algorithm for forecasting and optimization of housing market fluctuations. *Expert Systems With Applications*, 39(1), 298–315. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2011.07.020>

- Sixth, I., Conference, I., Data, B., & Service, C. (2020). No Title, 3–8. <https://doi.org/10.1109/BigDataService49289.2020.00034>
- Yeom, C.-u., & Kwak, K.-c. (2019). SS symmetry. <https://doi.org/10.3390/sym11030390>
- Chuang, J., Manning, C. D., & Heer, J. (2012, May). Termite: Visualization techniques for assessing textual topic models. In Proceedings of the international working conference on advanced visual interfaces (pp. 74-77).
- Sievert, C., & Shirley, K. (2014, June). LDavis: A method for visualizing and interpreting topics. In Proceedings of the workshop on interactive language learning, visualization, and interfaces (pp. 63-70).

# Revisión Sistemática: La Arquitectura Empresarial en las Organizaciones para la toma de decisiones con la Metodología TOGAF

Cintya Mendoza-Zambrano, Gabriela Velásquez-Moreira.

[cristina.mendoza@pg.uleam.edu.ec](mailto:cristina.mendoza@pg.uleam.edu.ec); [gabriela.velasquez@uleam.edu.ec](mailto:gabriela.velasquez@uleam.edu.ec)

Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí – ULEAM, 130802, Manta, Ecuador

Pages: 135-145

**Resumen:** El presente artículo tiene como objetivo realizar una revisión sistemática de la literatura sobre la Arquitectura Empresarial basado en la Metodología TOGAF. Para cumplir con el objetivo, se plantearon 2 preguntas de investigación, y se seleccionó la metodología PRISMA de búsqueda y selección de trabajos de investigación. Finalmente, 17 trabajos cumplieron con los requisitos de inclusión y exclusión propuestos. Los resultados de revisión muestran que la Arquitectura Empresarial a través de la Metodología TOGAF ha permitido apalancar la toma de decisiones para la integración de los procesos en las organizaciones.

**Palabras-clave:** Arquitectura Empresarial, Metodologías, Esquema de Arquitectura del Open Group - TOGAF, Procesos TI.

## *Systematic Review: Enterprise Architecture in Organizations for decision making with TOGAF Methodology*

**Abstract:** This paper presents a systematic review of the literature on Enterprise Architecture based on the TOGAF Methodology. Two research questions are posed, for which the PRISMA methodology of search and selection of research works was selected. Finally, 17 papers met the proposed inclusion and exclusion requirements. Review results show that Enterprise Architecture through the TOGAF Methodology has allowed to leverage decision-making for processes integration in organizations.

**Keywords:** Enterprise Architecture, Methodologies, The Open Group Architecture Framework - TOGAF, IT Processes.

## 1. Introducción

La innovación de la tecnología en la actualidad ha dado lugar a organizaciones basadas en la información. Estas organizaciones requieren transformar esta información en conocimientos para asegurar su competitividad y para mejorar la toma de decisiones. En este artículo trataremos de revisar sobre la importancia de la Arquitectura Empresarial (AE) como un componente clave en las organizaciones para la toma de decisiones,

puesto que en los últimos años la AE se ha convertido en una de las temáticas más importantes a considerar en los estudios de sistemas de información y ha evolucionado hasta convertirse en una tarea esencial de gestión de negocios (Bricknall et al., 2011).

La evolución de AE ha tenido un fuerte impulso al convertirse en una herramienta que podría resolver el problema de la alineación del negocio con las Tecnologías de Información (TI). Al implementar AE, la alineación deja de ser un concepto idealista y teórico y se convierte en un concepto práctico y aplicable que permite a las organizaciones usar las Tecnologías de Información de acuerdo con sus prioridades estratégicas. Así lo muestra una encuesta realizada por Infosys en el 2009, la cual evidencia que, en las organizaciones que usan AE, un 32% ha mejorado la satisfacción de sus clientes, un 28% ha reducido los costos de Tecnología de Información (TI) y un 27% ha logrado la estandarización y mejora de procesos.

Por lo expuesto anteriormente, se denota que la Arquitectura Empresarial es una disciplina encargada de entregar soluciones a los problemas empresariales, por lo cual debe satisfacer las necesidades empresariales de los grupos de interés, en este caso a los accionistas, empleados, clientes, proveedores, entre otros. Es aquí donde interviene alguna de sus metodologías que facilitan el desarrollo de este trabajo, dado que la Arquitectura Empresarial no presenta una estructura única, sino que cambia a partir del objetivo del negocio para la que fue creada y aplicada. El éxito de una Arquitectura Empresarial depende en gran medida de su uso real y adopción por parte de los gerentes, ya que estos introducen prácticas reales dentro de las organizaciones. (Terje & Bygstad, 2014).

Este trabajo pretende indagar cómo la Arquitectura Empresarial ha sido fundamental en las organizaciones para la toma de decisiones, a través de la Metodología TOGAF, asimismo qué otros marcos de trabajo de AE han ayudado a mejorar las condiciones tecnológicas en las organizaciones de todo tipo. Adicionalmente, el estudio cuantifica la evidencia científica sobre los artículos que se hacen mención más adelante para el desarrollo del trabajo, ayudando a comprender el problema planteado en la investigación.

Para desarrollar lo anterior, se ha realizado una revisión sistemática de la literatura de artículos e investigaciones relacionadas con Arquitecturas Empresariales y la Metodología TOGAF. Los estudios relevantes encontrados por medio de la metodología seleccionada son utilizados para este objetivo.

Finalmente, este artículo se ha estructurado de la siguiente forma: La metodología, donde se detalla la forma en que se ejecutó la revisión sistemática y se plantean las preguntas de investigación, los resultados encontrados, y las conclusiones con sus futuros trabajos.

## **2. Metodología**

Los artículos de revisión, así como otras categorías de artículos científicos, construyen una forma de investigación que utilizan fuentes de informaciones bibliográficas o electrónicas para obtener resultados de investigaciones de otros autores, con el objetivo de fundamentar teóricamente un determinado objetivo. En la literatura se encuentran dos categorías de artículos denominados revisión: las revisiones narrativas y las revisiones sistemáticas que, no obstante, están bajo la denominación de revisión, tienen características y objetivos diferentes. (Rother, 2007).

Con base en lo anterior, el presente estudio se desarrolla como guía en la metodología propuesta PRISMA (*Preferred Reporting Items For Systematic reviews and Meta-Analyses*), siendo su objetivo principal de ayudar a los autores a mejorar la presentación de informes y revisiones sistemáticas y meta-análisis, así como también puede ser útil para la evaluación crítica de revisiones sistemáticas publicadas, centralizándose en el informe de revisiones que evalúan los efectos de las intervenciones (Urrútia & Bonfill, 2010).

De acuerdo con la metodología seleccionada, para seguir las fases de planificación, desarrollo y reporte de la revisión sistemática, es necesario seguir como referencia ocho pasos como guía de la metodología para realizar una revisión sistemática de la literatura, los mismo que son: determinar el propósito de la revisión; protocolo y formación; búsqueda de literatura; cribado para la inclusión; evaluación de la calidad; extracción de datos; síntesis de los estudios y escritura de la reseña.

Para las metas de revisión se determinó mediante las siguientes preguntas de investigación:

- ¿De qué manera ha influido la Arquitectura Empresarial usando Metodología TOGAF para la toma de decisiones en las organizaciones?
- ¿Qué metodologías/marcos de referencias de Arquitectura Empresarial han tenido implementaciones más exitosas en las organizaciones?

El periodo de búsqueda se estableció en 13 años, es decir publicaciones desde el 2009 hasta el 2021, tomando en cuenta que la Arquitectura Empresarial en los últimos años ha sido una herramienta conductora para el cambio en las organizaciones para la toma de decisiones. La indagación de artículos se procedió con estos años.

Fuente	Descriptor	N. de resultados
<i>Google Scholar: <a href="https://scholar.google.es/schhp?hl=es">https://scholar.google.es/schhp?hl=es</a></i>	Arquitectura Empresarial	14.700
	TOGAF	6.210
	Organizaciones	15.100
<i>IEEE: <a href="https://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp">https://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp</a></i>	Arquitectura Empresarial	5.180
	TOGAF	109
	Organizaciones	2.926
<b>TOTAL</b>		<b>44.225</b>

Tabla 1 – Resultados por descriptores

Para la investigación se utilizó el buscador académico Google Scholar – Google Académico, y otros como IEEE. Las palabras claves que guiaron la revisión fueron asociadas con la Arquitectura Empresarial como tema principal, de ahí surgieron las siguientes: "Arquitectura Empresarial", "TOGAF – Esquema de Arquitectura del Open Group", "Arquitectura Empresarial en las organizaciones". Así también en inglés: "Enterprise Architecture", "The Open Group Architecture Framework - TOGAF", "Enterprise Architecture for Organizations". La tabla 1 presenta el número de resultados obtenidos para cada fuente.

La búsqueda se realizó combinando descriptores, con los siguientes criterios de inclusión y exclusión:

- Artículos y tesis publicados entre 2009 y 2021.
- Estudios cuantitativos, cualitativos o mixtos.
- Artículos y tesis en inglés o español.
- Texto completo disponible.
- Se incluyeron uno o más términos de búsqueda relacionadas con el tema principal, objetivo de la investigación.

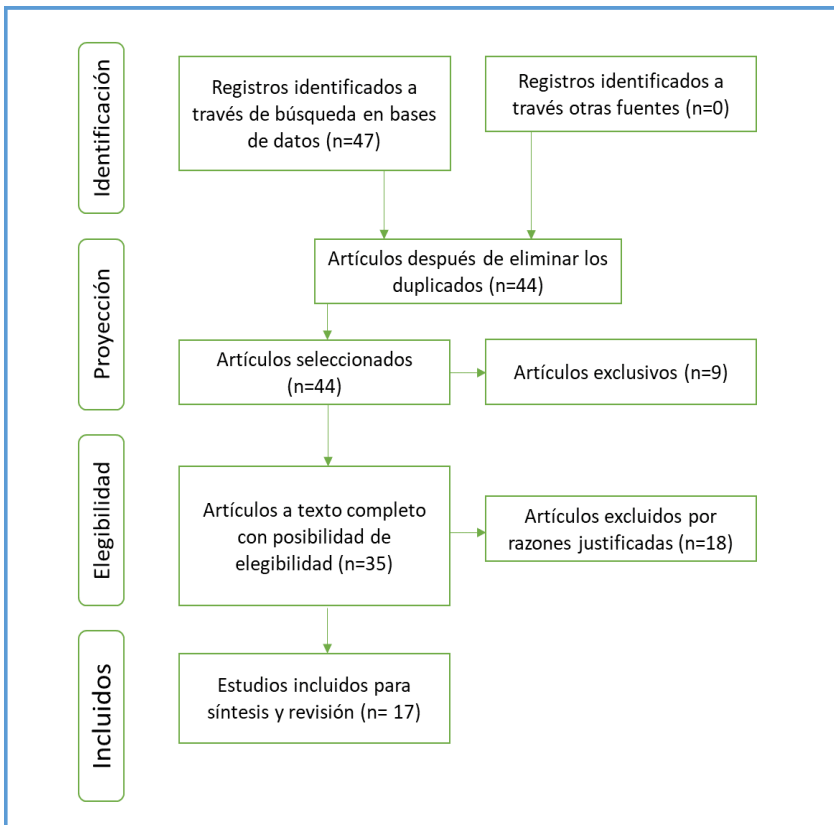


Figura 1 – Diagrama de flujo PRISMA.

La Figura 1 presenta el diagrama de flujo del proceso de búsqueda y selección, siguiendo las directrices de la metodología PRISMA, con la finalidad de depurar, seleccionar y descartar los artículos que no contienen información suficientemente relacionada con el objetivo de la investigación.

### 3. Resultados

Al realizar el análisis de los documentos leídos para presentar los resultados de esta investigación y siguiendo la metodología propuesta, los cuantitativos y posterior los cualitativos a partir de las respuestas a las interrogantes planteadas anteriormente, se hizo la selección de 17 artículos que fueron clasificados y organizados en una matriz incluyendo datos relevantes como: título, autor(es), base de datos (fuente), DOI, año de publicación, descripción o dimensión temática.

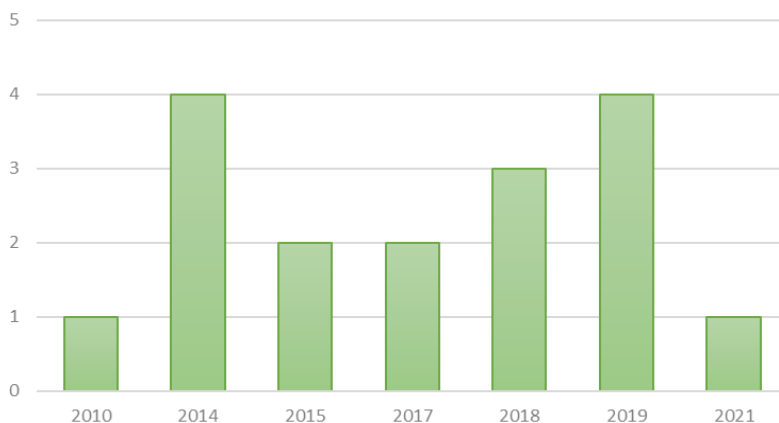


Figura 2 – Distribución artículos por año. Fuente: elaboración propia.

En referencia a los artículos seleccionados y como se visualiza en la Figura 2, se puede verificar un incremento de publicaciones sobre la Arquitectura Empresarial (AE) en los años 2014 y 2019, con 4 publicaciones cada uno. Sin embargo, en el 2021 año en curso de la presente investigación, solo podemos visualizar un artículo, de acuerdo con la selección que se realizó para esta investigación. Como podemos apreciar, la mayoría de los estudios son en el año 2014, 2018 y 2019, siendo menor en los años 2010, 2015, 2017, 2021.

Año	No.	Autores
2010	1	(Booch, 2010).
2014	4	(Esquetini Cáceres & Moscoso Zea, 2014); (Castillo Santos & Castillo García, 2014); (Edward et al., 2014); (Matheus et al., 2014).
2015	2	(Cruz Bueno & Briceño Pineda, 2015); (Jaramillo et al., 2015).
2017	2	(Ledesma, 2017); (Forda Nama et al., 2017).
2018	3	(Avila Correa, 2018); (Lara Charry & Rodríguez Riveros, 2018); (Saboya Ríos et al., 2018).
2019	4	(Blanco Castro & Collazos, 2019); (Meriño Fuentes et al., 2019); (González et al., 2019); (Gallegos Santillan, 2019).
2021	1	(Nuñez Quiroz & Berrospi Valladares, 2018)

Tabla 2 – Autores de los artículos clasificados por año de edición.

Se realizó la lectura de los artículos para determinar las preguntas establecidas de la investigación, y poder comparar su forma cualitativa que es uno de los procedimientos para la extracción de la información.

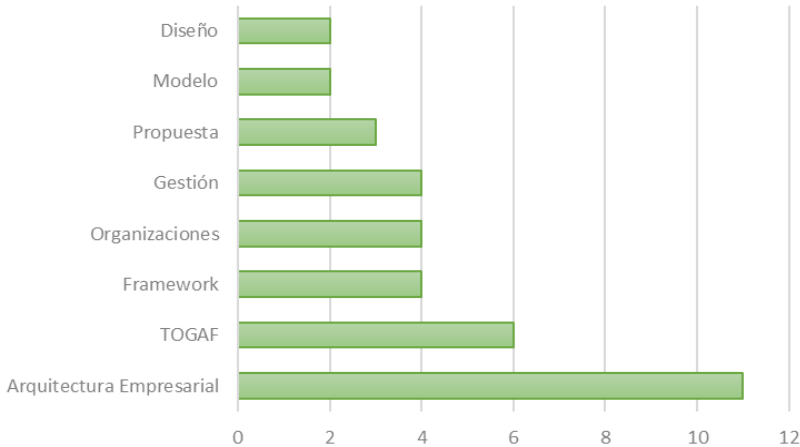


Figura 3 – Palabras clave más utilizadas.

En el análisis de los resultados del contenido temático de los artículos leídos en primera instancia, fue a partir de las palabras claves utilizadas por los investigadores, demostrando que 11 artículos, corresponde a la "Arquitectura Empresarial" como un concepto importante en nuestra investigación. La siguiente palabra es "TOGAF" con aparición en 6 artículos; "Framework", "Organizaciones" y "Diseño" con 4 artículos cada uno respectivamente. "Propuesta" con 3 artículos. Con menos frecuencia de búsqueda, se encuentran "Modelo" y "Diseño", 2 artículos. Todo esto se puede apreciar en la Figura 3, de acuerdo con los 17 estudios incluidos para síntesis y revisión de este trabajo.

En la Figura 4 se muestra la clasificación de artículos por descriptores y su año de publicación, mostrando que Arquitectura Empresarial (AE) es una temática que va aumentando el interés investigativo desde el 2016, decayendo en el 2019 y manteniéndose en el 2020 y 2021. Por su parte, el tema de la metodología TOGAF también ha sido un tema de motivación para la investigación y ambos apuntan que la arquitectura tiene que ver con el conocimiento para la toma de decisiones con la que garantiza ser flexible, robusta y eficiente en el futuro para las organizaciones.

Para el desarrollo de la investigación de este artículo se utilizó como buscadores académicos Google Académico y IEEE. En la siguiente Figura 5, se muestra la distribución de los 17 artículos con sus respectivos porcentajes de acuerdo con la fuente que se buscó. Se observa que Google Académico permitió extraer 12 artículos correspondientes a un 71%, y IEEE con 5 artículos que corresponde al 29%.



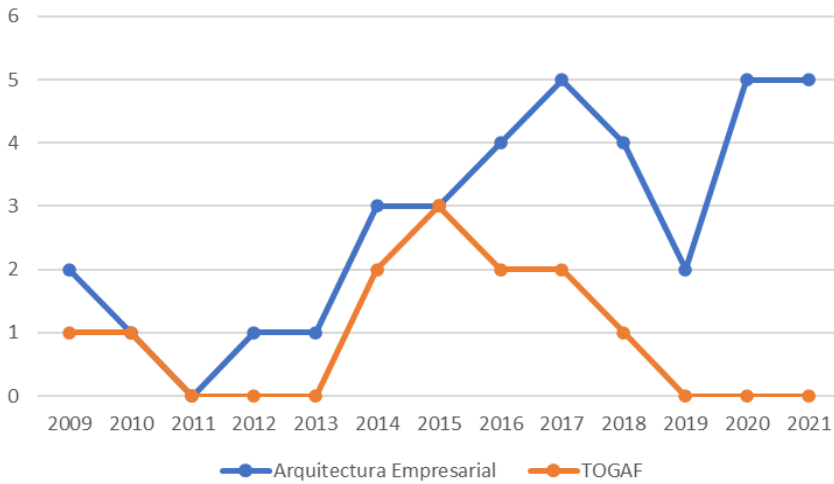


Figura 4 – Descripción por año de publicación.

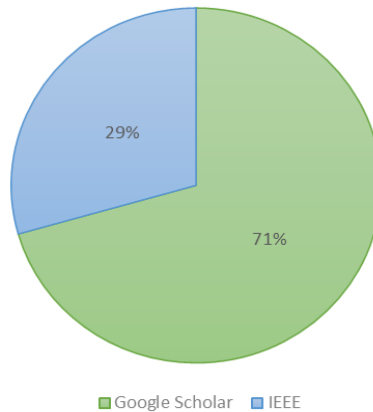


Figura 5 – Porcentaje de artículos encontrados por Fuente.

En referencia a la metodología utilizada en las 17 investigaciones, se identificó que 12 de los artículos, corresponde a un 71%, son productos de una investigación empírica, mientras que los 5 restantes, equivalente al 29% son estudios de investigación teórica, como se muestra en la siguiente Figura 6.

A continuación, se presenta los resultados cualitativos, descritos a partir de los interrogantes de investigación planteados previamente.

### **3.1. ¿De qué manera ha influido la Arquitectura Empresarial usando Metodología TOGAF para la toma de decisiones en las organizaciones?**

De los 17 artículos seleccionados para el contexto de esta investigación, 8 hacen referencia a lo relacionado con esta pregunta de la Arquitectura Empresarial en el uso de la Metodología TOGAF para la toma de decisiones en las organizaciones. En dichos estudios, se evidencia que la mencionada metodología ha sido muy importante como herramienta conductora de un cambio organizacional efectivo. Siendo así que, 5 artículos (Cruz & Briceño, 2015; Edward et al., 2014; Forda et. al, 2017; Jaramillo et al, 2015; Matheus et al., 2014), indican que las organizaciones el día de hoy están compuestas por un departamento de Arquitectura Empresarial, donde se enfrentan al riesgo del desarrollo e implementación de esta. Mientras que otros 2 artículos (Castillo Santos & Castillo García, 2014; Lara y Rodríguez, 2018), que tratan de la Arquitectura Empresarial en las Organizaciones del Estado, donde TOGAF es una de las arquitecturas que permite desarrollar las mejores prácticas y tener en cuenta los requerimientos actuales y las necesidades de la organización, para las mejores tomas de decisiones a futuro.

Finalmente, algunos de los artículos (Ávila Correa, 2018, Lara Charry & Rodríguez Riveros, 2018) abordan que, en la Metodología TOGAF, el ADM (*Architecture Development Method*) es uno de los modelos corporativos más usados para restablecer la gobernanza empresarial, facilitando la integración entre los procesos administrativos y la perspectiva empresarial para un mejor desarrollo evitando complicaciones para ejecutar de forma eficiente y eficaz la estrategia, y su visión a largo plazo para la toma de decisiones.

### **3.2. ¿Qué metodologías/marcos de referencias de Arquitectura Empresarial han tenido implementaciones más exitosas en las organizaciones?**

Se realizó la lectura completa de 17 artículos seleccionados para el desarrollo de esta investigación, 9 de ellos se utilizaron para dar respuesta a esta pregunta que cumplían con el contexto del cuestionario planteado. Dentro de los estudios se encontró que los marcos de referencia o metodologías más comunes eran Zachman, FEA (Federal Enterprise Architecture), Gartner y TOGAF. Es necesario destacar que, de los 9 artículos, 5 de ellos pertenecían a implementaciones de TOGAF.

En el artículo de Ávila Correa (2018) se describe cada una de las referencias también establecidas en otro artículo (Castillo Santos & Castillo García, 2014) detallando más sobre estas metodologías como: Zachman que concibe el desarrollo de la Arquitectura Empresarial como una desagregación de los componentes empresariales. FEA (Federal Enterprise Architecture), propuesto por el gobierno de los Estados Unidos está centrado en describir y analizar las inversiones de TI, mejorar la colaboración y transformar el gobierno para el desarrollo de la Arquitectura Empresarial. El marco de referencia de Gartner se enfoca en el incremento de la rentabilidad a través de la agrupación de los propietarios del negocio, los especialistas de la información y los implementadores de tecnología.

Por otro lado, los 5 artículos (Ávila Correa, 2018; Cruz Bueno & Briceño Pineda, 2015; Edward et al., 2014; Esquetini Cáceres & Moscoso Zea, 2014; Forda Nama et al., 2017) referentes a la implementación de la Metodología TOGAF, indican que es una herramienta para asistir la aceptación, creación, uso, y mantenimiento de arquitecturas. La clave TOGAF es el Método de Desarrollo de la Arquitectura ADM por sus siglas

en inglés, la cual permite desarrollar una Arquitectura Empresarial que aborda a las necesidades de negocio. De esta forma, se evidencia que la metodología TOGAF ha tenido un mayor número de implementaciones exitosas en los trabajos seleccionados.

Adicionalmente, en uno de los artículos seleccionados (Ledezma, 2017) publicado en el 2017, habla sobre las fases de la Metodología TOGAF donde se delimita el alcance del proyecto y la estrategia para llevarla a cabo. En este aspecto, vale destacar un caso de éxito encontrado en un artículo (Blanco Castro & Collazos, 2019) de la Empresa Metalmecánico Cartagena en Colombia, en donde debido al uso y adaptación del marco de referencia TOGAF, esta empresa logró soportar el uso de la tecnología aplicando integraciones colaborativas de Google, generando disminución de costo, procesos estandarizados; logrando así cumplir con los objetivos estratégicos de la empresa.

#### **4. Conclusiones y futuros trabajos**

Las revisiones sistemáticas, generalmente, permiten obtener como conclusión un resultado general o condensado sobre los diversos estudios o trabajos efectuados de forma individual en la temática abordada, así como también contrastar los resultados entre ellos.

En este artículo se han mostrado los resultados y hallazgos de la revisión sistemática planteada acerca de la Arquitectura Empresarial con la Metodología TOGAF para la toma de decisiones, a través del método PRISMA, donde se estableció un período de búsqueda de investigaciones del año 2009 a 2021. Por consiguiente, se realizó la búsqueda y filtrado de información donde, finalmente, 17 trabajos seleccionados cumplieron los criterios de inclusión y exclusión utilizando la metodología de revisión seleccionada.

Los resultados demuestran que la Metodología TOGAF ha permitido apalancar el proceso de toma de decisiones de las organizaciones, dado que al caracterizarse por la integración de procesos administrativos/empresariales con los procesos tecnológicos, se facilita esta tarea tanto a organizaciones privadas, así como estatales.

Por otro lado, también se evidencia, entre los trabajos seleccionados, que TOGAF es la metodología que cuenta con mayor cantidad de implementaciones exitosas en la Arquitectura Empresarial. Al mismo tiempo es el ADM de TOGAF, el cual puede optimizar los procesos, definir la tecnología requerida alineada a los objetivos organizacionales, cumplir con las necesidades y que sean de gran apoyo a futuro para la toma de decisiones.

De acuerdo con el trabajo presentado, pueden realizarse futuras investigaciones o revisiones de la Metodología TOGAF enfocadas a un área o departamento de las organizaciones para determinar las problemáticas o necesidades específicas de estas al integrar sus procesos de negocio con los procesos de TI. Asimismo, pueden efectuarse revisiones de otras Metodologías de Arquitectura Empresarial que ayuden a comprender cómo estas contribuyen a los procesos de las organizaciones.

#### **Referencias**

Avila Correa, B. L. (2018). Modelos de Referencia de Arquitectura Empresarial para la Industria de Educación Superior. *Killkana Técnica*, 2(1), 27. [https://doi.org/10.26871/killkana\\_tecnica.v2i1.288](https://doi.org/10.26871/killkana_tecnica.v2i1.288)

- Blanco Castro, H., & Collazos, A. (2019). *Arquitectura Empresarial en Claro S.A. Colo.*
- Booch, G. (2010). Enterprise Architectute and Technical Architecture. *IEEE Software*, 12(6), 42–50. <https://doi.org/10.1109/52.469759>
- Bricknall, R., Darrell, G., Nilsson, H., & Pessi, K. (2011). nterprise Architecture: Critical Factors affecting modelling and management. *Proceedings of the 14th European Conference on Information Systems, ECIS 2006*, 1–13.
- Castillo Santos, R., & Castillo García, H. (2014). Arquitectura Empresarial y las Organizaciones Estatales. *Aucsis*, 1(1), 1–9. <http://whatis.techtarget.com/>
- Cruz Bueno, H., & Briceño Pineda, W. (2015). Identificación de principios de arquitectura empresarial para la gestión de factores de impacto en entidades públicas colombianas utilizando TOGAF. *Inventum*, 10(18), 22–28. <http://biblioteca.uniminuto.edu/ojs/index.php/Inventum/article/view/1216/1139>
- Edward, I. Y. M., Shalannanda, W., Agusdian, A., & Lestaringati, S. I. (2014). Proposal of TOGAF ADM enterprise continuum for organization-specific solution on e-Government. *2014 International Conference on Electrical Engineering and Computer Science (ICEECS)*, November, 283–288. <https://doi.org/10.1109/ICEECS.2014.7045263>
- Esquetini Cáceres, C., & Moscoso Zea, O. (2014). Propuesta de un marco de referencia de gestión de organizaciones usando Arquitectura Empresarial. *Enfoque UTE*, 5(4), 70–88. <http://ingenieria.ute.edu.ec/enfoqueute/index.php/revista/article/view/48>
- Forda Nama, G., Tristiyanto, & Kurniawan, Di. (2017). An enterprise architecture planning for higher education using the open group architecture framework (togaf): Case study University of Lampung. *Proceedings of the 2nd International Conference on Informatics and Computing, ICIC 2017, 2018-Janua*, 1–6. <https://doi.org/10.1109/IAC.2017.8280610>
- Gallegos Santillan, D. (2019). *La calidad de la gestión de las instituciones de educación superior ecuatorianas . Caso : Universidad Nacional de Chimborazo - UNACH , Riobamba – Ecuador.*
- González, A., Leal Rodríguez, L., Martínez Caballero, D., & Morales Fonte, D. (2019). *Herramientas para la gestión por procesos. XV.*
- Infosys. (2009). *Enterprise Architecture Expands its Role in Strategic Business Transformation Survey Report. Architecture.*
- Jaramillo, D., Cabrera, A., Abad, M., Torres, A., & Carrillo Verdum, J. (2015). *Definition of cybersecurity businness framework based on ADM-TOGAF.* 1–7. <https://doi.org/10.1109/cisti.2015.7170391>

- Lara Charry, C. A., & Rodríguez Riveros, W. A. (2018). Arquitectura Empresarial en una Organización del Estado. In *Computers and Industrial Engineering* (Vol. 2, Issue January). <http://ieeauthorcenter.ieee.org/wp-content/uploads/IEEE-Reference-Guide.pdf><http://wwwlib.murdoch.edu.au/find/citation/ieee.html><https://doi.org/10.1016/j.cie.2019.07.022><https://github.com/ethereum/wiki/wiki/White-Paper><https://tore.tuhh.de/hand>
- Ledesma, J. C. (2017). Frameworks de Arquitectura Empresarial. In *Tesis Especialista de Software* (Vol. 1).
- Matheus, I. Y., Shalannanda, W., Lestaringati, S., & Agusdian, A. (2014). E-Government Master plan design with TOGAF framework. *2014 8th International Conference on Telecommunication Systems Services and Applications (TSSA)*, 1–6. <https://doi.org/10.1109/TSSA.2014.7065957>
- Meriño Fuentes, I., Nieto Bernal, W., Moreno Trillos, S., & Hernández, Y. (2019). Diseño de un Framework de Arquitectura Empresarial para Instituciones Públicas de Educación Superior. *Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação, E17*, 742–755. <http://www.risti.xyz/issues/ristie17.pdf>
- Núñez Quiroz, C. R., & Berrospi Valladares, G. P. (2018). *Propuesta de una Arquitectura Empresarial para la Pontificia Universidad Católica del Perú*.
- Rother, E. T. (2007). Revisión sistemática o revisión narrativa? *Ciencia y Salud Virtual*, 5(1), 1. <https://doi.org/10.22519/21455333.372>
- Saboya Ríos, N., Loaiza Jara, O., & Lévano Rodríguez, D. (2018). Diseño de un modelo de arquitectura empresarial para aplicaciones científica basado en ADM - TOGAF 9.0. *Computers and Industrial Engineering*, 2(January), 6. <http://ieeauthorcenter.ieee.org/wp-content/uploads/IEEE-Reference-Guide.pdf><http://wwwlib.murdoch.edu.au/find/citation/ieee.html><https://doi.org/10.1016/j.cie.2019.07.022><https://github.com/ethereum/wiki/wiki/White-Paper><https://tore.tuhh.de/hand>
- Terje, F., & Bygstad, B. (2014). *Práctica de arquitectura empresarial y agilidad organizacional: un estudio exploratorio*. <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/6759073>
- Urrútiá, G., & Bonfill, X. (2010). Declaración PRISMA: una propuesta para mejorar la publicación de revisiones sistemáticas y metaanálisis. *Medicina clínica*, 135(11), 507-511.

# Arquitectura Empresarial como oportunidad de mejora continua: Una revisión sistemática

Ing. Víctor Castillo Macías<sup>1</sup>, Mg. Cesar Cedeño Cedeño<sup>2</sup>

[bernardo.castillo@pg.uleam.edu.ec](mailto:bernardo.castillo@pg.uleam.edu.ec); [cesar.cedeno@uleam.edu.ec](mailto:cesar.cedeno@uleam.edu.ec)

<sup>1</sup> Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Estudiante de Postgrado, Manta - 130802, Ecuador

<sup>2</sup> Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Profesor Facultad de Ciencias Informáticas, Manta - 130802, Ecuador

**Pages: 146-156**

**Resumen:** El presente trabajo tiene un enfoque cualitativo mediante la revisión sistemática de los artículos y tesis más recientes sobre arquitectura empresarial como oportunidad de mejora continua y los aspectos que podrían definir a un framework de arquitectura empresarial para instituciones públicas de educación superior. Tiene como objetivo definir las apreciaciones más destacadas en los términos de: Arquitectura empresarial, frameworks de arquitectura y marcos de trabajo; por lo cual se realizó una exhaustiva revisión bibliográfica en las bases de datos WOS (Web of science), Scopus y Google scholar, para posteriormente realizar una observación de los descriptores que más se repiten en los títulos de los artículos objeto de esta revisión, demostrando que dentro de los datos obtenidos el descriptor de mayor relevancia se encuentra en él de la palabra “Enfoque”, que obtuvo un resultado de 9 coincidencias dentro de los 21 artículos analizados, para finalmente concluir con el análisis de las investigaciones más destacadas dentro de la literatura enfatizando la necesidad de seguir indagando sobre el uso de la arquitectura empresarial en el entorno de las administraciones públicas ecuatorianas con la finalidad de consolidar futuras líneas de investigación.

**Palabras-clave:** Arquitectura empresarial, framework de arquitectura empresarial, marco de trabajo.

## *Enterprise Architecture as an Opportunity for Continuous Improvement: A Systematic Review*

**Abstract:** This work has a qualitative approach through the systematic review of the most recent articles and theses on business architecture as an opportunity for continuous improvement and the aspects that could define a business architecture framework for public higher education institutions. Its objective is to define the most outstanding appraisals in terms of: Business architecture, architecture frameworks and work frameworks; Therefore, an exhaustive bibliographic review was carried out in the WOS (Web of science), Scopus and Google scholar databases, to later make an observation of the descriptors that are most repeated in the titles of the articles object of this review, demonstrating that within the data obtained,

the most relevant descriptor is found in it of the word “Focus”, which obtained a result of 9 coincidences within the 21 articles analyzed, to finally conclude with the analysis of the most outstanding investigations within the literature emphasizing the need to continue investigating the use of business architecture in the environment of Ecuadorian public administrations in order to consolidate future lines of research.

**Keywords:** Business architecture; enterprise architecture framework; framework.

## 1. Introducción

Arquitectura empresarial (AE) es un mecanismo que impulsa a las empresas a lograr los objetivos estratégicos propuestos por la alta gerencia, mediante la alineación de la estrategia empresarial con sus componentes organizacionales básicos: personas, procesos, tecnología y aplicaciones (González & Lozano, 2020), bajo esta definición se puede agrupar a las instituciones públicas ya que también persiguen objetivos estratégicos definidos por los mandos superiores, haciendo uso de sus componentes organizacionales.

Por su parte Rajadell (2019) definen la expresión mejorar continua como una filosofía gerencial que se caracteriza por entender la gestión de una organización, así como el mantenimiento de los estándares de trabajo, en este sentido, se relaciona la arquitectura empresarial y la mejora continua como el pensamiento orientado al proceso para obtener mejores resultados en algún indicador de rendimiento.

Otra definición orientada a la mejora continua podría expresar a la arquitectura empresarial como una metodología de mejora continua a mediano plazo, que basada en una visión integral, permite mantener actualizada la estructura de información organizacional alineando procesos, datos, aplicaciones e infraestructura tecnológica en cuatro dimensiones: negocios, datos/información, aplicaciones y tecnología (Guerrero, Rojas, Sánchez, & Villamizar, 2016).

Las empresas tienen que manejar la complejidad de su información y la tecnología, y deben mantener activos los sistemas y el ambiente computacional que vienen operando desde años atrás (Arango, Londoño, & Zapata, 2010), desde este punto de vista se debe tener en cuenta los cambios que se pueden ir presentando en cada una de las unidades del negocio, para poder apoyar las operaciones que se realizan en el transcurso de cada día de trabajo.

Según lo recopilado por Chávez & Villar (2020), existen muchos aportes de la arquitectura empresarial como son la capacidad de definir el enfoque organizacional, la utilidad de entender integralmente a la empresa y la visión global del negocio, por lo cual la arquitectura empresarial se convierte en una disciplina imprescindible de negocio. En un punto de vista más actualizado para (Choque & Bayona-Oré, 2020) las empresas se enfrentan a constantes cambios de distinta naturaleza, estos cambios son cada vez más rápidos y exigentes, que implican necesariamente la introducción de mayor innovación tecnológica en la entrega de nuevos productos y servicios.

Para facilitar el desarrollo de arquitectura empresarial se han establecido varios frameworks o modelos de referencia los cuales proporcionan definiciones genéricas de lo que pueden hacer, hay algunos que son más aceptados que otros, aunque diferían en



aspectos y características (Maestre & Nieto, 2017); en consecuencia a esta definición, a la variedad de modelos, a las fortalezas y debilidades que poseen cada uno ellos, se ha extendido la utilización de arquitectura empresarial como parte del crecimiento estratégico de las empresas sean públicas o privadas.

Dentro de las empresas o instituciones públicas los gobiernos han puesto gran interés en las instituciones de educación superior, ya sea en los modelos de gestión académica administrativa así como en los proyectos que desarrollan, en gran parte porque son piezas fundamentales del desarrollo de los pueblos, entes de innovación, ejes de las matrices productivas o precursoras de nuevo conocimiento; en consecuencia a este punto de vista la Arquitectura Empresarial llegaría a convertirse en un aliado estratégico de estas instituciones, ayudando a adaptar los procesos existentes a las tecnologías de información con las que cuentan en la actualidad además de acoplarse rápidamente a posibles cambios que afronten en el futuro.

En este trabajo se realiza una revisión sistemática de los artículos y tesis más recientes sobre arquitectura empresarial como oportunidad de mejora continua ya sea en instituciones públicas o privadas, y de los aspectos que podrían definir a un framework de arquitectura empresarial para universidades, por lo cual el presente artículo lo conforma la parte metodológica que evidencia la recolección de los datos, la sección de resultado donde se extrae observaciones base respecto al tema planteado, y por último el apartado de conclusiones.

## 2. Metodología

El presente trabajo tiene un enfoque cualitativo donde se analiza mediante una revisión sistemática los términos de arquitectura empresarial, frameworks de arquitectura y marcos de trabajo. Tiene como fin definir las apreciaciones más destacadas; cabe indicar que las revisiones sistemáticas deben cumplir algunos puntos considerados fundamentales, esto se lo pretende cumplir tomando en cuenta las declaraciones PRISMA 2020 que fue diseñada en primera instancia para evaluar revisiones sistemáticas referentes a temas de salud pero sin embargo también la podemos utilizar en revisiones sistemáticas que aborden otros temas de estudio como sociales o educativos entre otros (Ciapponi, 2021).

Se determinó los parámetros de revisión haciendo uso de las siguientes preguntas de investigación:

- P1. ¿Cuántas publicaciones que abarquen temas relacionado a la arquitectura empresarial se encuentran en las bases de datos seleccionadas?
- P2. ¿Qué papel cumple la arquitectura empresarial en la mejora continua de las instituciones?
- P3. ¿Qué características podrían definir la utilización de un framework de arquitectura empresarial que ayude a la mejora continua de la gestión académica admirativa y a los proyectos de una institución de educación superior?

Se determinó un periodo de búsqueda de 6 años, considerado del desde el 2016 al 2021, dado a los cambios significativos que ha existido en estos últimos años y al trampolín agigantado en temas de globalización.



Para la investigación se hizo uso de las bases de datos WOS (Web of science), scopus y google scholar. En estas bases de datos se realizó la búsqueda de acuerdo con las palabras claves: Arquitectura empresarial, framework de arquitectura empresarial, ya que estas palabras cubren de manera general el contenido objeto a investigar. En la tabla 1 se presenta el número de resultados obtenidos en cada base de datos.

Fuente	Descriptor	Número de resultados
https://www.scopus.com	Arquitectura empresarial	30
	Framework de arquitectura empresarial	7
https://www.webofscience.com	Arquitectura empresarial	17
	Framework de arquitectura empresarial	2
https://scholar.google.com	Arquitectura empresarial	781
	Framework de arquitectura empresarial	10
<b>Total</b>		<b>847</b>

Tabla 1 – Resultados por palabras clave.

Para aumentar la precisión en la búsqueda se utilizó el operador AND en las palabras claves ([arquitectura AND empresarial] AND [framework]) AND ([arquitectura] AND [empresarial] AND [framework]). Para acotar que en la selección se han determinado los siguientes criterios de exclusión:

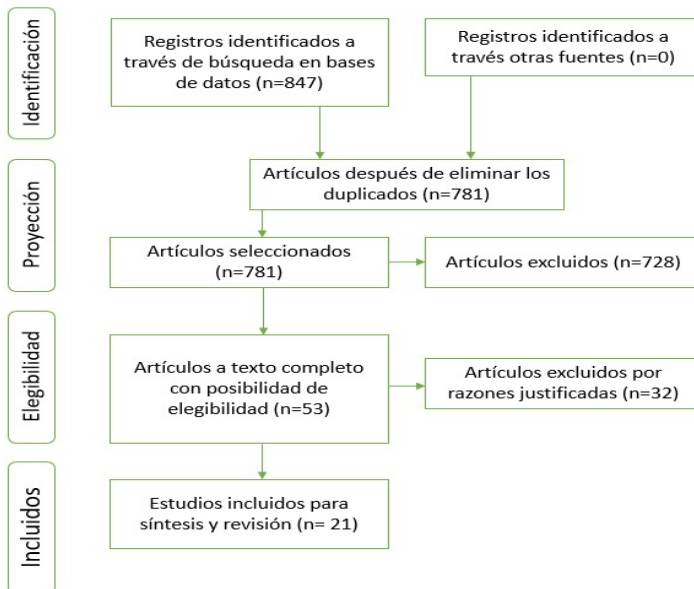


Figura 1 – Criterios de selección de trabajos (PRISMA)

- Trabajos publicados entre el 2016 y 2021
- Estudios cuantitativos.
- Artículos en español e inglés.
- Disponibilidad de texto completo
- Relación con el objeto de estudio, trabajos los cuales contengan uno o más términos relacionados con las preguntas planteadas en esta investigación.

La utilización de estas pautas permitió reducir y descartar los artículos que no contaban con información referente al tema de estudio ni al objeto de esta investigación, especifican los criterios de inclusión y exclusión para la revisión sistemática y como se pueden agrupar los estudios para la síntesis.

### 3. Resultado

Los trabajos tomados en cuenta comprenden las publicaciones realizadas entre el 2016 y el 2021 en donde destacan con mayor número de artículos el año 2017 y el 2020 con un valor de 6 para cada uno respectivamente, el promedio de artículos publicados por año es de 4,2 tomando en cuenta que no se tienen publicaciones referentes al 2021. La figura 2 muestra la cantidad de artículos por año.

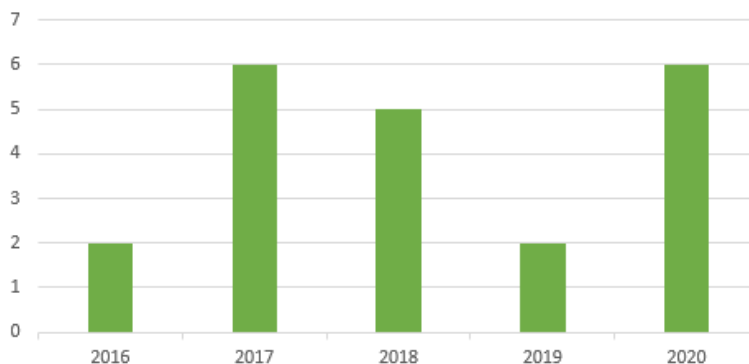


Figura 2 – Cantidad de artículos por año.

Se organizo la Tabla 2: por año, por número de artículos publicados y por autores. Se evidencia que algunos de los autores se determinan a seguir la línea de estudio mostrando que varios de ellos cuentan con más de una publicación en diferentes años e incluso con los mismos coautores de sus primeros trabajos.

Una de las preguntas que se trata de responder en este trabajo son las características que definen la incorporación de arquitectura empresarial como ayuda a la mejora continua, para ello se llevó a cabo un análisis de los descriptores que más se repiten en los títulos de los artículos objeto de esta revisión que se evidencia en la figura 3.

Año	Numero de artículos	Autores
2016	2	(Guerrero, Rojas, Sánchez, & Villamizar, 2016) (Puerta & Giraldo, 2016)
2017	6	(Suárez, Villar, Infante, & Jiménez, 2017) (Sandoval, Galvez, & Moscozo, 2017) (Canabal, Cabarcas, & Lavandero, 2017) (Mallueve, Alfonso, & Lavandero, 2017) (Gualteros, 2017) (Maestre & Nieto, 2017)
2018	5	(Morales, Leal, & González, 2018) (Meriño, Nieto, Moreno, & Hernández, 2018) (Zelaya, Enciso, & Quezada, 2018) (Perez, Ramfis, & Abdoulaye, 2018) (Mallueve, Alfonso, Lavandero, & Ramos, 2018)
2019	2	(Mallueve, Ramos, & Alfonso, 2019) (Moreno & Herrera, 2019)
2020	6	(González, Mallueve, & Alfonso, 2020) (Martinez, Garza, López, & Santos, 2020) (Chávez & Leisis, 2020) (Choque & Bayona-Oré, 2020) (Palacios & Campoverde, 2020) (González & Lozano, 2020)

Tabla 2 – Autores y artículos clasificados por año.

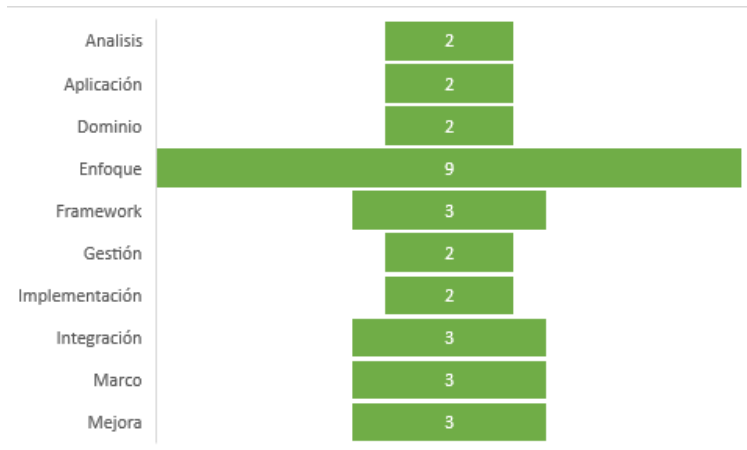


Figura 3 – Descriptores más utilizados.

Enfoque es uno de los descriptores con mayor incidencia, siendo utilizado en 9 de los 21 artículos revisados, esto se puede atribuir al fin en particular que los autores pretender mejorar o estudiar, ya sea en el ámbito de gestión, aplicación o integración los cuales también han sido considerados como descriptores dentro de este análisis.

También se puede evidenciar que los descriptores framework, marco, integración, y mejora constan en tres artículos cada uno y tienen relación entre ellos. Ya que los

frameworks o marcos de arquitectura empresarial ofrecen directrices y guías para desplegar y mejorar el desarrollo de la implementación de estrategias de Arquitectura Empresarial en las instituciones (Sandoval, Galvez, & Moscozo, 2017). Por su parte Gonzáles, Martínez, & Robaina (2020) expresan que la integración de la infraestructura tecnológica entre las aplicaciones y el software son claves para cumplir los proyectos, esto suma a la mejora continua ya que el enfoque de integración ha sido introducido por especialistas del ramo de la dirección estratégica desde su surgimiento hasta la actualidad (Mallueve, Ramos, & Alfonso, Integración del sistema de dirección con enfoque de arquitectura empresarial en una empresa de comunicaciones, 2019).

Las bases de datos utilizadas para la investigación académica en la actualidad son unos de los mejores instrumentos para la actualización del conocimiento, también son consideradas como el principal recurso de ideación para un investigador y son tomadas como recurso de garantía de no estar realizando trabajos ya elaborados (Codina, 2017). Bajo esta apreciación, se toma en cuenta las bases de datos Google Scholar, SCOPUS y WOS. A continuación, en la Figura 4 se muestra el porcentaje de artículos por base de datos; Google Scholar brinda una mayor cantidad de información de acceso menor restringido, SCOPUS y WOS cuenta con menos artículos, pero el punto a destacar es que los trabajos brindados por estas dos bases de datos cuentan con un mayor grado de especialización para los temas de arquitectura empresarial.

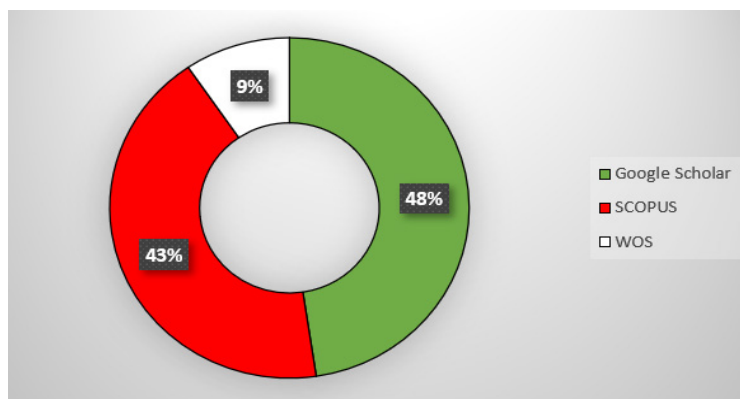


Figura 4 – Porcentaje de artículos por base de datos

¿Qué papel cumple la arquitectura empresarial en la mejora continua de las instituciones?

En su artículo Análisis del modelo de madurez de arquitectura empresarial, los autores Suárez, Villar, Infante, & Jiménez (2017), hablan sobre los modelos de madurez de la arquitectura empresarial, como estos modelos muestran el estado actual de la organización y a su vez dan sugerencias de la forma para mejorar las organizaciones en diferentes aspectos; ellos también consideran que uno de los niveles de madurez comprende la mejora continua de la arquitectura empresarial y el uso de esta para lograr la optimización corporativa.

Dentro de la investigación realizada por Morales, Leal, & González (2018) se aborda a la arquitectura empresarial como elemento en la mejora de los procesos, hacen uso del método histórico – lógico para el análisis de diversos puntos de vista donde detectan a la Arquitectura Empresarial como una de las herramientas que contribuye a la mejora de los procesos haciendo uso de las tecnologías de la información. Por otra parte, los procesos van ligados a la gestión de datos en consecuencia a esta relación la arquitectura empresarial es una práctica de gestión tecnológica que se dedica a mejorar el rendimiento de las empresas, de ahí que les permite verse a sí mismas en términos de una visión global e incorporada a la dirección estratégica. (Zelaya, Enciso, & Quezada, 2018)

¿Qué aspectos organizacionales podrían definir la utilización de un framework de arquitectura empresarial que ayude a la mejora continua de la gestión académica admirativa y a los proyectos de una institución de educación superior?

De acuerdo con lo escrito por Campoverde & Cordero (2019) existe una estrecha relación entre los aspectos estratégicos de las organizaciones y las capacidades operativas de las mismas, que unidas a buenas prácticas permiten enfrentar los desafíos que la transición de nuevas tecnologías puedan representar. Esto lo podemos extrapolar dentro de las instituciones de educación superior ya que en ellas se encuentran aspectos estratégicos como objetivos sean estos estratégicos u operativos, planes de acción académicos y administrativos, cultura institucional, presupuesto y las agendas de control que posean.

Teniendo en cuenta a los frameworks de mayor relevancia como Zachman y TOGAF, Zachman utiliza una estructura lógica para clasificar y organizar aspectos significativos de una organización, por su lado TOGAF siempre pasa de lo general a lo específico teniendo en cuenta cuatro aspectos divididos en arquitectura de negocio, de aplicaciones, de datos y la arquitectura técnica (Luna & Corona, 2019).

Los aspectos tienden a no ser unidades de la descomposición funcional del sistema, sino a ser propiedades que afectan la performance o la semántica de los componentes en forma sistemática, esto es un punto de vista mencionado por (Quezada & Mengual, 2017), considerando esta apreciación los aspectos se podrían dividir en la estrategia, la visión institucional, la información, la infraestructura tecnológica o infraestructura física, el poder de gestión, los procesos que se lleven a cabo y sumado a todo ellos la visión institucional.

#### **4. Conclusiones**

Los trabajos de revisión sistemática son de gran ayuda a la ahora de aterrizar conceptos, recopilar puntos de vista, evaluar y combinar literatura de estudios que abarquen una temática específica. Para el presente trabajo se visibilizo a la Arquitectura Empresarial como oportunidad de mejora continua ya sea desde los requerimientos de instituciones públicas o de los objetivos trazados por las organizaciones privadas en post de tener un estándar alto de competitividad en el mercado.

En cuanto a los frameworks de arquitectura empresarial, se puede decir que son métodos detallados, un conjunto de pasos y procesos que utilizan instrumentos de soporte dentro de las cuales se describen y documentan las directrices arquitectónicas que comúnmente se componen de la situación e imagen actual de la empresa, la visión de un plan para el

futuro y una hoja de ruta de cómo llegar a los objetivos propuestos. Una característica fundamental que podría definir a un framework de arquitectura empresarial y que ayude a la gestión académica administrativa de una institución de educación superior, sería la capacidad de adaptabilidad de sus procesos que conlleven a la facilidad de acoplarse a los cambios que estas instituciones pueden experimentar con el paso del tiempo, en este sentido se determinó la opción de TOGAF es una de las más idóneas porque abarca de manera íntegra la concepción de procesos partiendo de lo general a lo específico.

A partir del análisis de los resultados se ha establecido que la variable de análisis con mayor incidencia ha sido el descriptor “enfoque” siendo el más utilizado dentro de los artículos revisados determinándolo, así como una pieza clave de las características que definen la incorporación de arquitectura empresarial como ayuda a la mejora continua.

Finalmente, se concluye enfatizando la necesidad de seguir indagando sobre el uso de la arquitectura empresarial en el entorno de las administraciones públicas ecuatorianas con la finalidad de consolidar futuras líneas de investigación que contrasten con las bases de análisis planteadas en el presente trabajo.

## Referencias

- Arango, M., Londoño, J., & Zapata, J. (2010). Arquitectura Empresarial - Una Visión General. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, 9(16), 101-111.
- Campoverde, A., & Cordero, D. (2019). Guía de aplicación de arquitectura empresarial orientada a la implementación de MOOC en la Universidad Católica de Cuenca. *Primeros Pasos. Polo del conocimiento*, 4(5), 71-90.
- Canabal, R., Cabarcas, A., & Lavandero, J. (2017). Aplicación de un marco de arquitectura de grupo abierto (TOGAF) a una pequeña empresa (PYME) utilizando aplicaciones colaborativas de Google. *GIMATICA*, 28(4), 85-92.
- Chávez, M., & Villar, L. (2020). Actualización del universo de marcos de trabajo de arquitectura empresarial. Identificación, caracterización, evaluación. *Revistadyo*, 72(584), 5-33.
- Choque, L., & Bayona-Oré, S. (2020). Arquitectura Empresarial: Factores Críticos e implementación. *15th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI)*, 20, 14-37.
- Ciapponi, A. (2021). La declaración PRISMA 2020: una guía actualizada para reportar revisiones sistemáticas. *Evidencia, Actualización en la práctica ambulatoria*, 24(3), 1-4.
- Codina, L. (2017). Estructura y función de las bases de datos académicas. *Grupo DigiDoc*, 1(1), 1-71.
- González, M., Martínez, A., & Robaina, D. (2020). Integración del proceso inversionista con enfoque de arquitectura empresarial en una Universidad. *Ingeniería Industrial*, 41(2), 1-16.

- González, C., & Lozano, J. (2019). Una propuesta para la definición de la arquitectura empresarial. *Dimensión Empresarial*, 18(1), 18-25.
- Gualteros, A. (2017). Modelo de Arquitectura Empresarial para Empresas Innovadoras en el Sector de Telecomunicaciones (TELCO). *Universidad Nacional de Colombia*.
- Guerrero, W. G., Rojas, W. M., Sánchez, M. d., & Villamizar, E. A. (2016). Arquitectura Empresarial - Dominios y Beneficios. *FACE*, 16(1), 87-92.
- Luna, M., & Corona, E. (2019). Arquitectura de negocio: clave para el control de entornos dinámicos en la gestión de una arquitectura empresarial. *Universciencia*, 17(51), 25-32.
- Maestre, G., & Nieto, W. (2017). Gestión de tecnología de información para gobiernos inteligentes: un enfoque de arquitectura empresarial. *Espacios*, 38(42).
- Mallueve, A., Alfonso, D., & Lavandero, J. (2017). Estudio del comportamiento de variables para la integración del sistema de dirección de la empresa con enfoque de arquitectura empresarial. *DYNA*, 84(203), 349-355.
- Mallueve, A., Alfonso, D., Lavandero, J., & Ramos, V. (2018). Modelo de dirección estratégica con enfoque de arquitectura empresarial para la integración del sistema de dirección de la empresa (Deae-isde). *DYNA*, 85(207), 297-305.
- Mallueve, A., Ramos, V., & Alfonso, D. (2019). Integración del sistema de dirección con enfoque de arquitectura empresarial en una empresa de comunicaciones. *Ingeniería Industrial*, 40(1), 67-77.
- Meriño, I., Nieto, W., Moreno, S., & Hernández, Y. (2018). Diseño de un Framework de Arquitectura Empresarial para Instituciones Públicas de Educación Superior. *Risti*, 17, 742-755.
- Morales, D., Leal, L., & González, A. (2018). Consideraciones teóricas para la mejora de los procesos con enfoque Arquitectura Empresarial. *Ciencias de la Información*, 49(3), 18-25.
- Perez, L., Ramfis, M., & Abdoulaye, D. (2018). Framework para la implementación de un proyecto de la Arquitectura de Aplicación del Modelo Arquitectura Empresarial para la Gestión de la Trazabilidad Pecuaría. *Engineering, Science and Technology Conference*, 6, 811-820.
- Puerta, J., & Giraldo, J. (2016). Dominio de Arquitectura Empresarial, Armonizando la. *Revista Información Tecnológica*, 27(6), 19-30.
- Quezada, P., & Mengual, S. (2017). Implementación de una solución web y móvil para la gestión vehicular basada en Arquitectura de Aspectos y metodologías ágiles: Un enfoque educativo de la teoría a la práctica. *Revista Ibérica de Sistemas y Tecnologías de Información*(25), 98-111.
- Rajadell, M. (2019). *Creatividad. Emprendimiento y mejora continua*. Barcelona: Editorial Reverté.

- Sandoval, F., Galvez, V., & Moscozo, O. (2017). Desarrollo de Arquitectura Empresarial usando un Framework con Enfoque Agil. *Enfoque UTE*, 7(1), 135-147.
- Suárez, P., Villar, L., Infante, M., & Jiménez, L. (2017). Análisis del modelo de madurez de arquitectura empresarial. *Revista Cubana de Ingeniería*, 8(3), 9-16.
- Zelaya, E., Enciso, L., & Quezada, P. (2018). Enfoque de arquitectura empresarial en las organizaciones de gestión de datos. *International Journal of Information Systems and Software Engineering for Big Companies*, 5(2), 7-17.



# Monitoreo de Niveles de Polución del Aire con Tecnología de transmisión de Largo Alcance

Juan Carlos Tipán-Alcívar<sup>1,2</sup>, Jorge Párraga-Álava<sup>1</sup>, Jorge Herrera-Tapia<sup>2</sup>

[jtipan3302@utm.edu.ec](mailto:jtipan3302@utm.edu.ec); [juan.tipan@uleam.edu.ec](mailto:juan.tipan@uleam.edu.ec); [jorge.parraga@utm.edu.ec](mailto:jorge.parraga@utm.edu.ec);  
[jorge.herrera@uleam.edu.ec](mailto:jorge.herrera@uleam.edu.ec)

<sup>1</sup> Universidad Técnica de Manabí, Portoviejo, 130105, Manabí, Ecuador.

<sup>2</sup> Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Manta, 130802, Manabí, Ecuador.

**Pages:** 157-170

**Resumen:** La presente investigación se basa en el monitoreo de contaminantes, monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) y variables ambientales como temperatura y humedad, mediante el uso de sensores configurados en una placa Arduino recopilando datos para luego ser procesados, presentando información de manera gráfica a usuarios interesados en medir niveles de contaminación. La transferencia de datos desde el lugar de monitoreo hasta los servidores de la plataforma se utilizó la tecnología de largo alcance como es LoRa. Los resultados demuestran que LoRa garantiza capacidad de transmisión ante presencia de obstáculos en interiores como en exteriores. La distancia recorrida de 511 metros con valores de -101 dBm y -107 dBm, evidencian que LoRa con la aplicación de cualquier SF es factible como sistema de transmisión de monitoreo de polución del aire frente a tecnologías de transmisión inalámbricas tradicionales.

**Palabras-clave:** Contaminación del aire; Arduino Uno; LoRa; SF.

## *Monitoring of Air Pollution Levels with Long Range Transmission Technology*

**Abstract:** This research is based on the monitoring of pollutants, carbon monoxide (CO), carbon dioxide (CO<sub>2</sub>), and environmental variables such as temperature and humidity, through the use of sensors configured on an Arduino board collecting data to later be processed, presenting information graphically to users interested in measuring contamination levels. Long-range technology such as LoRa was used to transfer data from the monitoring site to the platform servers. The results show that LoRa guarantees transmission capacity in the presence of obstacles indoors and outdoors. The distance traveled of 511 meters with values of -101 dBm and -107 dBm, show that LoRa with the application of any SF is feasible as an air pollution monitoring transmission system compared to traditional wireless transmission technologies.

**Keywords:** Air pollution; Arduino Uno; LoRa; SF.

## 1. Introducción

Factor de riesgo para la salud en países desarrollados o en vías de desarrollo es la contaminación del aire, que afecta tanto a ciudades como en zonas rurales logrando ser el responsable de 4,2 millones de defunciones prematuras en todo el mundo, causante de enfermedades cardiovasculares, respiratorias y cáncer (Organización Mundial de la Salud, 2018). Contaminantes como radón (Rn), amoníaco (NH<sub>3</sub>), dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), benceno (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>) así como el material particulado (PM), dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>), dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>) y monóxido de carbono (CO) forman parte dentro de las principales fuentes de contaminación (Kodali, Pathuri, & Rajnarayanan, 2020). La calidad del aire, la contaminación del agua y la contaminación por radiación son factores importantes que plantean verdaderos desafíos al medio ambiente, un adecuado monitoreo de estos factores es necesario para que el mundo pueda lograr un crecimiento sostenible, en los últimos años el monitoreo ambiental se ha convertido en un sistema de monitoreo ambiental inteligente (SEM) en respuesta a los avances del internet de las cosas (IoT) y el desarrollo de sensores modernos (Liberata Ullo & Sinha, 2020). La tabla 1 presenta de manera resumida trabajos de varios autores relacionados con la presente investigación, los cuales permiten tener una rápida comprensión sobre sensores, plataforma IoT empleadas en el proceso de captura de contaminantes y monitoreo de calidad aire

Investigación	Referencia	Sensor	Calibración	Plataforma IoT	Ambiente
<i>A LoRa enabled IoT-based Air Quality Monitoring System for Smart City</i>	(Twahirwa, Mtonga, Ngabo, & Kumaran, 2021)	MQ135 PM	No	No	Interiores
<i>An IoT Enabled Air Quality Monitoring System Using LoRa and LPWAN</i>	(Raghuveera et al., 2021)	DTH22 MQ7 MQ135 PM	No	Ubidots	No específico
<i>LoRa—Pollution and Weather Monitoring System</i>	(Reddy, Suganthi, P. M., & Pavan, 2020)	DTH11 MQ2	No	ThingSpeak	No específico
<i>Evaluation of LoRa-based Air Pollution Monitoring System</i>	(Abd, Husein, Hadi, Rahman, & Dahnail, 2019)	MQ2 MQ7 MQ135	No	No	Interiores, Exteriores
<i>Air pollution monitoring system using LoRa modul as transceiver system</i>	(Rosmiati, Rizal, Susanti, & Alfisyahrin, 2019)	MQ7 MQ135 MQ136	No	No	Exteriores

Tabla 1 – Trabajos relacionados con la investigación

Las investigaciones previas son una muestra de que la mayor parte de estudios para el monitoreo de la contaminación del aire con sensores se han realizado para ambientes en exteriores (outdoor), pero existen pocos estudios que han analizado el monitoreo para ambientes interiores (indoor) utilizando tecnologías de largo alcance, calibración de sensores y uso de una plataforma web que permita el almacenamiento y visualización de datos de manera automática, otra motivación de objeto de estudio del presente artículo es presentar el rendimiento de la modulación LoRa SX1278 de 433 MHz en entornos de clima considerados tropicales (Ahmad, Segaran, Hashim, & Jusoh, 2018). Este artículo se basa en el uso de tecnología LoRa con la implementación de sensores, siendo esta una herramienta tecnológica flexible de bajo costo. A su vez sirve como línea base para sistemas de monitoreo de factores de contaminación ambiental. El artículo está organizado de la siguiente manera: Sección 2 antecedentes teóricos, Sección 3 metodología, Sección 4 resultados, finalizando con la Sección 5 que corresponde a las conclusiones.

## 2. Generalidades de LoRa

### 2.1. Caracterización LoRa

LoRa es una red de área amplia de bajo consumo de potencia (LPWAN) diseñada para optimizar aspectos como el rango de comunicación, vida útil de la batería, admite miles de dispositivos que se dirigen al Internet de las cosas en dominios, como detección, medición y comunicaciones de máquina a máquina (M2M). Alcanza un rango de transmisión sobre 15 km en entornos rurales y más de 2 km en zonas urbanas densas, su ancho de banda oscila entre 250 bps y 50 Kbps en diferentes frecuencias: 169 MHz, 433 MHz y 868 MHz en Europa y 915 MHz en América del Norte (Alvear et al., 2018). Utiliza la corrección de errores hacia adelante (FEC) y una técnica de modulación de espectro ensanchado (CSS), donde la señal resultante es resistente a interferencias de ruido o señales de frecuencia (Ferreira et al., 2020).

### 2.2. Parámetros claves de configuración

**Factor de dispersión (SF):** Utiliza factores de dispersión ortogonales, permitiendo que varios paquetes con diferentes SF transmitan a través del mismo canal al mismo tiempo, implementaciones europeas el SF está entre 7 y 12, para América del Norte entre 7 y 10, afectando el tiempo de transmisión, pero mejora la eficiencia y rendimiento de la red (Yousuf, Rochester, Ousat, & Ghaderi, 2018). Permite adaptar la velocidad de datos y la compensación del rango de transmisión, un SF alto proporciona rango de transmisión más largo y velocidad de datos más baja (Mekki, Bajic, Chaxel, & Meyer, 2018). Factores de dispersión bajos reducen el rango de transmisiones, minimizando ganancia de procesamiento y aumentando la tasa de bits. Cambiar el SF permite a la red aumentar o disminuir la velocidad de datos para cada dispositivo final a costa del alcance (The Things Network, n.d.).

**Ancho de banda (BW):** Ancho de banda del canal utilizado en una transmisión, existen tres BW para LoRa, 125 kHz, 250 kHz y 500 kHz la elección de un BW más alto significa una mayor capacidad de enlace, pero con una menor sensibilidad (Singh, Aliu,

& Kretschmer, 2018). Debido a que afectan modulación y demodulación de paquetes, estos parámetros deben coincidir entre transmisor y receptor (Kim, Lee, & Jeon, 2020)

**Tasa de codificación (CR):** El FEC es el control de la redundancia en una transmisión y su aplicación requiere que incluyan datos de codificación adicionales en cada paquete, la cantidad de datos de codificación está determinada por la tasa de codificación (CR), logrando robustez adicional en presencia de interferencia, las opciones disponibles son 4/5, 4/6, 4/7, 4/8 (Yousuf et al., 2018).

### 3. Metodología

Se ha considerado la siguiente metodología para abordar la investigación la cual está compuesta por cuatro etapas como: 1) Caracterización del entorno, 2) Descripción de equipos, 3) Esquema y configuración de equipos, 4) Pruebas experimentales.

#### 3.1. Caracterización del entorno

El laboratorio de análisis está ubicado en el primer piso alto de la Facultad de Ciencias Agropecuarias y el laboratorio de investigación está ubicado fuera de la Facultad a 224 metros de distancia entre el estadio universitario y la Facultad de Jurisprudencia de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí. También se consideró los exteriores de ULEAM.

#### 3.2. Descripción de equipos

La propuesta de hardware a emplearse representado con un diagrama de bloque entre el Nodo transmisor (Tx) y el Nodo receptor (Rx) Figura 1, el Nodo Rx actuará como Gateway, el detalle de los componentes se detalla a continuación en la Tabla 2.

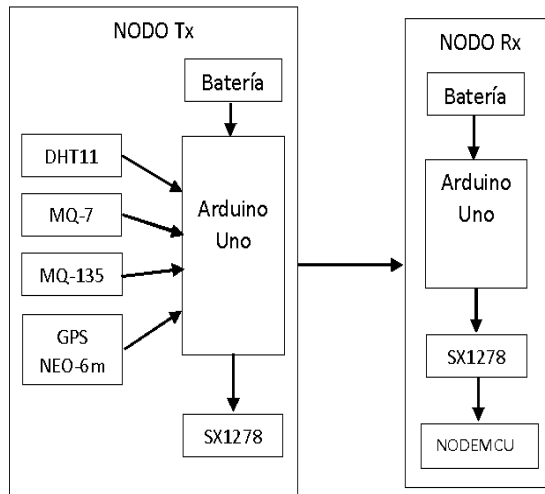


Figura 1 – Diagrama de bloque Tx-Rx

Equipo	Característica
<i>ARDUINO Uno</i>	Placa microcontroladora programable conecta sensores, actuadores o dispositivos, dispone de un IDE, Posee 32 KB de almacenamiento, 2 KB de SRAM y 1 KB de EEPROM (Reddy et al., 2020).
<i>DHT11</i>	Utiliza la técnica de adquisición de señales digitales garantizando una alta confiabilidad y excelente estabilidad a largo plazo, mide estimaciones de humedad de 20-90% humedad relativa (RH) y una temperatura en el alcance de 0-50 °C (Reddy et al., 2020).
<i>MQ-7</i>	Sensor de alta sensibilidad al monóxido de carbono (CO), pero también es sensible al H2, ideal para detectar concentraciones de CO en el aire, puede detectar concentraciones en el rango de 20 a 2000 ppm (Rao Jaladi, Khithani, Pawar, Malvi, & Sahoo, 2017).
<i>MQ-135</i>	Sensor usado por su alta sensibilidad para la detección de NH3, NOx, alcohol, benceno, humo, CO2, y otros gases nocivos. (Raju et al., 2018) equipos controladores de calidad de aire en edificios/oficinas, su rango de detección varía de 10 ppm a 1000 ppm. (Sendra, Garcia-Navas, Romero-Díaz, & Lloret, 2019).
<i>GPS Neo-6m</i>	Receptores GPS autónomos con motores de posicionamiento de alto rendimiento, ideales para dispositivos móviles que funcionan con baterías donde las limitaciones de espacio y costes son factores para considerar (Zohari, Hakimi, Zohari, Bin, & Nazri, 2021).
<i>LoRa SX1278</i>	LoRa SX1278 puede utilizar para transmitir información bidireccional a larga distancia con bajo consumo de energía, no puede enviar audio o video sin embargo a través de esta tecnología, se puede transmitir los valores de los sensores que requiere menos información (Reddy et al., 2020).
<i>NodeMCU</i>	Ofrece una red WiFi completa y autónoma, diseñado para dispositivos electrónicos portátiles, aplicaciones móviles e Internet de las cosas logrando un bajo consumo de energía, presenta características como código abierto, interactivo, programable y de bajo costo (Reddy et al., 2020).

Tabla 2 – Detalle de componentes

El prototipo para el nodo Tx lo conforman A: Módulo LoRa; B: Sensor temperatura (DHT11); C: Antena GPS; D: Sensor monóxido de carbono (MQ-7); E: Sensor dióxido de carbono (MQ-135); F: Modulo GPS (neo 6-m) Figura 2.

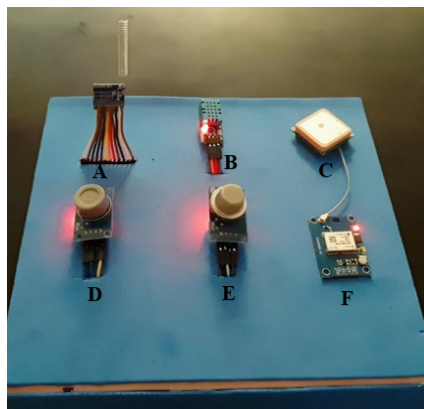


Figura 2 – Prototipo nodo Tx

### 3.3. Esquema y configuración de equipos

Para calibración de sensores MQ se seleccionó el trabajo de los autores (Carrillo-Amado Y. R., Califa-Urquiza M. A., & Ramón-Valencia J. A., 2020), proceso según la hoja técnica del fabricante deberá estar leyendo datos por un plazo no menor a 48 horas. El esquema de comunicación se presenta en la Figura 3, el proceso inicia con los sensores MQ, DTH11 recopilando datos y el módulo NEO 6-m obtiene la ubicación en tiempo real, se establece comunicación con Arduino enviando los datos a través del protocolo de comunicación serial (SPI) al módulo LoRa SX1278, proporcionando que los datos alcancen comunicación de largo alcance. El nodo RX recibe los datos y a través del protocolo SPI, los transfiere al NodeMCU permitiendo el envío de datos hacia la plataforma ThingSpeak.

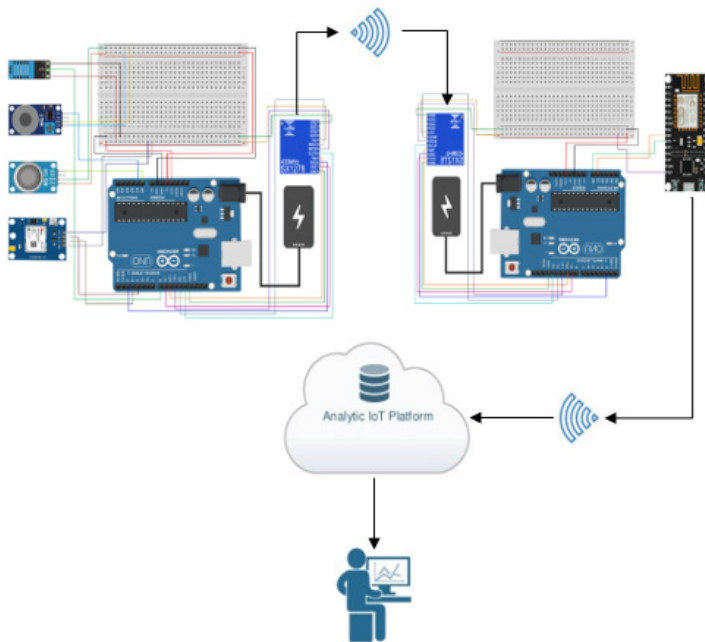


Figura 3 – Esquema de conexión

### 3.4. Pruebas experimentales

Se efectuaron dos tipos evaluaciones, en ambientes internos y externos. En ambientes internos se seleccionó los laboratorios de análisis e investigación, el nodo Tx ejecutó los recorridos y en contraparte el nodo Rx se ubicó en el tercer piso alto con una altura aproximada de 12 metros. Para ambientes externos el nodo Tx realizó un total de cinco recorridos iniciando con la facultad de Ciencias Agropecuarias donde el Nodo Rx se instaló en el tercer piso alto, los puntos finales fueron el Departamento de Internet e



Innovación Tecnológica (DIIT), Departamento de cultura y parqueadero universitario, entrada principal de la Universidad, facultad de Ciencias Administrativas y facultad Ciencias del Mar presentando una línea de vista con presencia de obstáculos como facultades, departamentos y vegetación del entorno Figura 4, las pruebas experimentales se ejecutaron mediante el uso de configuraciones para LoRa SX1278 en parámetros como SF, BW, y CR.



Figura 4 – Esquema de conexión

#### 4. Resultados

Finalizada las pruebas experimentales los resultados obtenidos se presentan a partir de esta sección, la plataforma ThingSpeak permite la monitorización de variables ambientales Figuras 5, 6 y niveles de polución del aire.

Los niveles de temperatura y humedad (figuras 5 y 6) dentro del laboratorio presentan variaciones entre 27 y 29 grados Celsius. La humedad relativa con valores de 61% y 63%. Se evidencia que el laboratorio requiere de una mejor climatización en relación

con la temperatura ya que estos espacios son de ambientes controlados, sin embargo, la humedad se mantiene en niveles aceptables. Es importante manifestar que las variaciones en temperatura y humedad pueden conllevar a la presencia de bacterias, hongos e incluso alergias generando un impacto a la salud.

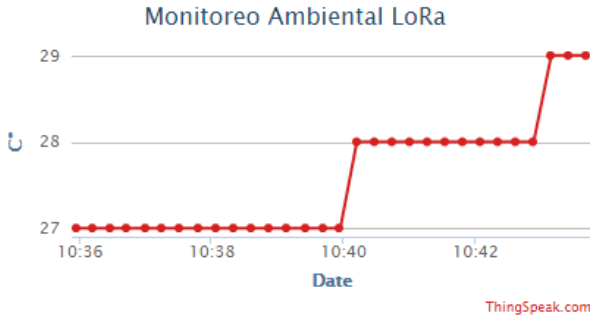


Figura 5 – Temperatura Laboratorio Análisis

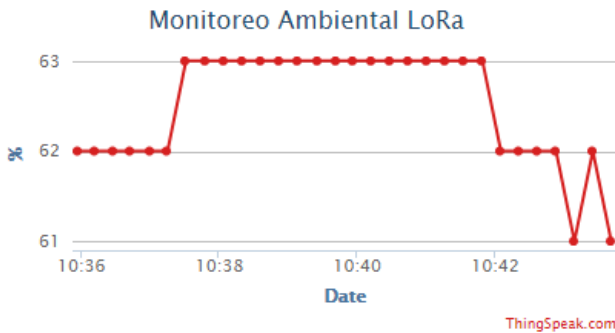


Figura 6 – Porcentaje humedad relativa Laboratorio Análisis

La Figura 7 presenta la concentración de las muestras de CO y CO<sub>2</sub> expresados en el rango de medición partes por millón (ppm). En la Figura 7 A) la muestra uno corresponde a la monitorización de CO y CO<sub>2</sub> sin presencia del personal o estudiantes, para lo cual se obtienen valores 46 y 63 ppm, respectivamente, mientras que la muestra dos presenta el incremento exponencial debido a que la toma de la muestra se la realiza con presencia de personal y estudiantes realizando prácticas con el uso de equipamiento, obteniendo valores de 126 y 146 ppm.



En la Figura 7 B) la muestra uno, CO y CO<sub>2</sub> obtiene valores de 45 y 65 ppm, en contra parte, la muestra dos presenta incremento exponencial con valores de 120 y 140 ppm correspondiente a CO y CO<sub>2</sub>, evidenciando que la presencia de estudiantes, personal, equipamiento genera incrementos en la monitorización de niveles de polución del aire en ambos laboratorios. La Figura 8 evidencia el comportamiento de SF 12 y 7 en el laboratorio de investigación. El uso SF=12 permite llegar con mejor calidad de señal en comparación a SF=7, a pesar de no contar con línea de vista directa de transmisión con el gateway la transmisión se considera aceptable corroborando con la teoría de que un SF=12 permite alcanzar mayor distancia en rango de comunicación.

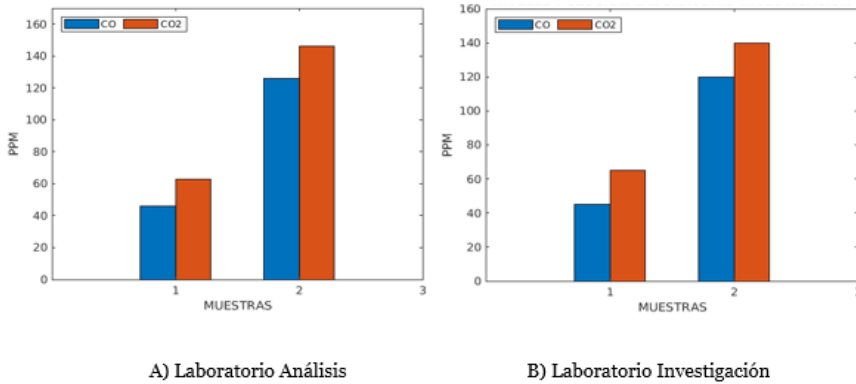


Figura 7 – Niveles Polución Laboratorios

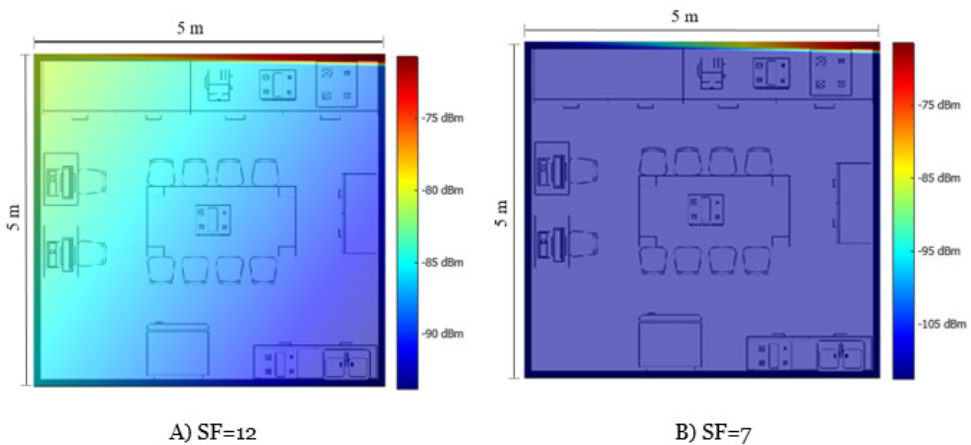


Figura 8 – Mapa de calor Laboratorio Investigación

La Tabla 3 presenta la calidad de la señal (RSSI) en relación con la distancia obtenida en los recorridos externos (metros), como resultado de los recorridos se puede observar, que el uso de SF12 a pesar de tener las mismas distancias para SF7, el primero genera una mejor calidad de cobertura en la transmisión de datos Figura 9.

Distancia (metros)	RSSI SF=12	RSSI SF=7
141	-101	-103
186	-103	-107
433	-100	-107
468	-99	-101
511	-101	-107

Tabla 3 – RSSI recorridos externos

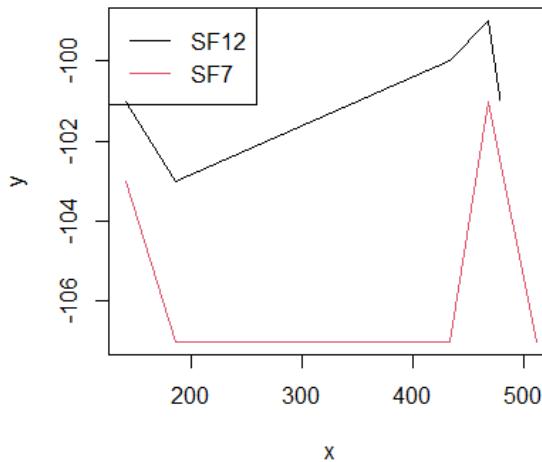


Figura 9 – RSSI recorridos externos

La Figura 10 indica el nivel de cobertura en base al RSSI de los equipos LoRa en los recorridos externos mediante la configuración No.1 (SF=12), a pesar de la presencia de obstáculos como edificaciones y vegetación, se puede observar que existe un nivel de cobertura aceptable. Donde la proximidad del nodo Tx hacia el Gateway genera una mayor ganancia en la señal de transmisión.

La Figura 11 corresponde a los recorridos externos mediante la configuración No.2 (SF=7), a pesar de denotar ligeros cambios en el nivel de cobertura, podemos indicar que dentro del predio universitario el uso de cualquier SF funciona correctamente.



Figura 10 – Mapa de calor recorridos externos con SF12



Figura 11 – Mapa de calor recorridos externos con SF7

Se ejecuta la prueba Kruskal-Wallis con el fin de establecer si existen diferencias o no significativas en las muestras seleccionadas (CO, CO<sub>2</sub> y temperatura), H<sub>0</sub> corresponde a la hipótesis nula mientras que, H<sub>a</sub> como hipótesis alternativa, contemplando un nivel de significancia del 5% (p=0.05). Donde H<sub>0</sub> (Hipótesis nula) corresponde a que las

distribuciones de todas las muestras son iguales, mientras que  $H_1$  (Hipótesis alternativa) corresponde a que las distribuciones de una o más muestras no son iguales. Para el laboratorio de análisis se obtiene el valor de 372.587 con  $p=0.000$ , indicando que las muestras presentan diferentes distribuciones. De igual forma para el laboratorio de investigación el valor 377.575 con el correspondiente valor de  $p=0.000$ , razón por la cual la hipótesis nula es rechazada a favor de la hipótesis alternativa para ambos laboratorios.

La aplicación de la prueba de Kruskal Wallis con los resultados obtenidos corrobora que las muestras presentan variaciones o diferencias significativas para ambos laboratorios. A pesar de pertenecer a una misma población las diferencias podrían estar enmarcadas por el uso de equipamiento, reactivos y la presencia del personal en los laboratorios, como se lo pudo evidenciar en los resultados de la monitorización con el incremento exponencial en los niveles de CO y CO<sub>2</sub>.

## 5. Conclusiones

El despliegue de una red de sensores utilizando LoRa es factible, tanto para interiores como exteriores, esto se ha demostrado con las pruebas realizadas en base al RSSI con la manipulación de SF, BW y CR, mostrando el área de cobertura de esta tecnología de largo alcance.

Las pruebas experimentales en ambientes interiores como en exteriores evidencian que el uso LoRa mediante la aplicación de cualquier SF es factible como sistema de transmisión de monitoreo de polución del aire frente a tecnologías de transmisión inalámbricas tradicionales.

La capacidad de LoRa para que su señal se propague en condiciones sin línea de vista directa de comunicación sumado a las condiciones del terreno y obstáculos se considera a LoRa como una tecnología confiable y prometedora para aplicaciones en el ámbito de IoT.

El esquema desarrollado permite la detección y registro de niveles de contaminantes considerados peligrosos para la salud cuya exposición a altos niveles deriva en enfermedades de tipo respiratoria, cáncer e incluso la muerte.

## Referencias

- Abd, N., Husein, A., Hadi, A., Rahman, A., & Dahnil, D. P. (2019). Evaluation of LoRa-based Air Pollution Monitoring System. In *IJACSA) International Journal of Advanced Computer Science and Applications* (Vol. 10).
- Ahmad, K. A., Segaran, J. D., Hashim, F. R., & Jusoh, M. T. (2018). LoRa propagation at 433 MHz in tropical climate environment. *Journal of Fundamental and Applied Sciences*, 9(3S), 384. <https://doi.org/10.4314/JFAS.V9I3S.31>
- Alvear, Ó., Herrera-Tapia, J., Calafate, C. T., Hernández-Orallo, E., Cano, J. C., & Manzoni, P. (2018). Assessing the Impact of Mobility on LoRa Communications. *Lecture Notes of the Institute for Computer Sciences, Social- Informatics and Telecommunications Engineering, LNICST*, 242, 75–81. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-93797-7\\_10](https://doi.org/10.1007/978-3-319-93797-7_10)

- Carrillo-Amado Y. R., Califa-Urquiza M. A., & Ramón-Valencia J. A. (2020). Calibration and standardization of air quality measurements using MQ sensors. *Respuestas*, 25(1), 70–77. <https://doi.org/10.22463/0122820x.2408>
- Ferreira, A. E., Ortiz, F. M., Costa, L. H. M. K., Foubert, B., Amadou, I., & Mitton, N. (2020). A study of the LoRa signal propagation in forest, urban, and suburban environments. *Annales Des Telecommunications/Annals of Telecommunications*, 75(7–8), 333–351. <https://doi.org/10.1007/s12243-020-00789-w>
- Kim, S., Lee, H., & Jeon, S. (2020). *An Adaptive Spreading Factor Selection Scheme for a Single Channel LoRa Modem*. <https://doi.org/10.3390/s20041008>
- Kodali, R. K., Pathuri, S., & Rajnarayanan, S. C. (2020). Smart indoor air pollution monitoring station. *2020 International Conference on Computer Communication and Informatics, ICCCI 2020*. <https://doi.org/10.1109/ICCCI48352.2020.9104080>
- Liberata Ullo, S., & Sinha, G. R. (2020). *Advances in Smart Environment Monitoring Systems Using IoT and Sensors*. <https://doi.org/10.3390/s20113113>
- Mekki, K., Bajic, E., Chaxel, F., & Meyer, F. (2018). Overview of Cellular LPWAN Technologies for IoT Deployment: Sigfox, LoRaWAN, and NB-IoT. *2018 IEEE International Conference on Pervasive Computing and Communications Workshops, PerCom Workshops 2018*, 197–202. <https://doi.org/10.1109/PERCOMW.2018.8480255>
- Organizacion Mundial de la Salud. (2018). Calidad del aire ambiente (exterior) y salud.
- Raghuveera, E., Kanakaraja, P., Kishore, K. H., Tanvi Sriya, C., Durga Prasad, B., & Sai Krishna Teja Lalith, B. (2021). An IoT Enabled Air Quality Monitoring System Using LoRa and LPWAN. *Proceedings - 5th International Conference on Computing Methodologies and Communication, ICCMC 2021*, 453–459. <https://doi.org/10.1109/ICCMC51019.2021.9418440>
- Rao Jaladi, A., Khithani, K., Pawar, P., Malvi, K., & Sahoo, G. (2017). Environmental Monitoring Using Wireless Sensor Networks(WSN) based on IOT. *International Research Journal of Engineering and Technology*.
- Reddy, Y. A. K. ., Suganthi, K. . K., P. M., K. A. A. ., & Pavan, K. S. (2020). LoRa–Pollution and Weather Monitoring System. In *In Artificial Intelligence and Evolutionary Computations in Engineering Systems* (pp. 377–387). Singapur: Springer.
- Rosmiati, M., Rizal, M. F., Susanti, F., & Alfisyahrin, G. F. (2019). Air pollution monitoring system using LoRa modul as transceiver system. *Telkomnika (Telecommunication Computing Electronics and Control)*, 17(2), 586–592. <https://doi.org/10.12928/TELKOMNIKA.V17I2.11760>
- Sendra, S., Garcia-Navas, J. L., Romero-Diaz, P., & Lloret, J. (2019). Collaborative LoRa-based sensor network for pollution monitoring in smart cities. *2019 4th International Conference on Fog and Mobile Edge Computing, FMEC 2019*, 318–323. <https://doi.org/10.1109/FMEC.2019.8795321>

Singh, D., Aliu, O. G., & Kretschmer, M. (2018). LoRaWAN Evaluation for IoT Communication. *International Conference on Advances in Computing, Communications and Informatics (ICACCI)*, 163–171.

The Things Network. (n.d.). Spreading Factors | The Things Network.

Twahirwa, E., Mtonga, K., Ngabo, D., & Kumaran, S. (2021). A LoRa enabled IoT-based Air Quality Monitoring System for Smart City. *2021 IEEE World AI IoT Congress, AIIoT 2021*, 379–385. <https://doi.org/10.1109/AIIoT52608.2021.9454232>

Yousuf, A. M., Rochester, E. M., Ousat, B., & Ghaderi, M. (2018). *Throughput, Coverage and Scalability of LoRa LPWAN for Internet of Things*.

Zohari, M. H., Hakimi, M., Zohari, B., Bin, M. F., & Nazri, M. (2021). GPS Based Vehicle Tracking System Article in. *International Journal of Scientific & Technology Research*.

# Diseño de redes para Instituciones Académicas con criterios de QoS

Erick José Alcívar Villamarín<sup>1,2</sup>, Jorge Herrera-Tapia<sup>1</sup>, Marely del Rosario Cruz Felipe<sup>2</sup>

[erick.alcivar@uleam.edu.ec](mailto:erick.alcivar@uleam.edu.ec); [jorge.herrera@uleam.edu.ec](mailto:jorge.herrera@uleam.edu.ec); [marely.cruz@utm.edu.ec](mailto:marely.cruz@utm.edu.ec)

<sup>1</sup> Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, 130213, Manta, Ecuador.

<sup>2</sup> Universidad Técnica de Manabí, 130716, Portoviejo, Ecuador.

**Pages:** 170-183

**Resumen:** Las universidades y centros de educación superior, debido a su estructura funcional se han convertido en lugares donde se pueden encontrar diferentes topologías y tecnologías de redes de comunicación. Lo que demanda una gestión armonizada de la infraestructura, no solo en la atención a los problemas comunes de los usuarios, sino en el rendimiento de la red de transmisión de datos. El objetivo de esta investigación es proponer un diseño topológico con enlaces redundantes y eficientes que mejoren el rendimiento, basado en QoS (Calidad de Servicio), para redes que tienen una estructura heterogénea desde la perspectiva de crecimiento. Se analizan diferentes mecanismos de QoS en una red del campus simulada en Opnet Modeler, para verificar que mecanismo funciona mejor, obteniéndose como resultado que el mecanismo Weighted Fair Queuing (WFQ) es el más indicado.

**Palabras-clave:** Calidad de Servicios, Redes LAN, Redes WLAN, métricas de calidad de servicios, Técnicas de calidad de servicio.

## *Academic network design with QoS criteria*

**Abstract:** Universities and higher education centers, due to their functional structure, have become places where different topologies and technologies of communication networks can be found. What demands a harmonized management of the infrastructure, not only in the attention to the common problems of the users, but in the performance of the data transmission network. The objective of this research is to propose a topological design with redundant and efficient links that improve performance, based on QoS (Quality of Service), for networks that have a heterogeneous structure from the perspective of growth. Different QoS mechanisms are analyzed in a simulated campus network in Opnet Modeler, to verify which mechanism works best, obtaining as a result that the Weighted Fair Queueing (WFQ) mechanism is the most indicated.

**Keywords:** Quality of Services, LAN Networks, WLAN Networks, service quality metrics, Service quality techniques.



## 1. Introducción

El despliegue de Internet a nivel mundial ha marcado un hito, no solo desde el enfoque social que esta red significa, sino en la evolución de dispositivos de interconexión, de enrutamiento, tecnologías de acceso al medio, protocolos; yendo desde simple concentradores hasta sofisticados dispositivos que funcionan de manera inteligente y con una determinada independencia de la gestión humana, garantizando disponibilidad, mayor ancho de banda, escalabilidad, seguridad y confiabilidad.

Internet no solo ha crecido de manera horizontal, logrando una mayor cobertura geográfica de acuerdo con su demanda, sino que también ha crecido verticalmente ofreciendo un sinnúmero de aplicaciones, las mismas que están asociadas a servicios, que requieren determinadas exigencias para su buen funcionamiento. Considerando esta situación se han creado mecanismos que ofrecen Calidad de Servicios, que permiten priorizar la asignación de recursos de acuerdo las especificaciones técnicas y “brinda un nivel de servicio más eficiente al diferenciar el tráfico en el interior de una LAN ya sea web, correo, Voz IP o cualquier otro servicio, lo que proporciona un nivel mayor de eficiencia, para los usuarios a los cuales va dirigido” (Laurencio, E. D., Gómez, R. M., Felipe, M. D. R. C., y Diaz, 2013)

Así como Internet creció, las redes corporativas también crecieron para que los usuarios puedan tener acceso a esta, en algunos casos este crecimiento no estaba planificado, sino que era reactivo, es decir la red crecía conforme iban apareciendo necesidades en la organización, y mucho más si se trata de organizaciones de servicio público como son las universidades estatales, donde lo usuarios de la red tienen diferentes intereses, desde el uso de aplicaciones corporativas, hasta aplicaciones de ocio que consumen recursos valiosos cuando acceden a los medios de transmisión de datos.

Bajo estas consideraciones se propone este estudio, tomando como caso de estudio a la red de datos de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí (ULEAM). La misma que es una red completamente funcional, para brindar los en la cual se analizará su estado actual, y se propondrá un nuevo diseño basado en QoS, en donde “a lo largo del tiempo se han desarrollado diversas herramientas de estimación de parámetros relacionados con la QoS, como son el ancho de banda, el retardo o la tasa de pérdida de paquetes” (Navajas et al., 2005), que permita un mejoramiento en la oferta y priorización de servicios tecnológicos, así como disponibilidad y escalabilidad.

Esta investigación está organizada de la siguiente manera, la Sección 2 contiene trabajos o artículos relacionados con esta investigación y base teórica, la Sección 3 trata sobre la metodología utilizada, en la Sección 4 se analizan los resultados y evaluaciones obtenidas, y en la Sección 5 se presentan las conclusiones.

## 2. Trabajos Relacionados

La Calidad de Servicio apareció como una alternativa de mejora en la oferta de servicio en redes, ha llamado la atención de muchos investigadores, los mismos que han propuesto mejoras desde las redes alámbricas como a las inalámbricas, como es el caso de (Vijay & Malarkodi, 2016), donde los autores realizaron un análisis al estándar IEEE 802.11e, para mejorar la Calidad de Servicio en Redes de Área Local Inalámbricas (WLAN).



Similar estudio realizó la investigadora (Cruz, 2013), donde se realiza un análisis de QoS aplicado a redes inalámbricas, concluyendo que QoS es necesaria aplicarla en redes inalámbricas teniendo en cuenta que en redes MESH no aplica QoS y en redes WIFI se garantiza QoS a nivel MAC y en redes WiMAX a nivel de protocolo 802.11. “La calidad de servicio se ha convertido en un factor muy importante dentro de los servicios convergentes actuales. De esta manera es posible trabajar sobre una plataforma de red cableada, inalámbrica o móvil, dándole soporte de funcionamiento adecuado a servicios emergentes, como voz, video o datos” (Murazzo et al., 2013).

La investigación que realizaron (S. Zhu, Z. Sun, Y. Lu, L. Zhang, 2019) sobre la transmisión de medios de transmisión por secuencia con parámetros estrictos de calidad de servicios como el retardo máximo y la fluctuación de retardo y que la solución existente solo considera un indicador de parámetro único en los parámetros de rendimiento, como el ancho de banda, el retraso y la utilización del enlace, y no mide de manera integral el flujo de datos en la red. No es posible medir de manera integral la relación entre los atributos comerciales y los parámetros de QoS, concluyendo que el modelo propuesto de asignación de recursos de QoS con múltiples restricciones basado en el cálculo de la red y el algoritmo de enrutamiento de QoS centralizado con múltiples restricciones basado en la SDN tienen un buen rendimiento.

Los resultados obtenidos en el siguiente artículo QoS en Redes de Área Local (Laurencio, E. D., Gómez, R. M., Felipe, M. D. R. C., y Diaz, 2013), describen los parámetros de Calidad de Servicios que se pueden aplicar en una Red de Área Local (LAN). En este artículo “Se describen los estándares utilizados para la priorización de las tramas Ethernet en Redes de Área Local y muestra la utilidad del campo tipo de servicio ubicado en la cabecera del datagrama IP.” (Laurencio, E. D., Gómez, R. M., Felipe, M. D. R. C., y Diaz, 2013)

En el trabajo (Fuenmayor-Rivadeneira, 2013), se analizó el estado del arte del estudio de Calidad de Servicio para tráfico crítico en redes de área local inalámbricas que utilizan el protocolo IEEE 802.11g. concluyendo existen muchos vacíos en la caracterización del tráfico de las redes Wifi en el ámbito empresarial y gubernamental, lo que a generado una gran demanda de los canales de acceso y por ende un desafío en los avances de IEEE 802.1q.

En este artículo los autores (N. Varyani, 2020) analizaron las redes superpuestas y el paradigma que estas tienen al ser definidas por software (SDN) para permitir un enrutamiento centralizado y eficiente, concluyendo que el algoritmo de enrutamiento QROUTE supera otros esquemas de enrutamiento de QoS de última generación en tiempo de cálculo e rutas, tamaño de tablas de reenvío y cumplimiento de los requisitos de QoS de varias aplicaciones.

En el estudio que realizaron (W. Hwang, T. Tai, B. Pan, n.d.) se analizó un nuevo algoritmo de gestión de calidad de servicio para redes domésticas y concluyó mediante estudios analíticos y experimentos realizados en una red LAN que el algoritmo propuesto proporciona gestión de QoS con una sobrecarga computacional baja.

### 3. Metodología

Para realizar este estudio se utilizó la investigación experimental con su respectivo soporte documental para identificar variables e indicadores del tema que se está

estudiando junto a sus componentes. La metodología utilizada fue la Top-Down, a continuación, se indican las fases de esta.

Fase 1: Análisis de requerimientos

Fase 2: Desarrollo del diseño lógico y físico

Fase 3: Probar, optimizar y documentar el diseño de red, esta última fase se la realizará mediante una simulación en el programa OPNET Modeler versión 14.5

Fase 4: Validación de resultados

Las métricas con las cuales se analizará el comportamiento de la QoS en redes de Área Local son los siguientes: i) Latencia: Tiempo entre el envío de un mensaje por parte del equipo transmisor y la recepción del mensaje por parte del equipo receptor. ii) Pérdida de paquetes: El porcentaje de paquetes que no llegan a su destino mide la pérdida de paquetes de la red. iii) Ancho de banda: Una medida de la capacidad de transmisión de datos, expresada generalmente en Kilobits por segundo (kbps) o en Megabits por segundo (Mbps).

Las métricas que se consideraron para verificar y analizar las mejoras de la red son: Latencia, Pérdida de paquetes y ancho de banda. Con tiempos de simulación de aproximadamente 3 horas en cada escenario, repitiéndose estas algunas veces para constatar los resultados obtenidos. Cabe recalcar que en las simulaciones echas en los distintos escenarios no se aplicó balanceo de carga.

### **3.1. Fase 1: Análisis de requerimientos**

En esta fase se analiza la red actual con la que se cuenta y se conoce los requerimientos para el nuevo diseño, así como también las características del tráfico en la red.

#### **3.1.1. Análisis de la red existente**

La red interna de la universidad está basada en una topología de estrella, con varios routers y switches de marca Cisco y MikroTik. En esta red existen aproximadamente 8000 ordenadores que están establecidos mediante grupos de trabajo a través de VLAN (Red de Área Local Virtual) y a su vez pertenecen a switch de capa 2 y capa 3 que utilizan el mecanismo de Gestión de Cola. Los enlaces que existen para la comunicación con las facultades es de fibra óptica e internamente se utilizan cables de par trenzado.

En la Figura 1 se presenta un esquema físico de la red de la ULEAM, indicando algunos dispositivos de esta red.

#### **3.1.2. Identificación de problemas de la red actual**

- Existe una limitación en la topología existente (estrella), ya que al no haber redundancia (topología en malla) en la red, no se garantiza un flujo normal de la información en caso de que haya averías, ya sea por eventos naturales o causados.
- La capacidad del hardware de los dispositivos de enrutamiento suele llegar a su límite cuando existe mucho tráfico.

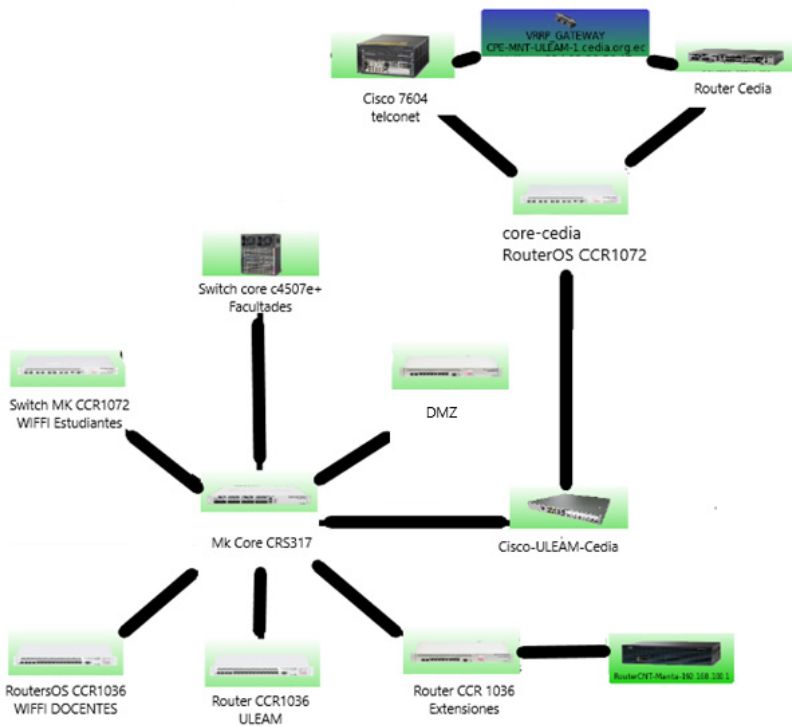


Figura 1 – Red actual de la ULEAM

- En los equipos de conmutación de datos se utiliza un mecanismo de QoS denominado *Atención a Cola*, que por su hardware lo pueden soportar y los que no soportan solo se emplea ruteo.

### 3.1.3. Red propuesta para el campus ULEAM

La red que se propone para mejorar la redundancia y calidad de servicio en el campus ULEAM estará basada en una topología en malla, considerándose 8 nodos con sus respectivos enlaces que garantizará redundancia tal como se muestra en la Figura 2. Las especificaciones técnicas de los equipos de conmutación deberán soportar algoritmos de calidad de servicio.

## 3.2. FASE 2: Diseño lógico y físico

En esta fase se procede a detallar la propuesta de diseño de red, que garantice la calidad de servicio y disponibilidad de la red.

### 3.2.1. Propuesta de diseño de la red

Para el rediseño de la red se considera tres segmentos redundantes, siendo estos desde el backbone, además de enlaces secundarios entre las facultades y al interior de estas.

Para implementar la nueva estructura topológica de la red se deberán realizar tendidos de fibra óptica para conectar los diferentes puntos a considerar.

El segmento principal o también conocido backbone estará conformado por los siguientes equipos:

- Router Cisco 7604 (puesto por CEDIA)
- Mikrotik 1072 (segundomplementar equipo) gestión de la ip publica asignada.
- Mikrotik 1036 (tercer equipo) este equipo se encarga de gestionar las redes de cada edificio y las extensiones (estas están conectadas por un túnel de CNT).
- Mikrotik 1072 (cuarto equipo) este equipo se encarga de gestionar las redes inalámbricas.
- Mikrotik 1009 Para la DMZ tiene una red aislada (posible cambio por un cisco), la prioridad les da a las aplicaciones tipo servicio.
- El Switch Core c4507e+ no hace QoS, solo hace de troncal al Mikrotik 1072 conectados a un ancho de banda de 20gb.

En la Figura 2 se presenta un esquema de la red propuesta, la cual constará con un enlace mallado y doblemente enlazado para aplicar redundancia y mejorar el tráfico de la red.

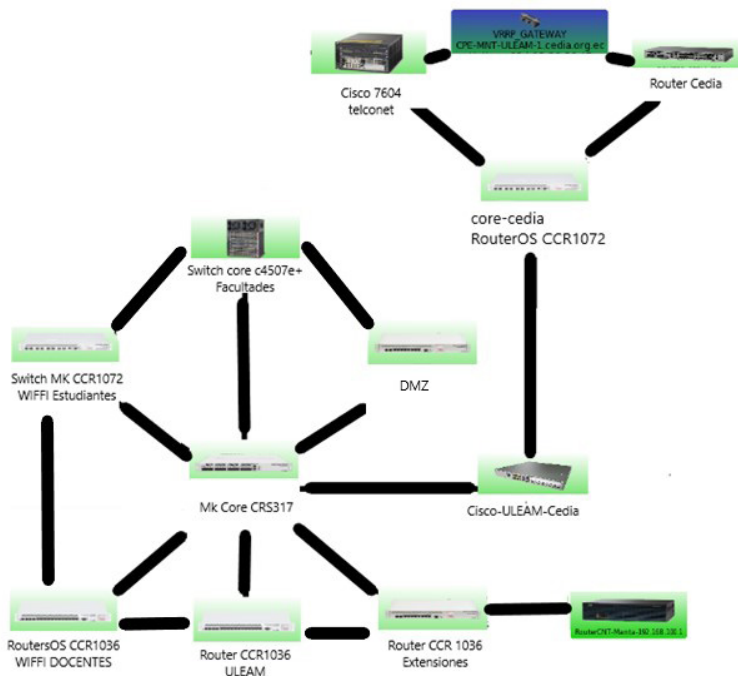


Figura 2 – Segmento principal de la nueva red (topología en malla)

En esta red se realizará una simulación en donde se aplicará encolamiento de paquetes utilizando técnicas como FIFO, PQ, CQ y WFQ. Las métricas a considerar son: latencia,

tasa de transferencia efectiva y pérdida de paquetes, las mismas que serán productos de simulaciones.

La ventaja de trabajar con Opnet Modeler es que es un simulador de software libre en la versión 14,5 y permite la creación de varios proyectos que a su vez se puede simular variedades de escenarios dentro de cada proyecto. Entre sus principales características se puede mencionar gran operatividad, solución a problemas de aplicación, planificación y diseños de redes, protocolos, validación de arquitecturas de hardware, aplicación de diferentes tráfico de redes de telecomunicación y evaluación de sistemas de software complejos.

### **3.2.2. Técnicas de QoS, métodos de administración de la congestión**

Una buena administración de la congestión en QoS depende mucho de la estrategia que se aplique al encolamiento de los paquetes, el problema aparece cuando la demanda de ancho de banda excede el máximo que se aplica en la red, para evitar esta saturación del ancho de banda se debe dar prioridad a ciertos paquetes, para mejorar el flujo y llevar un control del tráfico de entrada a la red. Existen distintos tipos de encolamiento entre los más destacados tenemos:

- FIFO (First in First out)
- CQ (Custom Queuing)
- PQ (Priority Queuing)
- WFQ (Weighted Fair Queuing)

## **3.3. FASE 3: Evaluación de la red actual y de la red propuesta**

### **3.3.1. Simulación de la red actual del campus ULEAM.**

En el simulador OPNET Modeler se diseñó la red actual del campus, considerándose las características actuales de la misma, como por ejemplo los enlaces principales, secundarios e internos.

Se procedió a crear varios escenarios con los distintos algoritmos de QoS, como son FIFO, WFQ, PQ y CQ, realizándose un análisis comparativo de latencia, pérdida de paquetes y la tasa de transferencia efectiva, a continuación, se listan los escenarios:

1. Red actual.
2. Red actual con QoS FIFO.
3. Red actual con QoS PQ.
4. Red actual con QoS CQ.
5. Red actual con QoS WFQ.
6. Red propuesta con mallado
7. Red propuesta con mallado y con QoS FIFO.
8. Red propuesta con mallado y con QoS PQ.
9. Red propuesta con mallado y con QoS CQ.
10. Red propuesta con mallado y con QoS WFQ.

En la Figura 3 se puede apreciar el diseño de la red actual implementada en Opnet.

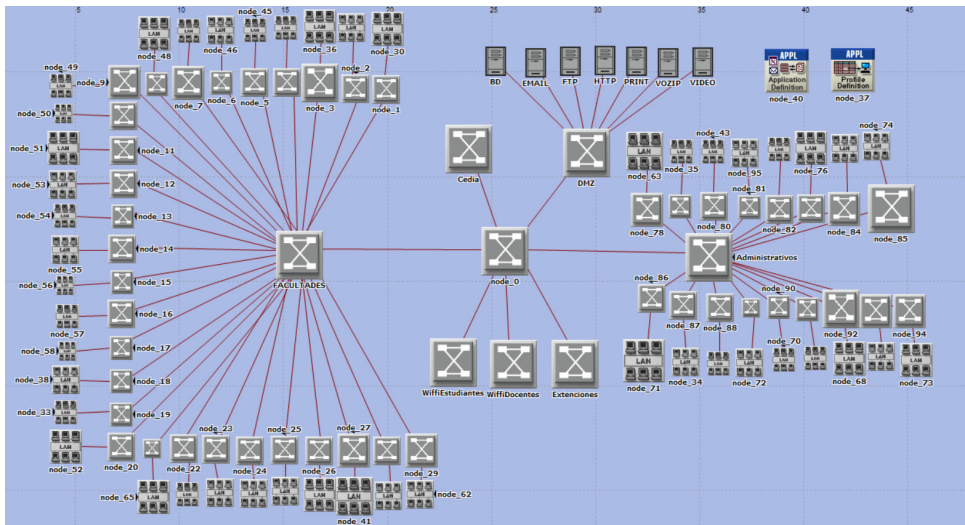


Figura 3 – Red actual del campus ULEAM, implementada en Opnet.

### 3.3.2. Simulación de la red propuesta para el campus ULEAM

En la Figura 4 se puede apreciar la red propuesta, la misma que esta diseñada en tres segmentos: principal, departamentos y facultades. En esta red se aplicó redundancia de los enlaces y calidad de servicio, se utilizó el protocolo OSPF para el enrutamiento. En esta simulación se aplicó mecanismos de encolamiento.

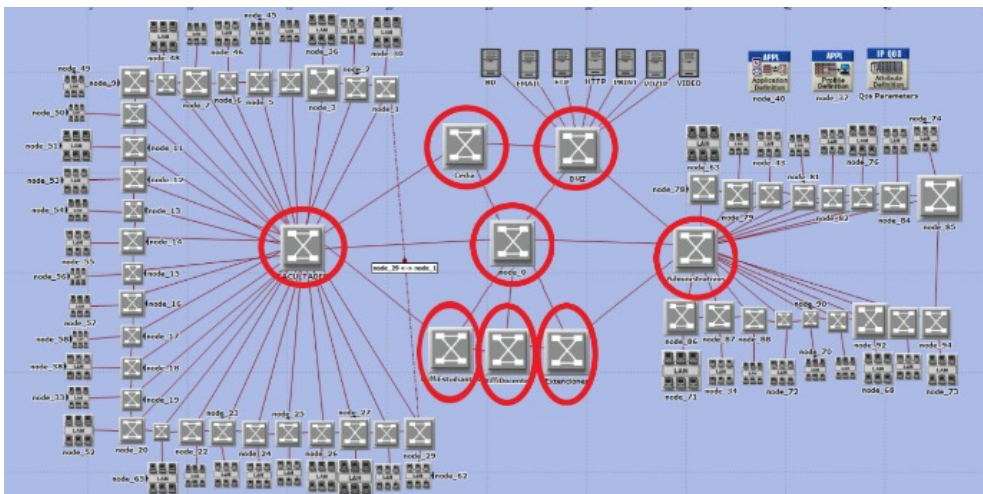


Figura 4 – Red propuesta para el campus ULEAM, modelada en Opnet.



### 3.4.FASE 4: Validación de resultados

En esta fase se procede a explicar los resultados de esta investigación. Primero se realizará las diferentes pruebas en los escenarios creados para poder realizar un análisis estadístico en base a las métricas propuestas en la investigación. Esta fase está detallada en la siguiente Sección.

## 4. Resultados y evaluación

Se analizaron los diferentes escenarios listados anteriormente, para verificar las ventajas y desventajas entre estos, en lo que se refiere a latencia, pérdida de paquete y la Tasa de Transferencia Efectiva dentro de la red.

### 4.1. Latencia aplicando mecanismo de atención de cola

En la Figura 5 apreciamos los resultados de los escenarios de la red actual, los mismos que están expresados tanto en el eje vertical como en el eje horizontal en función del tiempo. Cabe recalcar que por default la red actual trabajara siempre en FIFO razón por la cual no se aprecia ninguna diferencia. En estos escenarios se aplicó los distintos mecanismos de cola, en donde apreciamos claramente que el escenario actual sin QoS y el escenario en donde se aplicó el método FIFO no representa mejora alguna con picos de retardo de 3.6 segundos aproximadamente, presentando los mismos resultados. Al analizar el modelo PQ presenta una leve disminución del retardo, y con el método WFQ es más efectivo que PQ, pero al examinar los resultados del método CQ se nota una total mejora del retardo, dejando una línea casi constante por menos de 0.2 segundos, siendo el método CQ el más eficiente.

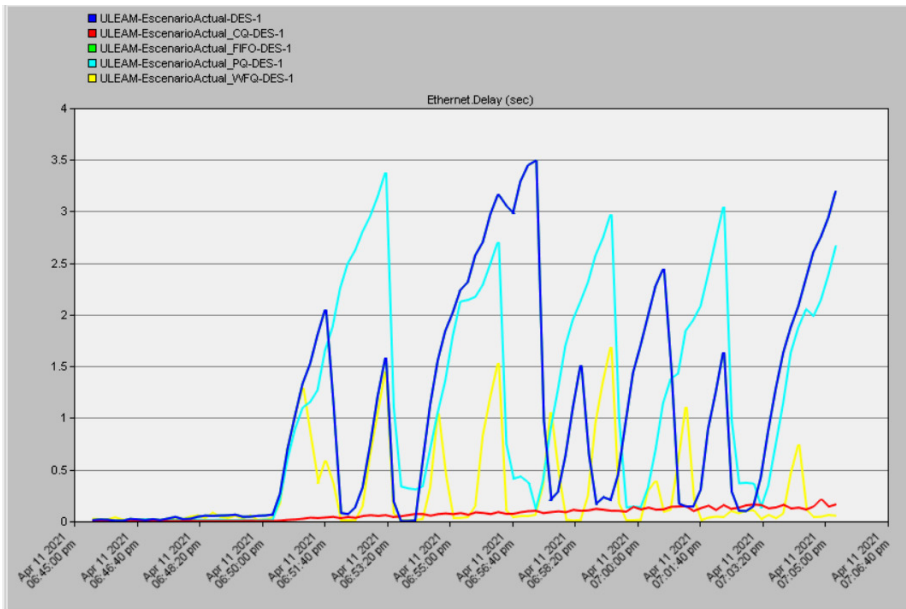


Figura 5 – Latencia de los Mecanismos de Atención de Cola de la red actual.

En la Figura 6, se presentan los resultados de los escenarios de red, donde se implementó la redundancia de enlaces, los mismos que están expresados tanto en el eje vertical, como en el eje horizontal en función del tiempo. En estos escenarios se aplicó los distintos mecanismos de cola, donde se aprecia claramente que el escenario con redundancia sin QoS y el escenario en donde se aplicó el método FIFO no representa mejora alguna, presentan los mismos resultados sin presentar mejoras en cuanto a la latencia de la red, al analizar el modelo CQ presenta una leve disminución del retardo, con el método PQ mejora aún más que el método CQ, pero al observar los resultados del método WFQ se puede distinguir una mejora del retardo, dejando una línea más constante por menos 0.12 segundos, siendo el método WFQ el más eficiente.

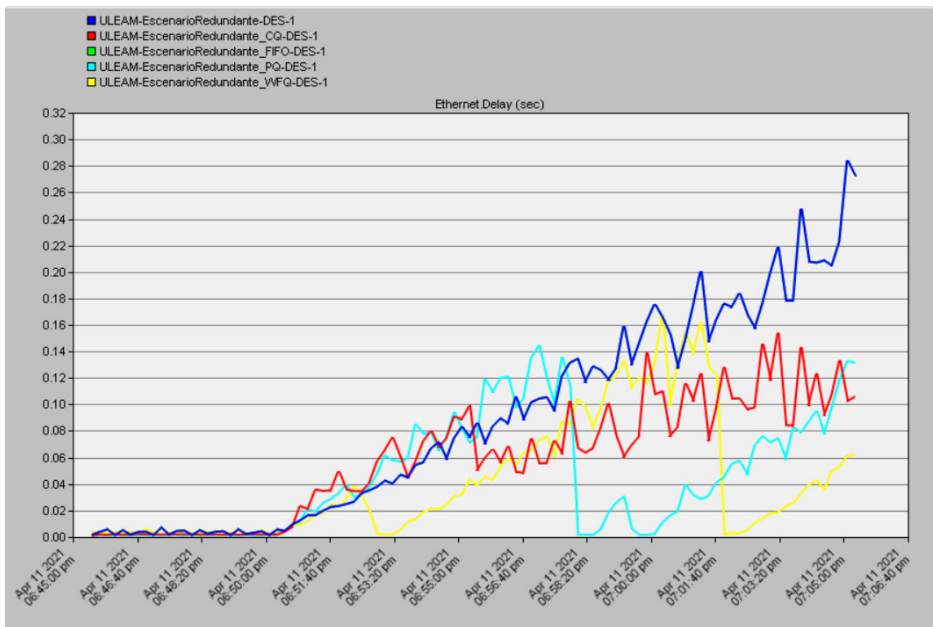


Figura 6 – Resultados de Latencia de los mecanismos de Atención de Cola de la red redundante.

Al analizar la latencia con y sin mecanismos de encolamiento, se puede evidenciar el mejoramiento de la red con topología en malla a través de los enlaces redundantes. La simulación se la realizó por un lapso de 20 min (tiempo real), el tiempo en simular estaba en un rango de 3 a 6 horas, donde se procesaba cerca de 4 mil millones de eventos en la red.

#### 4.2. Pérdida de paquetes aplicando mecanismo de atención de cola

En la Figura 7 se puede observar que la pérdida de paquetes tiende a cero, resultado que es aceptable en cualquiera de los escenarios creados, debido a que las redes que se simulan por lo general cuentan con equipamiento o hardware en óptimas condiciones, no existe software o hardware defectuosos y el cableado entre equipos es óptimo, por tal motivo la pérdida de paquetes tiene una probabilidad de error mínima.



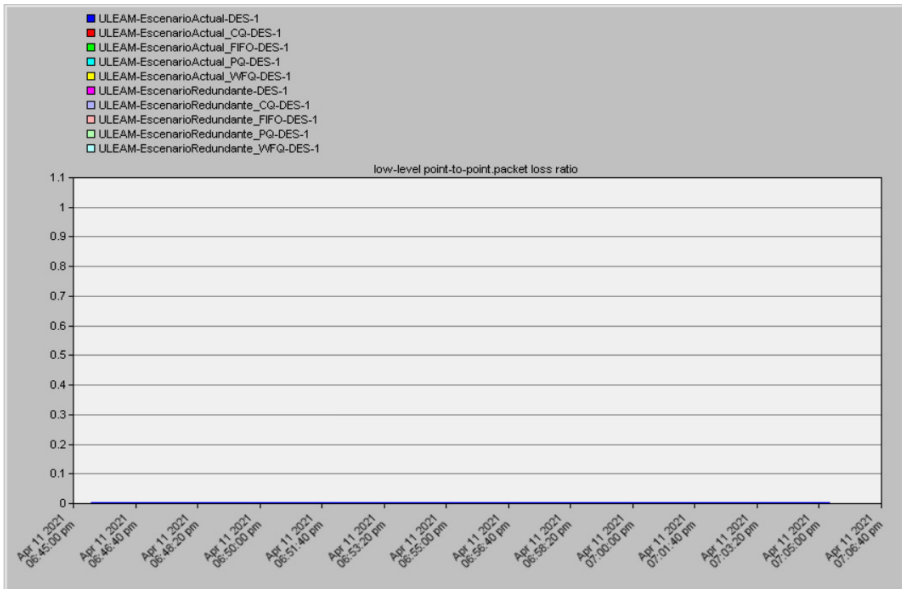


Figura 7 – Resultados de la simulación de Pérdida de Paquetes de los escenarios de la red actual y red propuesta

### 4.3.Tasa de Transferencia Efectiva aplicando mecanismos de atención de cola

En la Figura 8, se presentan los resultados de la Tasa de Transferencia Efectiva en los escenarios de la red actual, los mismos que están expresados en el eje vertical la cantidad de paquetes que se transmiten y en el eje horizontal en función del tiempo. Donde se observa que el modelo CQ es el que mejor utiliza el ancho de banda y es el que más estable se mantiene, los otros escenarios de calidad de servicio presentan una menor utilización del ancho de banda como el caso de CQ con mayor estabilidad en cuanto a la gráfica se refiere. La red propuesta y el mecanismo FIFO tienen buenos valores de utilización de ancho de banda, seguidos por los mecanismos CQ y WFQ con los valores más bajos de utilización.

En la Figura 9, se puede apreciar los resultados de la Tasa de Transferencia Efectiva en los escenarios de la red propuesta, los mismos que están expresados en el eje vertical la cantidad de paquetes que se transmiten y en el eje horizontal en función del tiempo. Donde se observa que el modelo CQ es el que mejor utiliza el ancho de banda en información útil y el que más estable se mantiene, los otros escenarios de calidad de servicio presentan una menor utilización del ancho de banda como el caso de la Red sin QoS con mayor estabilidad en cuanto a la gráfica se refiere. La red propuesta y FIFO tienen los valores más bajos en cuanto a utilización de ancho de banda, en cambio los mecanismos PQ con los valores altos de utilización, seguido de WFQ que representa el segundo mecanismo con mejor utilización de ancho de banda.

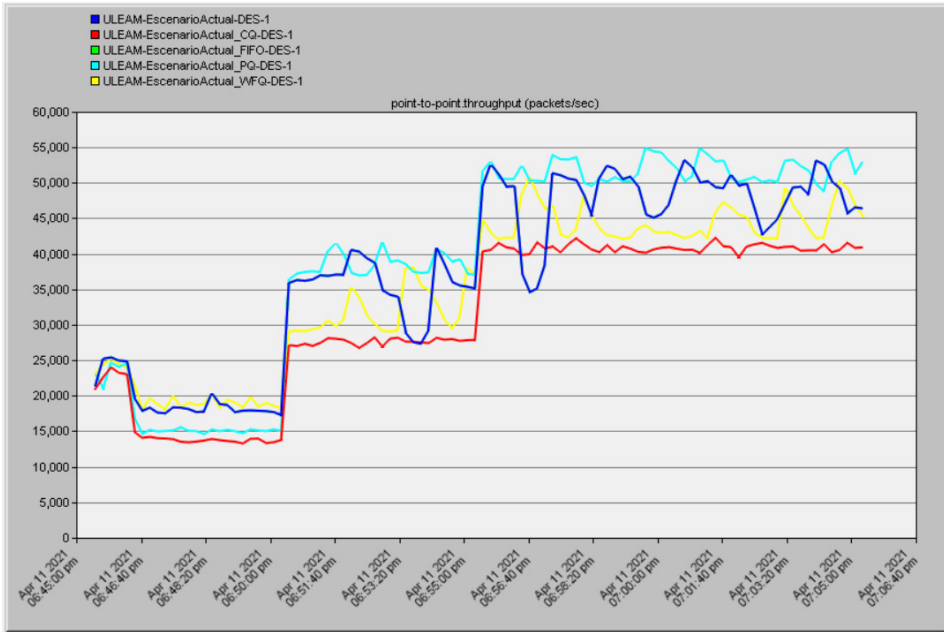


Figura 8 – Simulación de la Tasa de Transferencia Efectiva de los mecanismos de Atención de Cola en la red actual

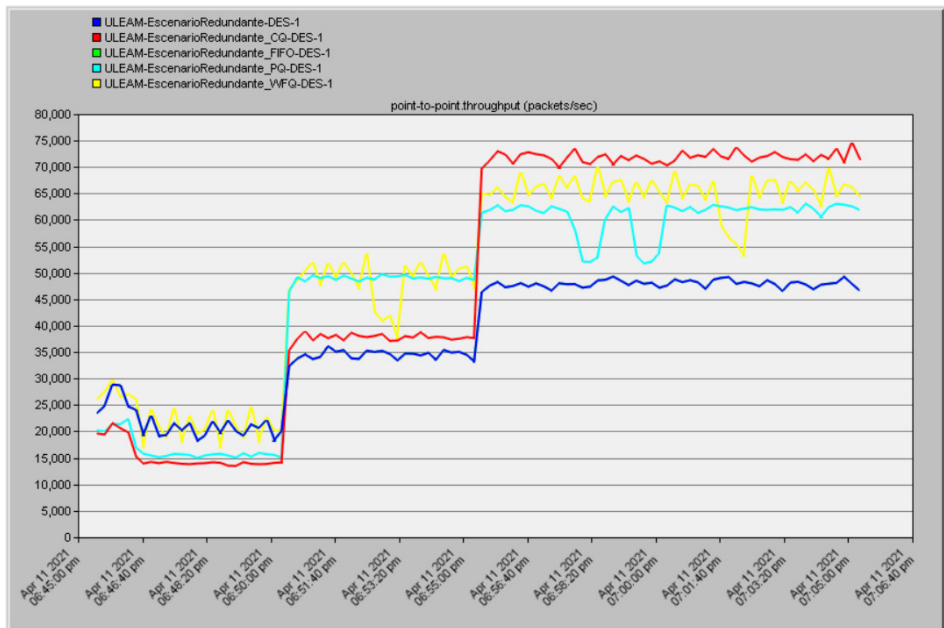


Figura 9 – Resultados de la simulación de la Tasa de Transferencia Efectiva de los mecanismos de Atención de Cola de la red propuesta

Al analizar la Tasa de Transferencia Efectiva con y sin mecanismos de encolamiento, se puede evidenciar el mejoramiento de la red mallada a través de los enlaces redundantes.

## 5. Conclusiones

Una vez realizada la investigación se llegaron a las siguientes conclusiones:

En el análisis de la red actual y la red propuesta, aplicando calidad de servicio, el mecanismo que se utilizó fue Atención-de-Cola, obteniendo como resultado favorable que el Algoritmo CQ es el más eficiente en cuanto a latencia. En lo que se refiere a la Tasa de Transferencia Efectiva, el Algoritmo WFQ presenta la mayor estabilidad, seguido del Algoritmo CQ. En lo que respecta a Pérdida de Paquete es mínimo el margen de error ya que se está trabajando en una red simulada donde los equipos y enlaces funcionan de manera óptima.

La implementación de enlaces redundante en la red propuesta presenta una mejora de aproximadamente de un 70% de su rendimiento en comparación con la red actual. Con la nueva red hay mejores prestaciones en cuanto latencia y Tasa de Transferencia Efectiva ya que los resultados son más estables y con mayor prestación.

## Referencias

- Cruz, M. (2013). Análisis de la QoS en redes inalámbricas. *Revista Cubana de Ciencias Informáticas*, 7(1), 86–96.
- Fuenmayor-Rivadeneira, G. B. (2013). Modelo de Calidad de Servicio a Nivel de Enlace de Datos para Tráfico de Misión Crítica sobre Redes IEEE 802.11g en Modo Infraestructura. *TecnoLógicas*, 437. <https://doi.org/10.22430/22565337.358>
- Laurencio, E. D., Gómez, R. M., Felipe, M. D. R. C., y Diaz, P. M. P. (2013). QoS en redes de área local. *Revista Digital Sociedad de La Información*, 10.
- Murazzo, M., Rodriguez, N., Vergara, R., Carrizo, F., Gonzalez, F., & Grosso, E. (2013). Administración de QoS en ambientes de redes de servicios convergentes. *XV Workshop de Investigadores En Ciencias De La Computacion*, 53–57.
- N. Varyani, Z. Z. and D. D. (2020). QROUTE: An Efficient Quality of Service (QoS) Routing Scheme for Software-Defined Overlay Networks. *IEEE Access*, 8. <https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=9096304&isnumber=8948470>
- Navajas, J. F., Antonio, E., Navarro, V., Carlos, J., Cuerda, I., Ruiz, I. M., Carlos, J., Bello, B., Byron, E. A., Luna, C. M. De, & España, Z. (2005). *Evaluación de QoS en accesos a Internet para aplicaciones Multimedia (EQoSIM)*.
- opnetprojects. (n.d.). *OPNET NETWORK SIMULATOR*. <https://opnetprojects.com/opnet-network-simulator/>
- S. Zhu, Z. Sun, Y. Lu, L. Zhang, Y. W. and G. M. (2019). Centralized QoS Routing Using Network Calculus for SDN-Based Streaming Media Networks. *EEE Access*, 7. <https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=8847422&isnumber=8600701>

- Vijay, B. T., & Malarkodi, B. (2016). Improved QoS in WLAN Using IEEE 802.11e. *Procedia Computer Science*, 89, 17–26. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2016.06.004>
- W. Hwang, T. Tai, B. Pan, T. L. and Y. J. (n.d.). An Intelligent QoS Algorithm for Home Networks. *EEE Communications Letters*, 23. <https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=8633966&isnumber=8685247>

# Aplicación De Análisis Envoltante De Datos En Red Para La Determinación De La Eficiencia Productiva En Una Planta De Distribución De Hidrocarburos Líquidos

Adolfo Jorge Prado Ventocilla<sup>1</sup>, Richard Aguilar Paredes<sup>1</sup>,  
Edwin Jorge Montes Eskenazy<sup>2</sup>

**c16555@utp.edu.pe; c18969@utp.edu.pe; emontes@uni.pe**

<sup>1</sup> Universidad Tecnológica del Perú (UTP), Lima, Perú.

<sup>2</sup> Universidad Nacional de Ingeniería (UNI), Lima, Perú.

**Pages: 184-198**

**Resumen:** El objetivo de esta investigación es determinar la eficiencia productiva relativa entre las unidades de negocio de una empresa del sector de Almacenamiento y Distribución de hidrocarburos líquidos, conformada por ocho plantas localizadas a lo largo de la región costa y sierra central del Perú, las cuales se encuentran diferenciadas tanto por restricción de recursos como por su ubicación geográfica. Este enfoque plantea diferentes escenarios respecto de las dependencias de las unidades y diferentes esquemas de rendimiento a escala de las mismas. Se utilizó para el efecto el método de optimización no paramétrico Análisis Envoltante de Datos en sus variantes Clásico y en Red centralizado, orientado a la entrada, para rendimientos constantes a escala (CRS) y rendimientos variables a escala (VRS). La comparación de los resultados obtenidos permitirá elegir el modelo de evaluación que mejor se adecua a este tipo de organizaciones.

**Palabras-clave:** Análisis envoltante de datos en red (DEA Network); Plantas de abastecimiento de combustibles líquidos; Rendimientos variables a escala (VRS).

## *Application of Network Data Envelopment Analysis for the Determination of Productive Efficiency in a Liquid Hydrocarbons Distribution Plant*

**Abstract:** The objective of this research is to determine the relative productive efficiency between the business units of a company in the Storage and Distribution of liquid hydrocarbons sector, made up of eight plants located along the coast and central highlands of Peru, the which are differentiated both by resource restriction and by their geographic location. This approach raises different scenarios regarding the dependencies of the units and different performance schemes at the scale of the units. The non-parametric optimization method Data Envelopment Analysis was used for this purpose in its Classic and centralized Network variants, oriented to the input, for constant returns to scale (CRS) and variable returns to scale (VRS).

Comparison of the results obtained will allow choosing the evaluation model that best suits this type of organization.

**Keywords:** Data Envelope Network Analysis (DEA Network); Liquid fuel supply plants; Variable returns to scale (VRS).

## 1. Introducción

Uno de los retos principales de las organizaciones técnicas es elevar el grado de eficiencia y productividad de las diversas obras, proyectos o unidades de negocio que la conforman. Uno de los métodos importantes para evaluar la eficiencia relativa de las unidades tomadoras de decisiones (DMU – por sus siglas en inglés) es el Análisis Envolvente de Datos (DEA por sus siglas en inglés). No obstante, el método DEA Clásico no es muy aplicable en el caso que existan interdependencias entre las DMU's, al no considerar las estructuras internas de las mismas, por lo que en estos casos se ha considerado utilizar una variante del mismo, el DEA Network (Zhu, 2019).

En los modelos DEA, el rendimiento a escala es un indicador de la tecnología de producción, entendiéndose como tal la forma en la que se combinan los factores productivos (entradas) para generar los productos/servicios (salidas). De esta manera, se tienen las siguientes tipologías con respecto a los rendimientos a escala:

- Rendimientos constantes a escala (CRS por sus siglas en inglés).
- Rendimientos variables a escala (VRS por sus siglas en inglés).

Metodológicamente DEA afronta el caso CRS con el modelo CCR (por las siglas de los autores del mismo) y el caso VRS con el modelo BCC (por las siglas de los autores del mismo).

En el caso de los modelos VRS, se han encontrado DMU's con rendimiento de escala creciente y decrecientes en el mismo sector (Huang, Wu & Wang, 2020). En nuestro caso, se va a realizar un trabajo de investigación sobre una empresa que brinda servicios de Almacenamiento y Distribución de combustibles líquidos, los mismos que son concesionados por el estado por un periodo de quince años, la misma que cuenta con ocho unidades de negocio (plantas de distribución de hidrocarburos líquidos) a lo largo del país y no tiene referencias plausibles en el mercado, adicionalmente la operativa de las mismas determina una interdependencia de algunas plantas al existir transferencias de producto (diésel y gasolinas). Debido a estas interdependencias entre algunas plantas se planteó la aplicación de una variante del DEA clásico: el DEA Network (Zhu, 2019) centralizado, desarrollando por tanto modelos que permitan identificar las eficiencias de cada planta involucrada.

El enfoque inicial de este trabajo de investigación planteaba la evaluación de rendimientos constantes a escala (CRS) para las diferentes plantas, por lo cual se utilizó en última instancia el modelo DEA Network CCR. Sin embargo, este enfoque se amplió incorporando rendimientos variables a escala para las diferentes plantas, por lo cual se utilizará adicionalmente el modelo DEA Network BCC, permitiendo realizar como parte de la gestión de las medidas de desempeño, un análisis comparativo entre los dos modelos.

## 2. Estado del Arte

Recientemente se han presentado estudios en los cuales se plantea la aplicación del modelo DEA BCC basado en el principio de cálculo de la red neuronal (en contraposición al DEA BCC tradicional, el cual presenta resultados inviábiles en el escenario de rendimientos a escala variables) para analizar la eficiencia de la inversión en servicios de educación pública básica en China (Han, & Han, 2021), por otra parte, también se ha propuesto la utilización del modelo DEA BCC para la evaluación de la eficiencia energética del tránsito ferroviario urbano en algunas líneas del metro de Beijing para encontrar factores que influyen en la eficiencia energética de los sistemas urbanos para ayudar a las empresas a reducir el consumo de energía y los costos de operación, planteando de esta manera sugerencias sobre cómo mejorar la eficiencia energética del sistema de tránsito ferroviario urbano (Xiao, Zhong, Wang, Zhang & Wu, 2020).

Un estudio bastante interesante realizado en Italia, propone un método de apoyo a la toma de decisiones basado en la DEA para ayudar a los profesionales de la gestión de la seguridad vial urbana a identificar oportunidades de mejora en la seguridad en una red de carreteras urbanas (identificar aquellas carreteras donde las necesidades de mejorar la seguridad son mayores por ejemplo), con ese propósito realizan un estudio comparativo entre los modelos DEA CCR y DEA BCC, cuyos resultados permiten identificar el modelo que parece más adecuado para ser utilizado como herramienta de apoyo a las decisiones para la gestión de la seguridad vial urbana al permitir la definición de listas de intervenciones prioritarias específicas (Fancello, Carta & Serra, 2020).

Con respecto a la aplicación de DEA en la cadena de suministro y cadena de suministro verde, que es el campo donde centramos nuestro trabajo de investigación y en donde la evaluación de la eficiencia tiene un significado muy importante para proporcionar decisiones operativas, tenemos un estudio que considera una estructura en serie de dos etapas con la generación de productos intermedios, en la cual se plantean los enfoques CCR y BBC en red (Sha, Zhen, Cui & Guo, 2015) y la ponderación de los mismos en un análisis basado en la programación de objetivos para analizar los efectos conjuntos de la ecoeficiencia y la ecoinnovación, considerando los insumos no deseados, productos intermedios, y los resultados en el contexto de big data (Kiani, Farzipoor & Goh, 2019), también se ha utilizado el enfoque en red para la evaluación de la eficiencia de la logística en el comercio internacional, identificando el grado de eficiencia o ineficiencia de la red logística del comercio exterior (exportaciones), de 17 países que conforman la región de la Cuenca del Pacífico (Torres, 2018), y en la evaluación de puertos (Elsayed & Shabaan, 2017; Park, Lee & Low, 2020; Lirn, Nguyen, 2020), como en la industria de la aviación (Zhu, 2011). Por otra parte, se ha utilizado el modelo DEA BCC en conjunto con los modelos neuro difusos ANFIS-PSA y ANFIS-GA (redes neuronales y lógica difusa) para evaluar y predecir el comportamiento de los proveedores como parte de la gestión de la cadena de suministro en las farmacéuticas (Khaldi, El Afia, & Chiheb, 2019).

## 3. Método

Esta es una investigación de tipo evaluativa. Para el desarrollo de esta investigación se partió de un análisis racional que permitió definir las variables de entrada y salida para la

aplicación de variantes de la técnica DEA, asimismo se realizó un análisis empírico, que fue sustentado con la información generada por cada terminal, apoyada en las variantes de la técnica en mención, lo que posibilitó el cálculo de las diferentes eficiencias. Para lo anterior se partió de la información primaria aportada por las diferentes plantas objeto de estudio, seguidamente se procedió a analizar las plantas en función de su información.

En este punto detallaremos la caracterización que se realizó a la organización para el análisis, en base a la cual definimos:

- Tipo de Metodología DEA a emplear.
- Variables de entrada, intermedias y de salida representativas.

### **3.1. Caracterización de la organización candidato**

Para validar a la organización modelo, susceptible de efectuar un benchmarking, se evaluó las siguientes consideraciones:

- Empresa conformada con un número de sub-unidades de negocio mayor a 2 y que sea suficiente para validar los datos. La cantidad de DMU's debe constituir un grupo suficientemente amplio para no limitar la capacidad discriminatoria del análisis, condición que se encuentra relacionada con la dimensión del modelo.
- Ubicación geográfica variada.
- Las unidades deben ser suficientemente homogéneas entre sí para que se puedan comparar (ejemplo: el tipo de negocio), pero suficientemente heterogéneas para que se pueda extraer información de esa comparación (ejemplo: la variación de los recursos empleados) [5].
- Las unidades también deben tener responsabilidad en la gestión de los recursos para la producción lo que implica capacidad para gestionar los recursos de que disponen.

Con los parámetros anteriores se escogió la empresa a la que denominaremos Consorcio Logístico, por tener un número variado de sub-unidades de negocio con reparto relativamente eficiente de recursos, ubicación geográfica variada, y sobre todo con resultados de operación plausibles de ser mejorados.

### **3.2. Descripción de la organización analizada**

Consorcio Logístico, ofrece a sus clientes los servicios de almacenamiento y despacho de productos líquidos. Una característica importante de la empresa es su régimen de operación de libre acceso, lo que quiere decir que los servicios que brinda pueden ser contratados por cualquier empresa que cuente con las autorizaciones correspondientes.

Las unidades de negocio que conforman Consorcio Logístico se distribuyen geográficamente de la siguiente manera: 03 en la costa norte (N1, N2, y N3); 02 en la costa central (C1 y C2); 01 en la costa sur (S1); y 02 en la sierra sur (S2 y S3).

Por la naturaleza del mercado en que participa, la empresa no tiene capacidad de influir en la demanda de sus servicios, por lo que debe lidiar con la minimización de sus recursos de entrada. Adicionalmente la operativa de las DMU's determina una interdependencia de algunas plantas al existir transferencias de producto, por ejemplo,



las transferencias de diésel y gasolina de la planta S1 a la S2, configurando un esquema en serie con variables intermedias, como se registran en algunos estudios (Zhu, Miao & Pu, 2021) y (Chen & Zhu, 2019) o algunas variantes en las variables intermedias y de salida (Aviles-Sacoto, Imanirad & Zhu, 2015), o en las ponderaciones (Gharakhani et al, 2018) y con retroalimentación (Faramarzi, Tavassoli, & Farzipoor, 2014).

### **3.3. Método DEA utilizado**

Dado que Consorcio Logístico no puede influir en las variables de salida (demanda independiente del accionar de la empresa), la mejor metodología a aplicar es: DEA con Orientación a la Entrada. Adicionalmente se desarrollarán modelos asumiendo la independencia operativa de las plantas, para lo cual se elige el método DEA clásico. Por otra parte, considerando las interdependencias de algunas plantas y las equivalencias correspondientes entre los métodos DEA Network evaluados, se elige desarrollar modelos DEA Network centralizado, por las características de cooperativismo entre las plantas indicadas de Consorcio Logístico.

Finalmente, para cada uno de los modelos desarrollados se evaluarán los esquemas de Rendimientos Constantes a Escala (CRS por sus siglas en inglés), el mismo que se desarrollará con el método DEA CCR y el esquema de Rendimientos Variables a Escala (VRS) el mismo que se desarrollará con el método DEA BCC.

Los modelos fueron desarrollados usando rutinas en java aplicando una versión personalizada del método simplex de la M grande.

#### ***Variables de Entrada / Intermedias/Salida de la empresa analizada***

Para medir la eficiencia relativa de las ocho unidades de negocio que conforman Consorcio Logístico, queda ahora por definir las variables más representativas a evaluar.

En este caso por tratarse de parámetros de entrada relacionados con costos de una empresa en funcionamiento, se han tomado índices que mantienen la proporcionalidad de los resultados de una empresa logística.

#### ***Variables de Entrada (Input)***

El análisis de costos determinó que los rubros siguientes son los más representativos:

- I1 Personal: el número de personal depende del tamaño de planta, con política de rotación. Se maneja escalas salariales por tipo de trabajador. Se consideró utilizar las unidades monetarias.
- I2 Mantenimiento: actividad necesaria para garantizar la disponibilidad del servicio. Considerando la amplia variedad de equipos, se efectuó las corridas con unidades monetarias.
- I3 Servicios: depende de la cantidad del producto recibido y del número de unidades despachadas. Se consideró utilizar las unidades monetarias que refleje mejor el total del servicio recibido.

#### ***Variable Intermedias***

El análisis de costos determinó que los rubros siguientes son los más representativos:

- M1 Transferencias: Transferencias de combustible líquido entre plantas, unid. en barriles-año.

### **Variables de Salida (Output)**

Los ingresos se basan en dos tarifas:

Almacenamiento Contratado.

Despacho.

Con las condiciones prefijadas al inicio de la operación, las tarifas son iguales para todas las unidades de negocio operativas.

En este caso, dada la relación directa con los ingresos, las variables de salida consideradas son:

- O1 Volumen Despachado: unid. en barriles-año.
- O2 Almacenamiento Contratado: unid. en barriles-año.

### *Caso I: Considerando DMU's independientes y rendimientos constantes a escala (CRS)*

Con respecto al modelo que considera la independencia y rendimientos constantes a escala de las DMU's, es decir que el cambio porcentual de los factores productivos (inputs) es el mismo que el de los productos (outputs), la mejor metodología a aplicar es: DEA Clásico CCR con Orientación a la Entrada.

Implementación de modelo DEA Network CCR en plantas:

$$\text{Max} \sum_{r=1}^s u_r y_{r0}$$

Sujeto a:

$$\sum_{r=1}^s u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} \leq 0 \quad (j = 1, 2, \dots, n)$$

$$\sum_{i=1}^m v_i x_{i0} = 1$$

$$v_i \geq 0, i = 1, 2, \dots, m; u_r \geq 0, r = 1, 2, \dots, s$$

Donde:

n = número total de DMU's.

s = número de salidas de cada DMU.

m = número de entradas de cada DMU.

$y_{rj}$ : Representan los parámetros observados en la  $r$ -ésima salida de la DMU “ $j$ ”.

$x_{ij}$ : Representan los parámetros observados en la  $i$ -ésima entrada de la DMU “ $j$ ”.

*Caso II: Considerando DMU’s independientes y rendimientos variables a escala (VRS)*

Con respecto al modelo que considera la independencia y rendimientos variables a escala de las DMU’s, es decir que el cambio porcentual de los factores productivos (inputs) es diferente al de los productos (outputs), la mejor metodología a aplicar es: DEA Clásico BCC con Orientación a la Entrada.

*Implementación de modelo DEA Clásico BCC en plantas:*

$$\text{Max} \sum_{r=1}^s u_r y_{r_o} + k_o$$

Sujeto a:

$$\sum_{r=1}^s u_r y_{rj} + k_o \leq \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} \leq 0 \quad (j = 1, 2, \dots, n)$$

$$\sum_{i=1}^m v_i x_{i_o} = 1$$

$$v_i \geq 0, i = 1, 2, \dots, m; u_r \geq 0, r = 1, 2, \dots, s; k_o \text{ libre}$$

Donde:

$n$  = número total de DMU’s.

$s$  = número de salidas de cada DMU.

$m$  = número de entradas de cada DMU.

$y_{rj}$ : Representan los parámetros observados en la  $r$ -ésima salida de la DMU “ $j$ ”.

$x_{ij}$ : Representan los parámetros observados en la  $i$ -ésima entrada de la DMU “ $j$ ”.

$v_r, u_r$ : Factores ponderadores permiten obtener la medida escalar de eficiencia.

$k_o$ : Constante Norman y Stocker (Norman & Stocker, 1991).

*Caso III: Considerando interdependencia de DMU’s y rendimientos constantes a escala (CRS)*

Con respecto al modelo que considera interdependencia y rendimientos constantes a escala de las DMU’s, es decir que el cambio porcentual de los factores productivos (inputs) es el mismo que el de los productos (outputs), la mejor metodología a aplicar es: DEA Network CCR con Orientación a la Entrada.

*Implementación de modelo DEA Network CCR en plantas:*

$$\text{Max} \sum_{r=1}^s u_r y_{r0}$$

Sujeto a:

$$\sum_{r=1}^s u_i y_{rj} - \sum_{d=1}^D w_d z_{dj} \leq 0 \quad (j = 1, 2, \dots, n)$$

$$\sum_{d=1}^D w_d z_{dj} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} \leq 0 \quad (j = 1, 2, \dots, n)$$

$$\sum_{i=1}^m v_i x_{i0} = 1$$

$$w_d \geq 0, d = 1, 2, \dots, D; v_i \geq 0, i = 1, 2, \dots, m; u_r \geq 0, r = 1, 2, \dots, s$$

Donde:

n = número total de DMU's.

s = número de salidas de cada DMU.

m = número de entradas de cada DMU.

$y_{rj}$ : Representan los parámetros observados en la r-ésima salida de la DMU "j".

$x_{ij}$ : Representan los parámetros observados en la i-ésima entrada de la DMU "j".

$v_r, u_r, w_d$ : Factores ponderadores permiten obtener medida escalar de eficiencia.

*Caso IV: Considerando interdependencia de DMU's y rendimientos variables a escala (VRS)*

Con respecto al modelo que considera interdependencia y rendimientos variables a escala de las DMU's, es decir que el cambio porcentual de los factores productivos (inputs) es diferente que el de los productos (outputs), la mejor metodología a aplicar es: DEA Network BCC con Orientación a la Entrada.

*Implementación de modelo DEA Network BCC en plantas:*

$$\text{Max} \sum_{r=1}^s u_r y_{r0} + k_0$$

Sujeto a:

$$\sum_{r=1}^s u_r y_{rj} + k_o \leq \sum_{d=1}^D w_d z_{dj} \quad (j = 1, 2, \dots, n)$$

$$\sum_{d=1}^D w_d z_{dj} + k_o \leq \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} \quad (j = 1, 2, \dots, n)$$

$$\sum_{i=1}^m v_i x_{i0} = 1$$

$$w_d \geq 0, d = 1, 2, \dots, D; v_i \geq 0, i = 1, 2, \dots, m; u_r \geq 0, r = 1, 2, \dots, s; k_o \text{ libre}$$

Donde:

n = número total de DMU' s.

s = número de salidas de cada DMU.

m = número de entradas de cada DMU.

yrj: Representan los parámetros observados en la r -ésima salida de la DMU “j”.

xij: Representan los parámetros observados en la i-ésima entrada de la DMU “j”.

vr, ur, wd : Factores ponderadores permiten obtener medida escalar de eficiencia.

ko: Constante Norman y Stocker (Norman & Stocker, 1991).

## 4. Resultados

### 4.1. Caso I

Los resultados generales compendiados de las eficiencias óptimas, susceptibles de ser alcanzadas en base a restricciones de las variables de entrada: se muestran a continuación en la Tabla 1 (columna eficiencia).

Recalamos que las eficiencias óptimas obtenidas se realizaron en base al benchmarking. En nuestro caso, el modelo automáticamente arroja eficiencias de 100% para las DMU que sirvieron como “marcadores” para la determinación de estas eficiencias:

*Unidades Marcadores: C2 – S1 – S3*

Esto no necesariamente indica, que dichas unidades no pueden ser mejoradas. Sino que, a la luz de los parámetros evaluados, son las unidades de negocio representativas en base a las cuales determinamos teóricamente unidades virtuales de comparación.

DMU	Pers (I)	Mant (I)	Serv (I)	Desp (O)	Almac (O)	Salida pond.	Entrada pond.	Eficiencia
N1	515	653	332	3754	3756	0.85	1.00	0.85
N2	535	578	336	3041	2894	0.64	1.00	0.64
N3	356	356	230	1708	2515	0.82	1.00	0.82
C1	343	443	295	1919	2160	0.73	1.00	0.73
C2	424	578	252	3172	3528	1.00	1.00	1.00
S1	712	608	464	8859	6149	1.00	1.00	1.00
S2	349	278	222	2089	1795	0.64	1.00	0.64
S3	248	102	86	1897	708	1.00	1.00	1.00

Tabla 1 – DEA Clásico CCR con Orientación a la Entrada.

#### 4.2. Caso II

Los resultados generales compendiados de las eficiencias óptimas, susceptibles de ser alcanzadas en base a restricciones de las variables de entrada: se muestran a continuación en la Tabla 2 (columna eficiencia).

Por otra parte, se aprecia el indicador que refleja si los rendimientos a escala de las respectivas DMU's son constantes o variables (crecientes o decrecientes) en la Tabla 2 (columna k).

DMU	Pers (I)	Mant (I)	Serv (I)	Desp (O)	Almac (O)	Salida pond.	Entrada pond.	Eficiencia	K
N1	515	653	332	3754	3756	0.88	1.00	0.88	0.29
N2	535	578	336	3041	2894	0.74	1.00	0.74	0.29
N3	356	356	230	1708	2515	1.00	1.00	1.00	0.34
C1	343	443	295	1919	2160	0.98	1.00	0.98	0.57
C2	424	578	252	3172	3528	1.00	1.00	1.00	0.00
S1	712	608	464	8859	6149	1.00	1.00	1.00	0.00
S2	349	278	222	2089	1795	0.91	1.00	0.91	0.46
S3	248	102	86	1897	708	1.00	1.00	1.00	0.00

Tabla 2 – DEA Clásico BCC con Orientación a la Entrada.

#### 4.3. Caso III

Los resultados generales compendiados de las eficiencias óptimas, susceptibles de ser alcanzadas en base a restricciones de las variables de entrada: se muestran a continuación en la Figura N° 3 (columna eficiencia).

Recalamos que las eficiencias óptimas obtenidas se realizaron en base al benchmarking. En nuestro caso, el modelo automáticamente arroja eficiencias de 100% para las DMU que sirvieron como “marcadores” para la determinación de estas eficiencias:

*Unidades Marcadores: N3 - C2 – S1 – S3*

Esto no necesariamente indica, que dichas unidades no pueden ser mejoradas. Sino que, a la luz de los parámetros evaluados, son las unidades de negocio representativas en base a las cuales determinamos teóricamente unidades virtuales de comparación.

DMU	Pers (I)	Mant (I)	Serv (I)	Desp (O)	Tranf S1 S2	Transf S1 S3	Almac (O)	Eficiencia
N1	515	653	332	3754			3756	0.96
N2	535	578	336	3041			2894	0.77
N3	356	356	230	1708			2515	1.00
C1	343	443	295	1919			2160	0.76
C2	424	578	252	3172			3528	1.00
S1	712	608	464	4429	2658	1772	6149	1.00
S2	349	278	222	2089			1795	0.84
S3	248	102	86	1897			708	1.00

Tabla 3 – DEA Network CCR con Orientación a la Entrada.

#### 4.4.Caso IV

Los resultados generales compendiados de las eficiencias óptimas, susceptibles de ser alcanzadas en base a restricciones de las variables de entrada: se muestran a continuación en la Tabla 4 (columna eficiencia).

Por otra parte, se aprecia el indicador que refleja si los rendimientos a escala de las respectivas DMU’s son constantes o variables (crecientes o decrecientes) en la Tabla 4 (columna k).

DMU	Pers (I)	Mant (I)	Serv (I)	Desp (O)	Tranf S1 S2	Transf S1 S3	Almac (O)	Eficiencia
N1	515	653	332	3754			3756	1.00
N2	535	578	336	3041			2894	0.84
N3	356	356	230	1708			2515	1.00
C1	343	443	295	1919			2160	0.98
C2	424	578	252	3172			3528	1.00
S1	712	608	464	4429	2658	1772	6149	1.00
S2	349	278	222	2089			1795	0.97
S3	248	102	86	1897			708	1.00

Tabla 4 – DEA Network BCC con Orientación a la Entrada.

#### 4.5. Comparativo de Casos

DMU	Eficiencia				K	
	DEA CLASICO CCR	DEA NETWORK CCR	DEA CLASICO BCC	DEA NETWORK BCC	DEA CLASICO BCC	DEA NETWORK BCC
N1	0.85	0.96	0.88	1.00	0.29	-0.12
N2	0.64	0.77	0.74	0.84	0.29	-0.24
N3	0.82	1.00	1.00	1.00	0.34	0.35
C1	0.73	0.76	0.98	0.98	0.57	0.57
C2	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00
S1	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00
S2	0.64	0.84	0.91	0.97	0.46	-0.35
S3	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	1.00

Tabla 5 – Comparativo de Eficiencias de los casos.

### 5. Discusión de resultados

En la comparación del Caso I vs Caso II, se observa que las eficiencias mejoran y que los rendimientos son crecientes, con excepción de las unidades que alcanzaron los umbrales de eficiencia en el modelo DEA CCR. Este mismo comportamiento se aprecia en otros estudios en sector servicios básicos (Io Storto, 2020), (Zhu, 2020) y (Gidion, Hong, Adams, & Khoveyni, 2019).

En la comparación del Caso I vs Caso IV, se observa que las eficiencias mejoran, sin embargo, se observa que existen DMU's que cambian su rendimiento a escala a decrecientes, este fenómeno no se puede explicar en base a los enfoques multiplicativos y aditivos puros de dos etapas (Lee, 2021) ni aplicando la teoría de la incertidumbre sin extender el modelo (Jiang, Chen, Li & Lio, 2021), en consecuencia, se ha optado por el análisis en base a la evolución de los modelos.

En la comparación de los Casos III y IV, los umbrales de eficiencia alcanzados por algunas DMU's en el modelo DEA Network CCR (N3, C2, S1 y S3), se mantienen en el modelo DEA Network BCC. Estos resultados son concordantes con la comparación de los Casos I y II, en la cual se verificó que las unidades eficientes representan plantas que presentan características que las hacen especiales, por ejemplo: mayor volumen de despacho, mayores facilidades en infraestructura, demanda estacional, etc.

Siguiendo con el análisis de los Casos III y IV, se aprecia la adición de una DMU eficiente (N1) en el modelo DEA Network BCC, con respecto al modelo DEA Network CCR, adicionalmente se aprecia que las eficiencias de las DMU's en el modelo DEA Network BCC mejoraron en general con respecto al modelo DEA Network. Con respecto a los rendimientos de escala, en el modelo DEA Network BCC se determina que las DMU's de la región Norte (N1 y N2) presentan un rendimiento a escala decreciente, la DMU



de la región Norte (N3) y la DMU de la región Centro (C1) presentan un rendimiento a escala creciente, las DMU's de la región Centro (C2) y la DMU de la región Sur (S1) presentan un rendimiento a escala constante (similar a sus homólogos en el modelo DEA Network CCR) y finalmente que las DMU's de la región Sur (S2 y S3) presentan un rendimiento a escala creciente, siendo estas DMU's las que presentan las relaciones de interdependencia (Joghataie, & Hosseinzadeh, 2020).

## 6. Conclusiones y limitaciones

En el comparativo de los modelos DEA Clásico CCR vs BCC se confirma las mejoras en eficiencia por el rendimiento de escala variables, incluso se incrementó en una unidad el número de unidades eficiente-frontera (N3). Adicionalmente todas las plantas arrojan rendimientos de escala creciente, lo cual es razonable en una industria intensiva de capital.

En el comparativo de los modelos DEA Clásico CCR vs DEA Network CCR, se aprecia la mejora de las eficiencias de las unidades que no forman parte de la red, esto se explica por el manejo de ponderaciones diferenciadas en las transacciones de salida

En el modelo DEA Network BCC, se mejoran las métricas de desempeño de las DMU's ineficientes obtenidas con el modelo DEA Network CCR. Estas mejoras se explican por efecto de la red (caso de unidades N1 y N2, ambas son plantas grandes), por efecto de escala (unidades C1 y S2, ambas plantas pequeñas). Un caso especial es la unidad C3, que llega a ser eficiente por efectos de escala (planta pequeña) y por el efecto de la red.

En relación a las limitaciones del estudio, cabe precisar que solo se ha considerado escenarios en los que se recibe productos ya mezclados (caso del combustible B5 S50, el cual es una mezcla del combustible B100 con ULSD), y no los casos en que la mezcla se realiza en planta, modalidad que la empresa está brindando recientemente a sus clientes.

Un aspecto a analizar sobre la constante  $k$  (constante de Norman y Stocker). es que en el comparativo de los modelos DEA Clásico BCC vs DEA Network BCC, las unidades N1 y N2 que no forman parte de la red cambian de retornos a escala crecientes a retornos a escala decrecientes, lo cual induce a un error de interpretación de la citada constante  $k$ . Si tomamos como referencia el modelo DEA clásico BCC que es de rendimiento creciente, la reducción del beneficio correspondería a que el efecto del manejo diferenciado de los ponderadores en las transferencias es menor que el diferencial de eficiencia con relación al rendimiento creciente.

Para próximos estudios, se debería plantear una investigación sobre el ajuste apropiado del indicador  $k$ , para la determinación del tipo de rendimiento a escala en el caso del modelo DEA Network BCC en el tipo de escenario objeto de estudio

## 7. Agradecimientos

Se agradece a la Universidad Tecnológica del Perú (UTP) por el apoyo económico brindado a los dos primeros autores.

## Referencias

- Aviles-Sacoto, S., Cook, W. D., Imanirad, R., & Zhu, J. (2015). Two-stage network DEA: when intermediate measures can be treated as outputs from the second stage. *Journal of the Operational Research Society*, 66(11), 1868-1877.
- Chen, K., & Zhu, J. (2019). Scale efficiency in two-stage network DEA. *Journal of the Operational Research Society*, 70(1), 101-110.
- Elsayed, A., & Khalil, N. S. (2017, October). Evaluate and Analysis Efficiency of Safaga Port Using DEA-CCR, BCC and SBM Models–Comparison with DP World Sokhna. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 245, No. 4, p. 042033). IOP Publishing.
- Fancello, G., Carta, M., & Serra, P. (2020). Data envelopment analysis for the assessment of road safety in urban road networks: A comparative study using CCR and BCC models. *Case Studies on Transport Policy*, 8(3), 736-744. doi:10.1016/j.cstp.2020.07.007
- Faramarzi, G. R., Tavassoli, M., & Farzipoor Saen, R. (2014). Network DEA: A new approach for determining component weights. *International Journal of Management Science and Engineering Management*, 9(3), 178-184.
- Gharakhani, D., Eshlaghy, A. T., Hafshejani, K. F., Mavi, R. K., & Lotfi, F. H. (2018). Common weights in dynamic network DEA with goal programming approach for performance assessment of insurance companies in Iran. *Management Research Review*.
- Gidion, D. K., Hong, J., Adams, M. Z., & Khoveyni, M. (2019). Network DEA models for assessing urban water utility efficiency. *Utilities policy*, 57, 48-58.
- Han, T., & Han, X. (2021). An empirical analysis of the service efficiency of basic public education based on the BCC-DEA model of neural network computing principles. Paper presented at the *Journal of Physics: Conference Series*, 1865(4) doi:10.1088/1742-6596/1865/4/042131.
- Jiang, B., Chen, H., Li, J., & Lio, W. (2021). The uncertain two-stage network DEA models. *Soft Computing*, 25(1), 421-429.
- Joghataie, M., & Hosseinzadeh Lotfi, F. (2020). Efficiency and Return to Scale of Two-Stage network in Data Envelopment Analysis Using Additive Model. *International Journal of Data Envelopment Analysis*, 8(2), 69-78.
- Khalidi, R., El Afia, A., & Chiheb, R. (2019). Performance prediction of pharmaceutical suppliers: Comparative study between DEA-ANFIS-PSO and DEA-ANFIS-GA. *International Journal of Computer Applications in Technology*, 60(4), 317-325. doi:10.1504/IJCAT.2019.101172. Los encabezamientos y pies de página serán incluidos por los editores.
- Kiani Mavi, R., Saen, R. F., & Goh, M. (2019). Joint analysis of eco-efficiency and eco-innovation with common weights in two-stage network DEA: A big data approach. *Technological Forecasting and Social Change*, 144, 553-562. doi:10.1016/j.techfore.2018.01.035

- Lee, H. S. (2021). Efficiency decomposition of the network DEA in variable returns to scale: An additive dissection in losses. *Omega*, 100, 102212.
- Lirn, T. C., & Nguyen, M. A. T. (2020). Efficiency of Ports in Vietnam: A Two-stage Network DEA Application. 29(1), 1-16.
- Lo Storto, C. (2020). Measuring the efficiency of the urban integrated water service by parallel network DEA: The case of Italy. *Journal of Cleaner Production*, 276, 123170.
- Norman, M., & Stoker, B. (1991). *Data Envelopment Analysis: the Assessment of Performance*. John Wiley & Sons. Chichester NY.
- Park, J., Lee, B. K., & Low, J. M. (2020). A two-stage parallel network DEA model for analyzing the operational capability of container terminals. *Maritime Policy & Management*, 1-22.
- Sha, M., Zhen, L., Cui, X., & Guo, S. (2015). Supply chains' efficiency evaluation based on network DEA CCR model and BCC model. *Journal of Information and Computational Science*, 12(7), 2857-2869. doi:10.12733/jics20105724
- Torres, A. I. Z. (2018). International trade logistics of pacific region through a network data envelopment analysis. [Logística del comercio internacional de la región de la Cuenca del Pacífico a través del Análisis Envolvente de Datos Network] *Contaduría y Administración*, 63(4) doi:10.22201/fca.24488410e.2018.1359
- Xiao, X., Zhong, Z., Wang, Y., Zhang, C., & Wu, H. (2020). Research on energy efficiency evaluation of urban rail transit based on DEA-BCC model. Paper presented at the IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, , 435(1) doi:10.1088/1755-1315/435/1/012038.
- Zhu, J. (2011). Airlines performance via two-stage network DEA approach. *Journal of CENTRUM Cathedra: The Business and Economics Research Journal*, 4(2), 260-269.
- Zhu, J. (2019). *DEA under Big Data: Big Data Enabled Analysis of Data and Network Data Envelopment Analysis*, Worcester, USA.
- Zhu, J. 2020. *DEA under big data: data enabled analytics and network data envelopment analysis*. *Ann Oper Res*. <https://doi.org/10.1007/s10479-020-03668-8>
- Zhu, W., Miao, Z., & Pu, X. (2021). Serial network DEA models with a single intermediate measure. *Journal of the Operational Research Society*, 72(5), 1168-1173.

# Uma Proposta de Solução Abordando o Contexto de Notícias Falsas em Países de Língua Portuguesa

Carolina Tavares Duarte<sup>1</sup>, Valderi Reis Quietinho Leithardt<sup>1,2</sup>, Paul Crocker<sup>3</sup>,  
Jorge Luis Victoria Barbosa<sup>4</sup>, Daniel Hernandez de La Iglesia<sup>5</sup>, Luis Augusto Silva<sup>6</sup>

**19506@ipportalegre.pt; valderi@ipportalegre.pt; crocker@di.ubi.pt; jbarbosa@unisinis.br;  
dbernandezde@upsa.pt; luisaugustos@usal.es**

<sup>1</sup> VALORIZA, Research Center for Endogenous Resources Valorization, Instituto Politécnico de Portalegre, 7300-555 Portalegre, Portugal

<sup>2</sup> COPELABS, Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias, 1749-024 Lisboa, Portugal

<sup>3</sup> Departamento de Informática, Universidade da Beira Interior, Instituto de Telecomunicações, Delegação da Covilhã, 6201-601 Covilhã, Portugal

<sup>4</sup> Applied Computing Graduate Program, University of Vale do Rio dos Sinos, Av. Unisinis 950, Bairro Cristo Rei, São Leopoldo RS 93022-750, Brazil

<sup>5</sup> Faculty of Informatics, Universidad Pontificia de Salamanca, C/Compañía 5, 37002 Salamanca, Spain

<sup>6</sup> Faculty of Science, Expert Systems and Applications Laboratory, University of Salamanca, 37008 Salamanca, Spain

**Pages: 199-211**

**Resumo:** Fake news é uma expressão utilizada atualmente, que ganhou uma maior visibilidade ao ser utilizado por Donald Trump durante a campanha eleitoral à presidência dos Estados Unidos da América, em 2016. Durante o estudo realizado foi possível identificar problemas generalizados sobre esta temática, como por exemplo impacto que apresentam na sociedade. A partir desses problemas foi possível identificar outros mais específicos, tais como a origem e fonte da notícia, a pessoa que a partilha e/ou cria e a relação interpessoal existente. Com a identificação destes subproblemas supracitados foi possível desenvolver um modelo taxonómico com o objetivo de implementar uma ferramenta que auxilie na deteção de fake news, identificando se uma notícia é verdadeira, falsa ou se o utilizador deve estar atento (quando não é possível identificar se a notícia é verdadeira ou falsa). Foi também possível verificar que a probabilidade estava corretamente calculada e que a ferramenta se revia no estudo realizado.

**Palavras-chave:** Contextos; Desinformação; Fake News; Taxonomia.

## *Study on the Context of Fake News in Portuguese Language Countries*

**Abstract:** Fake news is an expression currently used, which gained greater visibility when used by Donald Trump during the election campaign for the presidency of the United States of America, in 2016. During the study carried out, it was possible to identify widespread problems on this topic, such as for example impact, they have

on society. From these problems, it was possible to identify more specific ones, such as the origin and source of the news, the person who shares and/or creates it and the existing interpersonal relationship. With the identification of these sub-problems mentioned above, it was possible to develop a taxonomic model to implement a tool that helps in the detection of fake news, identifying whether a news item is true, false or whether the user must be aware (when it is not possible to identify whether the news is true or false). It was also possible to verify that the probability was correctly calculated and that the tool was revised in the study carried out.

**Keywords:** Contexts; Disinformation; False news; Taxonomy.

## 1. Introdução

Fake news é uma expressão muito utilizada atualmente, que ganhou maior visibilidade ao ser usada por Donald Trump quando se encontrava em campanha eleitoral para a presidência dos Estados Unidos da América em 2016. Sendo que por este motivo o termo foi considerado a palavra do ano de 2017 pelo dicionário Collins, referido por (Hirst, 2017). Apesar da sua grande utilização, não existe uma definição concreta para esta expressão, fazendo com que exista uma abundância de definições. As fake news existem há milhares de anos tal como é possível comprovar através dos exemplos, conforme apresentado por (Posetti & Matthews, 2018): No Império Romano, mais precisamente a 44 A.C., foi empreendida uma campanha contra Marco António por Otaviano com objetivo de denegrir a sua reputação.

A evolução humana e tecnológica veio revolucionar a transmissão de informação, permitindo que as notícias falsas sejam disseminadas numa escala maior, tal como indica (Burkhardt, 2017). De acordo com (Cardoso et al, 2021), a análise e extração de dados com base em sentimentos pode gerar diferentes contextos de compreensão e alterar o significado do que pretende de fato transmitir, dificultando ainda mais a deteção de significados na língua portuguesa. De acordo com o estudo “Influencia de las noticias falsas en la opinión pública”, 88% dos entrevistados, acreditam que as notícias falsas são disseminadas de forma a prejudicar a imagem e reputação de pessoas ou organizações. Atualmente existe uma grande propagação de notícias falsas através de uma indústria especializada nessa ação. O exemplo dessa indústria é o caso da Media Vibes SNC, uma empresa belga que possui mais de 180 URLs dedicados à criação e divulgação de notícias falsas, como refere (Figueira & Oliveira, 2017). Os benefícios monetários associados a este tipo de indústria são uma das motivações para as pessoas se envolverem nestas atividades, exemplificado por (Zafarani et al, 2019), que indica que dezenas de adolescentes que publicaram notícias falsas, nas redes sociais durante as eleições presidenciais dos Estados Unidos da América em 2016, enriqueceram devido aos cliques que obtiveram nessas notícias. Com a descoberta do Covid-19 e com a propagação do mesmo originou-se também uma grande propagação de informações falsas, sendo estas partilhadas por milhares de pessoas que as consideram fidedignas, apesar de não o serem, conforme (Visão, 2020). António Guterres, Secretário-Geral das Nações Unidas afirma que ao mesmo tempo que estamos a lutar contra uma pandemia, também estamos a enfrentar uma epidemia de falsas informações, tal como está indicado em (ONU News, 2020). Foi possível identificar problemas relativos à propagação de notícias falsas em época de pandemia, como o excesso de informação, por exemplo, no mês de janeiro de 2020, tal como indica Joana Gonçalves Sá, houve mais de 15 milhões

de publicações no Twitter sobre a Covid-19, como é referido em (Serafim, 2020). Este trabalho está distribuído em secções da seguinte forma: na secção 2 é apresentado o estado da arte, na secção 3 está explicada a solução proposta, na secção 4 é demonstrada a implementação da ferramenta e apresentados os testes realizados e os resultados, e para finalizar as conclusões e trabalhos futuros.

## 2. Estado da Arte

Ao ser realizado um estudo sobre as notícias falsas foi possível verificar a dimensão de propagação que estas têm na sociedade atual e a influência que têm nas pessoas, levando-as a ter sentimentos negativos, pois o principal dano obtido, derivado das fake news é na reputação, como indicado por (Fernández, 2019). Para além dos problemas referidos anteriormente, foi possível realizar uma pesquisa mais incidente nas problemáticas relacionadas com as fake news. Foram definidos e estudados alguns parâmetros para analisar o conteúdo de uma notícia e foi proposto um modelo taxonómico que foi executado com base na taxonomia desenvolvida em (Leithardt et. al, 2013). O modelo taxonómico proposto encontra-se dividido em quatro grupos: origem, pessoa, fonte e relação interpessoal. O parâmetro “origem”, que está associado ao país de onde é proveniente a notícia, foi considerado uma problemática pois existem estudos que relacionam os países ao crescimento de propagação de fake news, sendo que há países onde estas ocorrem com mais frequência do que noutros. O exemplo disso é o inquérito realizado em [1, designado “Share of adults who have witnessed fake news in print media worldwide as of January 2019, by Country”, onde é possível verificar que foram encontradas mais fake news nuns países do que noutros, ou seja, não existe um número constante definido para todos os países, sendo que existem países mais propícios à disseminação de notícias falsas do que outros. A problemática “pessoa” refere-se ao indivíduo que partilha a notícia e encontra-se dividido em idade, educação e emprego. Relativamente à idade, foi considerado um fator problemático, na medida em que existem estudos que indicam haver idades mais prováveis para o consumo e partilha de notícias falsas, como demonstrado por (Loos & Nijenhuis, 2020) e por (Guess et al, 2019). A educação foi considerada uma problemática tendo por base um estudo realizado por (Gomes et al, 2019), os quais consideram que quanto menor for a escolaridade de um indivíduo maior será a probabilidade de acreditar em fake news. Por último, o emprego foi considerado, devido a uma análise feita por (Alvino, 2019), num estudo realizado empresa da qual a autora é cofundadora e diretora de estratégia; SocialChorus<sup>1</sup>. Nesse estudo a mesma indica que existe a necessidade de prevenir a desinformação no trabalho e ainda acrescenta que não se pode ignorar o impacto que as notícias falsas têm no local de trabalho. A fonte da notícia foi reportada pois, tal como se refere em (Ruchansky et al, 2017), existem características que se devem ter em atenção ao verificar se uma notícia é falsa ou não, sendo a fonte uma delas. Neste caso, um dos pontos a ter em atenção é a credibilidade da fonte. Relativamente às relações interpessoais, segundo as teorias do processo dual, a nossa mente inicia dois processos ao ler e receber informações, sendo uma delas superficial e automática e outra que exige esforço e concentração. Na utilização do processo superficial, o cérebro julga automaticamente a veracidade das

<sup>1</sup> <https://socialchorus.com/team/nicole-alvino>



informações com base no grau de intimidade com a pessoa que partilha a informação, ou seja, quanto maior familiaridade houver, maior será a probabilidade de uma notícia ser considerada verdadeira, mesmo que não seja, conforme descreve (Vivar, 2020).

### 3. Solução Proposta

A proposta deste trabalho consiste numa ferramenta para auxiliar qualquer pessoa a verificar se uma notícia é falsa. Para isso foi necessário compreender o problema e desenvolver um modelo taxonómico. O modelo taxonómico desenvolvido foi dividido em quatro grupos: origem, pessoa, fonte e relação interpessoal. O primeiro parâmetro consiste no país de origem da notícia, onde foi realizada uma pesquisa mais incidente relativa às CPLP, Comunidade de Países de Língua Portuguesa<sup>2</sup>. A comunidade é constituída pelos seguintes países: Angola, Brasil, Cabo Verde, Guiné-Bissau, Guiné Equatorial, Moçambique, Portugal, São Tomé e Príncipe e Timor-Leste. Estes países foram classificados como “pouco prováveis”, “prováveis” e “muito prováveis” relativamente à criação ou partilha de notícias falsas, sendo que a classificação baseia-se em cinco características: comparação entre o número de habitantes e o número de utilizadores da internet, comparação entre o número de utilizadores de internet e o número de utilizadores ativos nas redes sociais, existência de leis que punem a criação ou a divulgação de fake news, transparência, verificada através do Índice de Perceção de Corrupção (IPC) e a confiança do utilizador. Considerando a avaliação dada em cada uma das características, foi realizada a Tabela 1. A cada característica foi atribuída uma percentagem de 20% (100% / 5 características = 20%). Tendo em conta a avaliação determinada anteriormente, se um país for designado como muito provável numa das características será atribuído o valor 0%; no caso de ser provável será atribuído o valor de 10% (20% / 2 = 10%); e se for considerado pouco provável será atribuído o valor de 20%, que é o valor máximo que pode ser obtido. Para concluir a análise, os valores de cada linha serão somados e apresentados na última coluna, designada “Classificação final do parâmetro “origem”. A avaliação final será a demonstração daquilo que irá ser implementado posteriormente. Assim todos os países que apresentarem como classificação final, um valor igual ou inferior a 33.3% (100 % / 3 classificações) são considerados muito prováveis relativamente à propagação de notícias falsas. Os países que tiverem uma percentagem igual ou superior a 66.6% serão considerados países pouco prováveis. Por fim, aqueles que tiverem uma classificação final compreendida entre 33.3 e 66.6% são considerados prováveis.

País	1 <sup>a</sup> Comparação (20%)	2 <sup>a</sup> Comparação (20%)	Leis (20%)	Transpa- rência (20%)	Confiança (20%)	Classificação do parâmetro “origem”
Angola	<b>Provável</b> (10%)	<b>Pouco Provável</b> (20%)	<b>Pouco Provável</b> (20%)	<b>Muito Provável</b> (0%)	<b>Muito Provável</b> (0%)	<b>Provável</b> (50%)
Brasil	<b>Muito Provável</b> (0%)	<b>Muito Provável</b> (0%)	<b>Pouco Provável</b> (20%)	<b>Provável</b> (10%)	<b>Pouco Provável</b> (20%)	<b>Provável</b> (50%)

<sup>2</sup> <https://www.cplp.org/id-2597.aspx>

País	1ª Comparação (20%)	2ª Comparação (20%)	Leis (20%)	Transparência (20%)	Confiança (20%)	Classificação do parâmetro “origem”
Cabo Verde	Muito Provável (0%)	Provável (10%)	Pouco Provável (20%)	Pouco Provável (20%)	Muito Provável (0%)	Provável (50%)
Guiné-Bissau	Pouco Provável (20%)	Muito Provável (0%)	Muito Provável (0%)	Muito Provável (0%)	Provável (10%)	Muito Provável (30%)
Guiné-Equatorial	Pouco Provável (20%)	Pouco Provável (20%)	Pouco Provável (20%)	Muito Provável (0%)	Provável (10%)	Pouco Provável (70%)
Moçambique	Pouco Provável (20%)	Provável (10%)	Pouco Provável (20%)	Muito Provável (0%)	Muito Provável (0%)	Provável (50%)
Portugal	Muito Provável (0%)	Provável (10%)	Pouco Provável (20%)	Pouco Provável (20%)	Pouco Provável (20%)	Pouco Provável (70%)
São Tomé e Príncipe	Provável (10%)	Muito Provável (0%)	Pouco Provável (20%)	Provável (10%)	Muito Provável (0%)	Provável (40%)
Timor-Leste	Provável (10%)	Provável (10%)	Pouco Provável (20%)	Provável (10%)	Pouco Provável (20%)	Pouco Provável (70%)

Tabela 1 – Resultado da avaliação do parâmetro “Origem”

### 3.1. Fonte dados da Pessoa

O segundo grupo “pessoa” é relativo ao indivíduo que cria ou partilha a informação, sendo que os dados recolhidos indicam nos parâmetros: idade, educação e emprego. O parâmetro idade foi “dividida” em “jovem”, “idoso” e “adulto”, sendo estas faixas etárias classificadas como mais prováveis ou menos prováveis, através das características consumo/partilha de fake news (Loos & Nijenhuis, 2020) e (Guess et al, 2019) e o n° de utilizadores nas redes sociais por idade.

Considerando a avaliação dada em cada uma das características, foi realizada a Tabela 2. A cada característica foi atribuído uma percentagem de 33.3% (100% / 3 características ≈ 33.3%). Tendo em conta a avaliação determinada anteriormente, se a um dos conjuntos de idade for atribuído a cor vermelha numa das características, corresponderá ao valor 0%; no caso de ser atribuído a cor laranja, corresponderá ao valor de 16.65% (33.3% / 2 = 16.65%); e se for considerado pouco provável, será atribuído a cor verde, o que corresponderá ao valor de 33.3%, que é o valor máximo que pode ser obtido. Por fim, os valores de cada linha serão somados e apresentados na última coluna, designada “Classificação final do parâmetro “Idade”. A avaliação final será a demonstração de aquilo que irá ser implementado posteriormente.

Assim o conjunto que apresentar como classificação final, um valor igual ou inferior a 33.3% será considerado um grupo muito provável à propagação das fake news. O grupo



que tiver uma percentagem igual ou superior a 66.6% é considerado pouco provável. Por último, aquele que tiver uma classificação final compreendida entre 33.3 e 66.6% é considerado provável.

A educação foi dividida em três grupos: ensino básico, secundário e superior. Através do estudo realizado também foi possível identificar que quem tenha o Ensino Básico é mais propício a acreditar em fake news e que quem tenha o nível de escolaridade correspondente ao ensino superior é menos propício a acreditar em notícias falsas (Gomes et al, 2020). Desta forma a percentagem atribuída ao Ensino Básico foi de 0% por se considerar o mais propício. Ao Ensino Superior foi de 100% por ser o nível de ensino menos propício. Por fim, ao Ensino Secundário foi atribuído o valor de 50% (100% / 2 níveis de ensino, pois estamos a excluir aquele que é definido como mínimo e tem o valor atribuído de 0%).

No parâmetro emprego foram consideradas as opções: desempregado, empregado no setor privado, empregado no setor público e autónomo. Neste parâmetro as opções serão classificadas com os seguintes valores: 0%, 33.3%, 66.6% e 99.9%. Tal como já aconteceu anteriormente estes valores aproximados são obtidos através da divisão de 100% por 3, número de opções sem contar com aquele que é atribuído o valor zero. As definições de gestão da privacidade de dados tiveram por base as definições descritas em (Leithardt et. al, 2018). Neste caso não será atribuído especificamente um valor a cada opção, pois quando forem realizados testes, estas percentagens serão testadas em cada uma das opções, de forma a perceber de que maneira estes valores podem influenciar o resultado final obtido.

Idades	Consumo de Fake News (33.3%)	Partilha de Fake News (33.3%)	Nº de utilizadores nas redes sociais (33.3%)	Classificação parâmetro “Idade”
Jovem	<b>Verde</b> (33.3%)	<b>Verde</b> (33.3%)	<b>Vermelho</b> (0%)	<b>Verde</b> (66.6%)
Adulto	<b>Laranja</b> (16.65%)	<b>Laranja</b> (16.65%)	<b>Laranja</b> (16.65%)	<b>Laranja</b> (49.95%)
Idoso	<b>Vermelho</b> (0%)	<b>Vermelho</b> (0%)	<b>Verde</b> (33.3%)	<b>Vermelho</b> (33.3%)

Tabela 2 – Classificação Final do Parâmetro Idade

### 3.2. Fonte da Notícia e Relação Interpessoal

O terceiro grupo abordado é a fonte da notícia está dividida em três categorias: pública (blogs, redes sociais, etc.), privada (meios de comunicação) e respeitada (Governos, Militares e Polícia). Foi possível concluir que a fonte pública é mais propícia à criação/partilha de notícias falsas e que as fontes respeitadas são as menos propícias à criação/partilha de notícias falsas. Por isso às fontes públicas foi atribuído o valor de 0%, às fontes privadas foi atribuído o valor de 50% e às fontes respeitadas o valor de 100%. As percentagens anteriormente referidas foram obtidas através da divisão de 100% por dois, número de opções nas fontes, sem contar com a fonte mais propícia à partilha de notícias falsas, que lhe será atribuído o valor de 0%. As “relações interpessoais”, o último parâmetro, consiste na relação entre as pessoas que trocam conteúdos. Este parâmetro

pode ser classificado como contato profissional, de amizade, familiar ou outro tipo de contacto. Foi possível identificar que um ambiente familiar é mais favorecedor para a partilha de notícias falsas, enquanto grupos com colegas de trabalho ou até outros grupos em que não haja uma relação de proximidade seja menos propício para a propagação de informações falsas. Neste caso foram consideradas as percentagens atribuídas no estudo feito por (Ragnani, 2018), cuja amostra tem cerca de 916 pessoas que responderam a um questionário online relativo a uma fake news que circulou na rede social WhatsApp. Dessa amostra, 51% afirma ter recebido num grupo de família, 32% num grupo de amigos, 9% em grupos de colegas de trabalho e 9% em grupos ou mensagens diretas. Deste modo o ambiente familiar é classificado com 49% (100% - 51%), a amizade com 68% (100% - 32%) e as restantes classificações com 91%, sendo as percentagens atribuídas para fins de implementação. Após terem sido analisados todos os parâmetros, conseguiu-se chegar ao resultado final que se encontra na Tabela 3. Nesta tabela os parâmetros são classificados como: mínimo, médio e máximo. Se o parâmetro é classificado como mínimo significa que tem grande probabilidade de ser fake news. Se o parâmetro é classificado como médio significa que não se consegue determinar com segurança se se trata de uma fake news ou não. Se o parâmetro é classificado como máximo significa que tem grande probabilidade de a notícia ser verdadeira. No caso do emprego não foi classificada nenhuma das opções pois estas irão variar durante os testes realizados, de forma a perceber de que maneira estes valores podem influenciar o resultado final obtido.

	<b>Mínima</b>	<b>Medio</b>	<b>Maximo</b>
País	Muito provável	Provável	Pouco provável
Idade	Idoso	Adulto	Jovem
Educação	Ensino Básico	Ensino Secundário	Ensino Superior
Emprego	-	-	-
Fonte	Pública	Privada	Respeitada
Relações Interpessoais	Familiar	Amizade	Contacto Profissional/ Outro tipo de contacto

Tabela 3 – Tabela Classificativa de parâmetros.

Assim ao ser seleccionada uma opção por cada parâmetro será calculada uma percentagem que poderá indicar se existem uma grande probabilidade da notícia ser falsa ou não e se deve haver um estado de alerta, pois não é possível verificar com certezas se a notícia se trata de uma fake news ou não (Ochoa et al, 2019). É importante realçar que quanto maior for a percentagem obtida, maior será a probabilidade de a notícia ser verdadeira. O mesmo acontece no sentido inverso, ou seja, quanto menor for a percentagem obtida maior será a probabilidade de se tratar de uma notícia falsa. A adaptação de critérios, definições e parâmetros de informações foram consideradas as definições descritas em (Lopes et al, 2020).

Após ser calculada a probabilidade, se a percentagem final atribuída for igual ou inferior a 44% significa que existe a probabilidade de a notícia ser falsa. Se a percentagem final estiver compreendida entre 44% e 62%, significa que não existe informação suficiente para detetar se a notícia é falsa ou não, devendo o utilizador ficar atento. Por fim,

caso a percentagem final seja igual ou superior a 62% significa que existe uma grande probabilidade da notícia não ser falsa.

Os valores em percentagem atribuídos anteriormente resultam de um inquérito feito pela Statista (Watson, 2019), a 25 229 entrevistados cujo objetivo era determinar quem teria observado notícias falsas na imprensa do mundo inteiro. O resultado desta pesquisa relativa ao mundo inteiro indica que 44% encontraram notícias falsas, 39% não encontraram notícias falsas e 17% não utilizavam essas Plataforma. Assim os valores inferiores ou iguais a 44% referem-se aos inquiridos que encontraram notícias falsas, os valores compreendidos entre 44% e 62% ( $44\%+17\%=61\%$ ) referem-se aos 17% de inquiridos que não utilizam essas plataformas, e desta forma não poderiam verificar se existiam ou não notícias falsas. Os valores superiores ou iguais a 62% indicam aqueles que não encontraram notícias falsas, sendo que no final  $44\%+17\%+39\%=100\%$ .

#### 4. Implementação, Testes e Resultados

De forma a realizar a implementação do modelo taxonómico recorreu-se à linguagem de programação Java usando o IntelliJ IDE<sup>3</sup> e foi utilizado o MySQL Workbench para armazenar e gerir os dados num base de dados SQL (Structured Query Language). A implementação do modelo taxonómico foi iniciada com a criação de uma base de dados, de forma a armazenar as informações com as seguintes tabelas que refletem as entidades explicadas anteriormente, nomeadamente **Origem**, **Idade**, **Educação**, **Emprego**, **Fonte**, **Relação**, **Pessoa** e uma tabela **Resultado** com as informações das tabelas origem, pessoa, fonte e relação, mais a classificação da notícia.

De forma a compreender se esta ferramenta se revia no estudo realizado foi necessário a realização de testes. Como seria necessário a realização de um número elevado de testes, a amostra teve que ser reduzida para realizar a análise, sendo esta feita de um modo mais generalizado. A análise destes dados foi realizada a partir do estudo realizado, sendo que esta trata a ferramenta de um modo geral, utilizando pesquisas realizadas, por exemplo em países diferentes dos considerados, devido ao facto de não existirem estudos realizados sobre o grupo tratado nesta ferramenta. Assim em trabalhos futuros deve ser realizada uma pesquisa, como por exemplo, um inquérito, relativo a cada país, de forma a obter dados mais concretos.

Nesta análise foram escolhidos um país de cada uma das classificações anteriormente referidas, ou seja, Portugal que se refere a um país pouco provável, Angola que é considerado um país provável e Guiné-Bissau que é considerado um país muito provável. Foram também utilizadas as três faixas etárias (jovem, adulto e idoso), os três níveis educacionais (ensino básico, ensino secundário e Ensino superior), as quatro empregabilidades (autónomo, desempregado, privado e público), duas dos três tipos de fonte da notícia (pública e respeitada) e duas dos três tipos de relação interpessoal (familiar e contacto profissional). Foram realizados testes com todas as combinações possíveis com as opções referidas anteriormente.

<sup>3</sup> <https://www.jetbrains.com/help/idea/discover-intellijidea.html>

Os testes realizados foram divididos em quatro fases devido também às percentagens atribuídas ao parâmetro emprego, obtendo assim um total de 1728 testes realizados de forma manual. Assim na primeira fase de testes foram atribuídas as seguintes percentagens ao parâmetro emprego: Autónomo – 0%; Desempregado – 33.3%; Privado – 66.6%; Público – 99.9%. Na segunda fase de testes foram atribuídas as seguintes percentagens: Autónomo – 99.9%; Desempregado – 0%; Privado – 33.3%; Público – 66.6%. Na terceira fase de testes foram atribuídas as seguintes percentagens: Autónomo – 66.6%; Desempregado – 99.9%; Privado – 0%; Público – 33.3%. Por fim, na quarta e última fase de testes foram atribuídas as seguintes percentagens ao parâmetro emprego: Autónomo – 33.3%; Desempregado – 66.6%; Privado – 99.9%; Público – 0%. De seguida serão apresentadas algumas análises realizadas. Foi possível verificar, independentemente da fase de testes, que à medida que o nível educacional aumenta, a percentagem final também, indicando assim que quanto maior for o nível educacional que o indivíduo tiver maior será a probabilidade de uma notícia ser verdadeira. Também se verificou que ao manter-se os parâmetros todos iguais, variando apenas o país é possível verificar que a percentagem final é maior quanto maior for a classificação atribuída ao país, ou seja, um país pouco provável > provável > muito provável. Dentro da empregabilidade também foi possível averiguar que ao manter-se os mesmos parâmetros selecionados, apenas variando as percentagens do emprego, é possível encontrar dois tipos de resultados: 1. Mantém-se sempre o mesmo resultado (sempre notícia verdadeira, falsa ou no estado de alerta); 2. Existe pelo menos um dos resultados diferentes, ou seja, é possível encontrar dois tipos de resultados finais. Na Figura 1 encontram-se os gráficos que demonstram os resultados obtidos durante as quatro fases de testes.

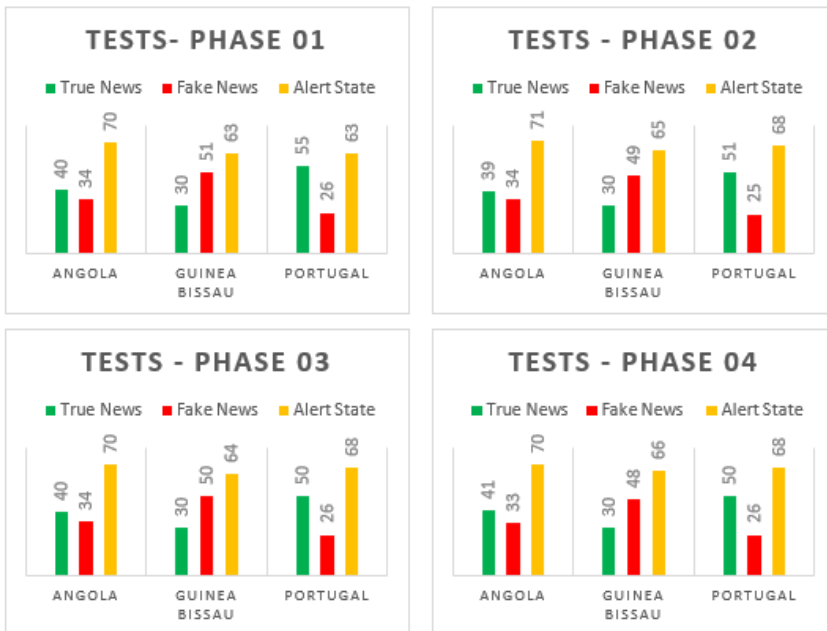


Figura 1 – Resultados dos Testes Realizados

## 4.2. Caso de Estudo 1

Com o objetivo de analisar a confiança desta ferramenta através da comparação de resultados foram utilizadas notícias reais, já classificadas com verdadeiras ou falsas por outra entidade. A finalidade da utilização das notícias consiste em usar os dados das mesmas de forma a verificar se o resultado obtido, ao utilizar a ferramenta, é o mesmo da classificação anteriormente já obtida. As notícias utilizadas nesta fase foram retiradas do programa ‘Hora da Verdade’, parceria entre a emissora TVI (Televisão Independente) e o jornal Observador, sendo este utilizado por se tratar de um programa transmitido em Portugal, país que constitui a CPLP. Neste programa as notícias, partilhadas a partir de várias fontes, são verificadas com base na análise jornalista, a partir de investigação e pode ser classificada como “certo”, “enganador” ou “errado”. Uma das notícias utilizadas está intitulada como “Hora da Verdade: Portugal tem dois milhões de pessoas a passar frio em casa?”, cujo objetivo seria verificar a veracidade da informação da afirmação fornecida pelo PAN (partido político), especificamente por Inês Sousa Leal, durante o debate do estado da nação. A análise realizada por esta parceria determinou que esta informação estaria “certa”, ou seja, que seria uma informação verdadeira. Na Figura 2 encontram-se as opções selecionadas na ferramenta, tendo como base a notícia anteriormente referida e o resultado obtido da ferramenta, sendo a notícia classificada como “notícia verdadeira”.

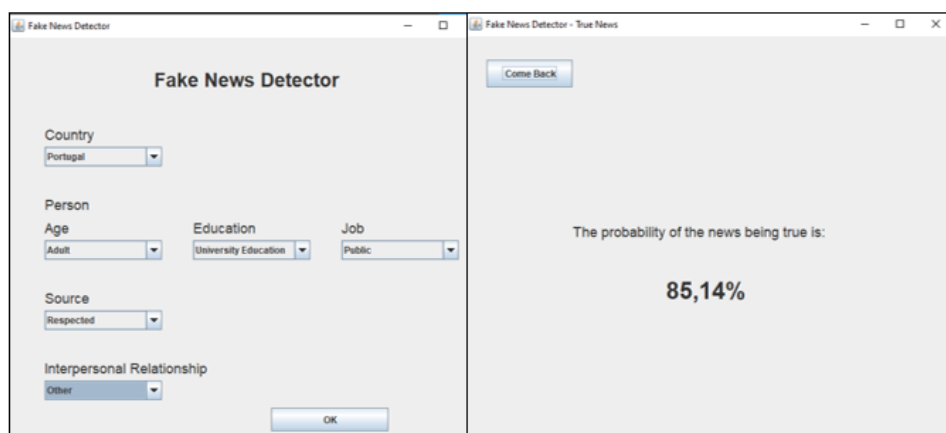


Figura 2 – Interface Inicial com as opções selecionados e resultado

## 5. Considerações Finais

Durante a realização deste trabalho a maior dificuldade verificada consistia em obter informação que relacionasse a Comunidade de Países de Língua Portuguesa (CPLP) e a temática das fake news, sendo que a existência de estudos é reduzida ou até inexistente sobre alguns destes países. A ferramenta desenvolvida é uma gota no oceano, ou seja, não influenciará o término definitivo das fake news, pois não é possível impedir que estas sejam criadas. Porém é uma grande inovação pois não existem muitas soluções associadas a esta temática em lojas de aplicações, como por exemplo a App Store e a

Play Store, possibilitando que qualquer utilizador consiga verificar se a informação é verdadeira ou falsa, evitando que notícias falsas sejam partilhadas e consequentemente que a sociedade seja enganada, principalmente em países onde a dúvida sobre a veracidade das informações está instalada. Consiste também numa ferramenta em que fatores como o tamanho da notícia ou até o site em que as mesmas se encontram, não seja impedimento para a utilizar, sendo uma mais valia para o utilizador estar informado. Ao serem realizados testes, também foi possível verificar e comparar os resultados obtidos através da utilização da ferramenta, permitindo identificar se esta é um espelho da pesquisa realizada. Foram feitas comparações relativas ao país, idade e nível educacional, sendo que estas correram como o previsto. Ainda foi realizada uma comparação relativa à empregabilidade, na qual percentagens foram variadas, sendo possível identificar que existem casos onde a classificação final da notícia se mantém e outros onde a classificação da notícia pode variar.

Devido à grande quantidade de testes que teriam de ser realizados, a amostra de testes teve que ser reduzida, fazendo com que não fosse possível realizar testes para todos os parâmetros que esta ferramenta apresenta, porém, a análise dos testes foi realizada de uma forma generalizada, pois neste caso seria possível. Também foi possível identificar que apesar das soluções existentes, as mesmas são poucas, comparando com a grande quantidade de partilha de notícias falsas existente atualmente. Sendo esta uma temática bastante ampla, todas as oportunidades de soluções são bem-vindas. É possível confirmar que esta ferramenta foi implementada com sucesso, pois foram obtidos os 58 resultados positivos, porém esta pode ser sempre ampliada e/ou melhorada.

Em trabalhos futuros pretende-se que seja realizada uma análise de parâmetros com dados associados a cada país – Uma pesquisa, recorrendo por exemplo a questionários, de forma a tornar a ferramenta mais incidente ao impacto das fake news em cada país e não de uma forma generalizada, tal como foi implementado; A continuação da análise de testes - Realização dos testes em falta, bem como a sua análise; E que sejam Adicionados novos parâmetros – Realização de uma pesquisa, permitindo que sejam adicionadas novas classificações às já existentes, por exemplo: adicionar novos países; ou identificar novas características, de forma a aumentar o modelo taxonômico e permitir uma análise mais avançada da notícia. Embora alguns problemas identificados em países de língua portuguesa, a sequência deste trabalho deverá abranger também outros países de diferentes línguas em pesquisas futuras. Acreditamos que as contribuições obtidas são úteis para a comunidade e podem gerar novos testes e resultados a partir do que foi desenvolvido.

## **Agradecimentos**

Agradecemos a Fundação para a Ciência e a Tecnologia, I.P. (Portuguese Foundation for Science and Technology) by the project UIDB/05064/2020 (VALORIZA – Research Centre for Endogenous Resource Valorization) and it was partially supported by Fundação para a Ciência e a Tecnologia under Project UIDB/04111/2020, and ILIND– Instituto Lusófono de Investigação e Desenvolvimento, under project COFAC/ILIND/COPELABS/3/2020. This work was supported by the Instituto de Telecomunicações, Portugal and funded by FCT/MCTES through national funds and when applicable co-funded EU funds under the project UIDB/50008/2020.

## Referências

- Alvino, N. (2019). This is how to fight fake news at work in a post-trust era. FastCompany. Alvino, N. This is how to fight fake news at work in a post-trust era. FastCompany. <https://www.fastcompany.com/90387088/this-is-how-to-fight-fake-news-at-work-in-a-post-trust-era>
- Burkhardt, J. M. (2017). History of fake news. *Library Technology Reports*, 53(8), 5-9. <https://doi.org/10.58601/ltr.53n8>
- Cardoso, M. H., da Rocha Fernandes, A. M., Marin, G., Leithardt, V. R. Q., & Crocker, “Comparison between Different Approaches to Sentiment Analysis in the Context of the Portuguese Language,” 2021 16th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI), 2021, pp. 1-6, doi: 10.23919/CISTI52073.2021.9476501.
- Estudio de Comunicación (2018). Influencia de las noticias falsas en la opinión pública. <https://www.apmadrid.es/wp-content/uploads/2018/09/estudio-informefakenews-estudiodecomunicacion-20.09.2018.pdf>.
- Fernández, L. R. (2019). Desinformación y comunicación organizacional: estudio sobre el impacto de las fake news. *Revista latina de comunicación social*, (74), 1714-1728. <https://doi.org/10.4185/RLCS-2019-1406>
- Figueira, Á., & Oliveira, L. (2017). The current state of fake news: challenges and opportunities. *Procedia Computer Science*, 121, 817-825. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2017.11.106>
- Gomes, S. F., Penna, J. C. B. D. O., & Arroio, A. (2020). Fake news científicas: percepção, persuasão e letramento. *Ciência & Educação (Bauru)*, 26. <https://doi.org/10.1590/1516-731320200018>
- Guess, A., Nagler, J., & Tucker, J. (2019). Less than you think: Prevalence and predictors of fake news dissemination on Facebook. *Science advances*, 5(1), eaau4586. <https://doi.org/10.1126/sciadv.aau4586>
- Hirst, M. (2017). Towards a political economy of fake news. *The political economy of communication*, 5(2), 82-87, 2357-1705. <http://www.polecom.org>
- Leithardt, V., Borges, G., Rossetto, A., Rolim, C., Geyer, C., Correia, L., ... & Sá Silva, J. (2013). A privacy taxonomy for the management of ubiquitous environments. *J. Commun. Comput*, 10, 1529-1553.
- Leithardt, V. R., Correia, L. H. A., Borges, G. A., Rossetto, A. G., Rolim, C. O., Geyer, C. F., & Silva, J. M. S. (2018). Mechanism for Privacy Management Based on Data History (UbiPri-His). *J. Ubiquitous Syst. Pervasive Networks*, 10(1), 11-19.
- Loos, E., & Nijenhuis, J. (2020, July). Consuming Fake News: A Matter of Age? The perception of political fake news stories in Facebook ads. In *International Conference on Human-Computer Interaction* (pp. 69-88). Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-50232-4\\_6](https://doi.org/10.1007/978-3-030-50232-4_6)



- Lopes, H., Pires, I. M., Sánchez San Blas, H., García-Ovejero, R., & Leithardt, V. (2020). PriADA: Management and Adaptation of Information Based on Data Privacy in Public Environments. *Computers*, 9(4), 77.
- Ochoa, I. S., de Mello, G., Silva, L. A., Gomes, A. J., Fernandes, A. M., & Leithardt, V. R. Q. (2019, September). Fakechain: A blockchain architecture to ensure trust in social media networks. In *International conference on the quality of information and communications technology* (pp. 105-118). Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-29238-6\\_8](https://doi.org/10.1007/978-3-030-29238-6_8)
- ONU News (2020). Chefe da ONU diz que mundo sofre onda de falsas informações após surgimento da covid-19. <https://news.un.org/pt/story/2020/04/1710342>
- Posetti, J., & Matthews, A. (2018). A short guide to the history of fake news' and disinformation. *International Center for Journalists*, 7, 1-19. [https://www.icfj.org/sites/default/files/2018-07/A%20Short%20Guide%20to%20History%20of%20Fake%20News%20and%20Disinformation\\_ICFJ%20Final.pdf](https://www.icfj.org/sites/default/files/2018-07/A%20Short%20Guide%20to%20History%20of%20Fake%20News%20and%20Disinformation_ICFJ%20Final.pdf)
- Ragnani, J. (2018). Pesquisa inédita identifica grupos de família como principal vetor de notícias falsas no WhatsApp. *BBC Brasil*. <https://www.bbc.com/portuguese/brasil-43797257>.
- Ruchansky, N., Seo, S., & Liu, Y. (2017, November). Csi: A hybrid deep model for fake news detection. In *Proceedings of the 2017 ACM on Conference on Information and Knowledge Management* (pp. 797-806). <https://doi.org/10.1145/3132847.3132877>
- Serafim, T. S. (2020). A pandemia do novo coronavírus é também uma pandemia de desinformação. *Público*. <https://www.publico.pt/2020/03/15/ciencia/noticia/pandemia-novo-coronavirus-tambem-pandemiadesinformacao-190770>.
- Visão (2020). De que forma a desinformação em torno da Covid-19 está a originar mortes e problemas de saúde . <https://visao.sapo.pt/atualidade/sociedade/2020-08-17-de-que-forma-a-desinformacao-em-torno-da-covid-19-esta-a-originar-mortes-e-problemas-de-saude/>.
- Vivar, J. M. F. (2020). Datos masivos, algoritmización y nuevos medios frente a desinformación y fake news. *Bots para minimizar el impacto en las organizaciones. Comunicación y Hombre*, (16), 101-114. <https://doi.org/10.32466/eufv-cyh.2020.16.601.101-114>
- Watson, A. (2019). Share of adults who have witnessed fake news in print media worldwide as of January 2019, by country. *Statista*. <https://www.statista.com/statistics/1016534/fake-news-print-media-worldwide/>. Acessado em outubro 2021.
- Zafarani, R., Zhou, X., Shu, K., & Liu, H. (2019). Fake news research: Theories, detection strategies, and open problems. In *Proceedings of the 25th ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery & Data Mining*, (pp. 3207-3208). <https://doi.org/10.1145/3292500.3332287>



# Formación de comunicadores frente a la transición digital: Caso UTPL

Abel Suing, Juan Pablo Arrobo-Agila, Verónica González-Rentaría

[arsuing@utpl.edu.ec](mailto:arsuing@utpl.edu.ec); [jparrobo1@utpl.edu.ec](mailto:jparrobo1@utpl.edu.ec); [vegonzalez@utpl.edu.ec](mailto:vegonzalez@utpl.edu.ec)

Universidad Técnica Particular de Loja, Departamento de Ciencias de la Comunicación, Grupo de Investigación “Comunicación y Cultura Audiovisual”, Calle M. Champagnat, 11-01-608, Loja, Ecuador.

Pages: 212-225

**Resumen:** El propósito de la investigación es identificar las impresiones de estudiantes y gestores de medios de comunicación social respecto a los retos y oportunidades que enfrenta la educación superior en la transición a la cibercomunicación, a partir del estudio de caso de la carrera de comunicación de la Universidad Técnica Particular de Loja (UTPL) de Ecuador en la modalidad de estudios a distancia. La investigación es de tipo descriptivo y relacional, se emplea metodología cualitativa y cuantitativa a través de encuestas y entrevistas semiestructuradas. Los estudiantes prefieren los medios de comunicación digitales y en *streaming*, sin embargo, no se arriesgan a cursar una carrera relacionada con nuevas formas y herramientas de comunicación. Las enseñanzas presenciales pierden espacio. Se concluye identificado dos vertientes, una de fundamentos y valores de la profesión, y otra sobre temas emergentes en comunicación digital. Los expertos abordados piden preservar el buen ejercicio periodístico.

**Palabras-clave:** comunicación; educación universitaria; medios sociales; periodismo; tecnologías mediáticas.

## *Teaching of communicators facing the digital transition. UTPL case*

**Abstract:** The purpose of the research is to identify the impressions of students and media managers regarding the challenges and opportunities facing higher education in the transition to cybercommunication, based on the case study of the communication career of the Universidad Técnica Particular de Loja (UTPL) of Ecuador in the distance learning mode. The research is descriptive and relational, using qualitative and quantitative methodology through surveys and semi-structured interviews. Students prefer digital and *streaming* media, however, they do not take the risk of pursuing a career related to new forms and tools of communication. Face-to-face teaching is losing space. Two aspects were identified, one on the fundamentals and values of the profession, and the other on emerging issues in digital communication. The experts addressed call for the preservation of good journalistic practice.

**Keywords:** *Communication; university education; social media; journalism; media technologies.*

## 1. Introducción

La proporción de personas que utilizan Internet y los suscriptores de teléfonos móviles a nivel mundial y regional muestran incrementos sostenidos en la última década (OurWorldInData, 2021), en el primer caso cerca del 50% y en el segundo más del 100% de la población tiene posibilidades de recibir y generar contenidos digitales, un ejemplo de ello y de la disminución de los consumos de los medios convencionales lo ofrece el sector de la televisión,

el futuro apunta al ascenso de la televisión, tanto abierta como paga, a través de dispositivos conectados a Internet. Según estimaciones de *Digital TV Research*, el número de latinoamericanos con acceso a un servicio de televisión paga tiene previsto disminuir de 72 millones de suscriptores en 2017 a 67 millones en 2025 (Olavarría et al., 2021, p. 27).

En el contexto señalado la transformación digital plantea oportunidades y retos para los profesionales y para los sistemas educativos ya que “parece claro que se deberán incorporar nuevas materias y habilidades como [...] la analítica de datos, la infografía, el periodismo de datos, la distribución a través de redes sociales, los nuevos formatos audiovisuales, el márketing de contenidos, etc.” (Sáez, 2020, p. 146). El campo digital supone formar competencias que los programas académicos deben incorporar, de lo contrario los egresados de las carreras de comunicación y periodismo estarían desfasados y tendrían pocas posibilidades de insertarse laboralmente.

La respuesta de la academia es avanzar a una “transversalidad mixta” en el sentido de integrar el perfil que demandan los cibermedios con las titulaciones clásicas (Tejedor, 2006) así se acoge el tratamiento del *big data*, el uso de herramientas tecnológicas y las narrativas hipermedia en un nuevo perfil del periodismo donde “el software, la estadística y la gestión de bases de datos toman el mando” (López, et al., 2016, p. 292).

Otra evidencia que anima la revisión de los programas formativos es que “en la actualidad no se cubren las ofertas de empleo en comunicación apegadas al análisis de datos, la programación, el diseño o la creatividad digital. Para abordar estas áreas, el futuro periodista precisa una formación interdisciplinaria” (Saavedra et al., 2020, p. 106), pero contradictoriamente en algunos países, como Timor Oriental, los estudiantes “mostraron que aspiran a ser periodistas en la industria de las noticias, a pesar de la falta de oportunidades laborales en el periodismo [aunque] el verdadero desafío es mejorar las habilidades para entrevistar y escribir” (Parahita et al., 2020, p. 276).

En búsqueda de un equilibrio entre lo clásico, los saberes fundamentales y las nuevas exigencias del espacio digital surge un dilema respecto al papel de la universidad en el sentido de ser “concebida como un centro educativo, y no como un centro de capacitación, [está para] educar personas bien formadas que eleven la calidad del periodismo y el debate público” (Lugo-Ortíz, 2016, p. 284). Emergen nuevos escenarios y dispositivos, pero el rol de los comunicadores y periodistas sigue, entregan información a la sociedad para que los ciudadanos tomen decisiones conscientes.

Se espera de “las instituciones académicas una importante reflexión y una amplia flexibilidad para adaptar su oferta curricular y sus metodologías a las demandas del

nuevo escenario comunicativo” (Ufarte, et al., 2020, p.142), sin descuidar las enseñanzas de lenguaje y redacción centrarán sus esfuerzos en especializar a los estudiantes “en áreas determinadas, a fin de marcar una ventaja competitiva frente a otros profesionales afines” (Villanueva, et al., 2018: p, 201); vale recordar que los perfiles profesionales se agrupan en dos ejes “los elementos básicos o fundamentos [...] y la dimensión tecnológica” (López, et al., 2017, p. 87).

Incluso con los cambios previsibles será necesario continuar preparando a los alumnos “para un sector duro cuya precariedad se agrava [...] que permite una mayor flexibilidad laboral y, al mismo tiempo, expone a los informadores a un mayor riesgo de precariedad” (Marín-Sanchiz & González-Esteban, 2021, p. 575), por ello resulta adecuado formar competencias que lleven a la asociación, al trabajo en equipo para identificar las lógicas del emergente modelo de emprendimientos y movilidades temporales característicos, por ejemplo, en la realización audiovisual (Sáez & Ruiz, 2011: 118).

La situación de los periodistas y los medios de comunicación del Ecuador no es distinta a la de otros países, existen medios digitales que han incorporado interfaces interactivas para los usuarios digitales (Aguirre & Odrizola, 2017), y se aprecia distancia entre la formación universitaria y los requerimientos de las empresas, “el nivel de conocimientos percibido por los directivos es [de] mayor solidez en los aspectos teóricos y conceptuales, pero con una debilidad en el componente práctico” (Trámpuz, et al., 2019, p. 20).

A partir de lo señalado, el propósito de esta investigación es identificar las impresiones de estudiantes, profesionales y gestores de medios de comunicación social respecto a los retos y oportunidades que enfrenta la educación superior en la transición a la cibercomunicación, a partir del estudio de caso de la carrera de comunicación de la Universidad Técnica Particular de Loja (UTPL) de Ecuador en la modalidad de estudios a distancia.

La razón de considerar a los estudiantes a distancia es porque viven en distintas ciudades del país y aprenden a través de un modelo que democratiza el acceso a la educación, este mecanismo respeta y valora la cultura e identidad de los pueblos, se potencia a través de la virtualidad, y desde el inicio de la pandemia es una de las alternativas mejor dispuestas para continuar con la enseñanza frente a las limitaciones y protocolos de salud que el control de la Covid-19 implica.

Las preguntas de investigación son:

1. ¿Qué retos se identifican en la transición a los medios de comunicación digitales?,
2. ¿Qué competencias debe poseer el periodista que ingresa a laborar en los medios de comunicación?
3. ¿Se reemplazará la redacción manual de noticias por softwares especializados?
4. ¿En qué área debe especializarse el periodista para aprovechar las oportunidades derivadas de la transición digital de los medios de comunicación?
5. ¿Hay relación entre el título que buscan los estudiantes y las áreas donde esperan laboral?
6. ¿Qué retos enfrentan los periodistas y comunicadores a partir de la Covid-19?

## 2. Metodología

La investigación es de tipo descriptivo y relacional (Hernández, et al., 2000), se emplea metodología cualitativa y cuantitativa a través de encuestas y entrevistas semiestructuradas. El enfoque descriptivo permite obtener datos fiables sobre el fenómeno o proceso en estudio (Mellinger & Hanson, 2016), de acuerdo a Cazau (2006) deben seleccionarse variables para representar de forma detallada el objeto de estudio en “las propias palabras de las personas” (Taylor & Bodgan, 1984, p. 20).

Las encuestas se aplicaron a muestras no probabilísticas por conveniencia debido a la disponibilidad de los participantes. Las muestras por conveniencia optimizan el tiempo y brindan información “de acuerdo con las circunstancias concretas que rodean tanto al investigador como a los sujetos o grupos investigados” (Sandoval, 2002, p. 124). Estudiantes respondieron a las encuestas a través de formularios en Google Forms, se consultaron las apreciaciones sobre los estudios y sugerencias de mejoras.

La encuesta administrada por los investigadores se ejecutó entre el 13 y 22 de julio de 2021, intervinieron 110 estudiantes que viven en varias ciudades del Ecuador. El muestreo no probabilístico corresponde al denominado muestreo subjetivo por decisión razonada, donde las unidades se eligen en función de algunas características (Corbetta, 2007), en este caso, por su pertenencia a un campo específico de estudios.

Las interrogantes sobre títulos y nombres de cursos (asignaturas) se formularon a partir de las conclusiones de los estudios de López-García et al. (2016) y López-García et al. (2017). La pregunta sobre competencias se elaboró en relación a las habilidades que deben adquirir los periodistas y comunicadores (Lugo-Ortiz, 2016; Parahita et al., 2020). El procesamiento de datos se realizó en SPSS (v.22). Los perfiles de los participantes son: 60 mujeres (54,5%) y 50 hombres (45,5%); estado civil: soltero(a): 81,8%; casado(a) o en pareja: 14,5%; divorciado(a) o separado(a): 3,7%. Las preguntas consultadas se detallan a continuación.

La fiabilidad de la encuesta en las preguntas de escala Likert se evaluó a través del estadístico Alfa de Cronbach para 11 elementos, con un resultado de 0,86 que implica buen o alto nivel de confianza (Chaves-Barboza & Rodríguez-Miranda, 2018; Frías-Navarro, 2020), esto supone que los investigadores pueden confiar en los resultados (Mendoza, et al., 2019).

Las entrevistas semiestructuradas se efectuaron del 14 al 22 de julio de 2021 a periodistas, gestores de medios de comunicación y expertos que viven en 11 ciudades del Ecuador: Chone, La Concordia, Latacunga, Manabí, Manta, Pujilí, Puyango, Quevedo, Quito, Santo Domingo y Saraguro. Las características de los entrevistados son: 13 hombres y 7 mujeres, de ellos siete están relacionados con la radio, uno con la televisión, dos con los medios sociales, dos con la administración pública, tres con los medios impresos, dos con la docencia, y tres en libre ejercicio profesional. La edad promedio es 44 años.

Dimensión	Nº	Preguntas	Respuestas
Datos generales	P1	Sexo	Hombre, Mujer
	P2	Edad	Abierta
	P3	Estado civil	Soltero(a), Casado/a o en pareja, Divorciado/a o separado/a, Viudo/a,
	P4	Región	Costa y Galápagos, Sierra, Oriente, Exterior.
Medios y formación	P5	Tipo de medio de comunicación por el que Ud. tiene mayor preferencia	Agencia de noticias, Medios en Internet / <i>Streaming</i> ; Periódicos y revistas en papel; Radio tradicional; TV cable / TV satelital; No tiene preferencias
	P6	¿En qué área de la profesión en comunicación le interesa trabajar?	Prensa, Radio y TV tradicionales; funcionario (sector público o privado); Consultoría / trabajo por cuenta propia; Docencia; Medios online / redes sociales Otros.
	P7	¿Qué (título de) carrera universitaria en comunicación le parece más atractivo? Licenciatura en ...	Comunicación digital y redes sociales; Comunicación organizacional; Comunicación social; Comunicación audiovisual y multimedia; Periodismo; Periodismo digital y análisis de datos
	P8	¿Qué modalidad prefiere para estudiar la carrera?	Presencial; Distancia; En línea; Mixta.
	P9	¿Qué curso debe incluirse en su programa de estudios?	Análisis de datos para el periodismo; Análisis de redes sociales; Documentación y periodismo de datos; Estadística; Historia latinoamericana y universal; Infografía, visualización y procesamiento de datos; Informática; Literatura; Narrativas multimedia; Negociación; Storytelling digital; Técnicas de rastreo y análisis cuantitativos; Transparencia y gobierno abierto; Otros.
	P10	Buena redacción	
	P11	Capacidad de investigación	
	P12	Conocimiento de actualidad	
	P13	Cultura general	
Competencias que debe poseer un profesional en comunicación	P14	Gestión del tiempo	Escala Likert. 1= Totalmente en desacuerdo; 2= En desacuerdo; 3= Ni en desacuerdo ni de acuerdo; 4= De acuerdo; 5= Totalmente en desacuerdo.
	P15	Habilidades orales	
	P16	Trabajo en equipo	
	P17	Capacidad de diseño	
	P18	Pensamiento crítico	
	P19	Producción audiovisual	
	P20	Integración multimedia	
Covid-19	P21	¿Cuál es el principal reto que enfrentan los periodistas y comunicadores a partir de la Covid-19?	Combatir las noticias falsas; Conseguir que la ciudadanía mantenga y refuerce la confianza en los medios de comunicación; Convertir a la tecnología en una aliada; Evitar la precariedad y explotación laboral; Identificar las manipulaciones a la información con fines políticos; La seguridad de los periodistas frente a catástrofes; Preservar los valores clásicos del buen ejercicio periodístico; Otros

Tabla 1 – Matriz de preguntas

La identificación de los testimonios se realiza según la presente codificación. E-01: hombre, comunicador y promotor de redes sociales en la AMT-Quito. E-02: hombre, productor de radio. E-03: mujer, comunicadora de gobierno local. E-04: hombre, redactor de medios impresos. E-05: hombre, productor de redes sociales con enfoque en deportes. E-06: mujer, periodista en libre ejercicio. E-07: hombre, gerente de radio y director de noticias. E-08: mujer, periodista de radio y gestora social. E-09: hombre, ex editor de prensa. E-10: mujer, periodista de prensa. E-11: hombre, propietario y locutor de radio. E-12: hombre, gerente y administrador de radio. E-13: hombre, asesor de medios. E-14: hombre, director de noticias en televisión. E-15: hombre, periodista y locutor de la radio. E-16: mujer, periodista y relacionista pública. E-17: mujer, directora de comunicación del Consejo de Educación Superior del Ecuador. E-18: hombre, docente y locutor de radio. E-19: mujer, periodista de radio. E-20: hombre, periodista, docente y consultor político.

### 3. Resultados

En la tabla 2 se presentan los resultados de las principales variables de las dimensiones de información general, medios y formación de la encuesta. Se aprecia concentración en los rangos de edades jóvenes. Los medios de comunicación de mayor preferencia son los digitales y la radio tradicional. Las denominaciones de titulaciones más apreciadas son comunicación social, periodismo y, comunicación digital y redes sociales. Las áreas o espacios laborales en donde esperan insertarse los estudiantes están relacionados con los sectores públicos o privados, es decir, trabajar como funcionarios, luego se ubican las preferencias por medios de comunicación en línea y tradicionales.

Edades	Medio de comunicación preferido						Total
	Agencia de noticias	Medios en Internet / Streaming	Periódicos y revistas en papel	Radio tradicional	TV cable / TV satelital	No tiene preferencias	
17-27	5	61	1	2	4	2	75
28-38	1	14	2	5	2	1	25
39-49	0	1	0	2	0	2	5
50-60	0	2	0	1	0	0	3
61-71	0	1	0	0	0	0	1
72 y más	0	1	0	0	0	0	1
Total	6	80	3	10	6	5	110

Edades	Título de carrera atractivo. Licenciatura en...						Total
	Comunicación digital y redes sociales	Comunicación organizacional	Comunicación social	Comunicación audiovisual y multimedia	Periodismo	Periodismo digital y análisis de datos	
17-27	14	4	20	17	16	4	75
28-38	7	4	8	1	4	1	25
39-49	2	0	0	1	2	0	5
50-60	1	0	0	0	1	1	3
61-71	0	1	0	0	0	0	1
72 y más	0	0	0	0	1	0	1
Total	24	9	28	19	24	6	110
Edades	Área preferida para trabajar						Total
	Prensa, Radio y TV tradicionales	Funcionario (sector público o privado)	Consultoría / trabajo por cuenta propia	Docencia	Medios online / redes sociales	Otros*	
17-27	6	30	3	4	28	4	75
28-38	3	7	5	2	6	2	25
39-49	1	3	0	0	1	0	5
50-60	0	1	1	0	1	0	3
61-71	0	1	0	0	0	0	1
72 y más	1	0	0	0	0	0	1
Total	11	42	9	6	36	6	110

\*Otros: periodismo deportivo, fotografía, periodismo de investigación.

Tabla 2 – Relaciones entre medios de comunicación y formación

La modalidad de estudios con mayor acogida es la modalidad a distancia (tabla 3), aunque la elección puede estar sesgada porque los encuestados provienen de esta forma de educación, sin embargo, solo representan el 40% de preferencias, la segunda elección es la modalidad mixta (31%) y en tercera posición están los estudios presenciales.

Curso que debe incluirse	¿Qué modalidad prefiere para estudiar la Carrera?				Total
	Presencial	Distancia	En línea	Modalidad mixta	
Análisis de datos para el periodismo	1	1	1	1	4
Análisis de redes sociales	4	8	5	9	26
Documentación y periodismo de datos	2	0	0	4	6
Estadística	0	1	0	0	1
Historia latinoamericana y universal	0	2	0	3	5
Infografía, visualización y procesamiento de datos	2	3	0	0	5
Informática	1	4	0	4	9
Literatura	1	2	0	1	4
Narrativas multimedia	4	2	0	1	7
Negociación	2	4	1	2	9
Otros (minería de datos, periodismo deportivo, publicidad, psicología)	1	0	1	2	4
Protección a los periodistas	0	6	1	1	8
Storytelling digital	2	4	1	1	8
Técnicas de rastreo y análisis cuantitativos	1	3	0	1	5
Transparencia y gobierno abierto	1	4	0	4	9
Total	22	44	10	34	110

Tabla 3 – Modalidades de estudios y cursos

Se buscó la relación entre las preferencias de la denominación de los títulos y las áreas laborales (tabla 4). Según la prueba de Chi Cuadrado se observa que la significación asintótica (bilateral) es de 0,003 menor a 0,05, por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula que se refiere a que las variables “áreas preferidas para trabajar” y “título de carrera atractivo” son independientes, por lo contrario, si existe asociación entre las variables. Los títulos que buscan los estudiantes tienen relación con los espacios o lugares donde aspiran a desempeñarse. Quienes pretenden el título de licenciatura en comunicación social esperan ser funcionarios, mientras que aquellos que señalan los títulos en comunicación digital, audiovisual y multimedia prefieren trabajar en los medios en línea.



Título de carrera atractivo. Licenciatura en comunicación...	Áreas preferidas para trabajar						Total
	Prensa, Radio y TV tradicionales	Funcionario (sector público o privado)	Consultoría / trabajo por cuenta propia	Docencia	Medios online / redes sociales	Otros	
Digital y redes sociales	1	4	2	1	15	1	24
Organizacional	0	6	2	0	0	1	9
Social	2	16	2	2	6	0	28
Audiovisual y multimedia	2	6	0	1	9	1	19
Periodismo	6	7	1	1	6	3	24
Periodismo digital y análisis de datos	0	3	2	1	0	0	6
Total	11	42	9	6	36	6	110

Tabla 4 – Asociación entre título y empleo

Las respuestas a las competencias que debe poseer el profesional en comunicación están en la tabla 5. Todas las competencias reciben los mayores pesos en las opciones “de acuerdo” (18% en promedio) y “totalmente de acuerdo” (78% en promedio), las más apreciadas son las competencias de buena redacción e investigación, en el otro extremo están las competencias de integración multimedia y diseño.

Competencias	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni en desacuerdo ni de acuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
Buena redacción	0%	0%	1%	5%	94%
Capacidad de investigación	0%	0%	1%	11%	88%
Conocimiento de actualidad	0%	0%	2%	11%	87%
Cultura general	0%	0%	4%	14%	83%
Gestión del tiempo	0%	1%	6%	31%	62%
Habilidades orales	0%	0%	2%	15%	83%

Competencias	Totalmente en desacuerdo	Em desacuerdo	Ni en desacuerdo ni de acuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
Trabajo en equipo	1%	1%	3%	11%	84%
Capacidad de diseño	0%	1%	8%	31%	60%
Pensamiento crítico	0%	0%	2%	16%	82%
Producción audiovisual	0%	1%	6%	21%	72%
Integración multimedia	0%	1%	10%	30%	59%

Tabla 5 – Valoración de las competencias

Frente a los cambios que la Covid-19 impuso en las relaciones sociales, donde la virtualidad y los consumos digitales ganan espacio, los estudiantes encuestados señalan que los principales retos que enfrentan los periodistas y comunicadores son:

- Combatir las noticias falsas, para el 31% de los participantes.
- Conseguir que la ciudadanía mantenga y refuerce la confianza en los medios de comunicación, para el 24%.
- Convertir a la tecnología en una aliada, para el 6%.
- Evitar la precariedad y explotación laboral, para el 5%.
- Identificar las manipulaciones a la información con fines políticos, para el 14%.
- La seguridad de los periodistas frente a catástrofes, para el 5%.
- Preservar los valores clásicos del buen ejercicio periodístico, para el 11%.
- Otros: marcos jurídicos de amparen la profesión, corresponsabilidad de los propietarios de medios de comunicación, los riesgos derivados de informar sobre narcotráfico, para el 4%.

El segundo instrumento de investigación, las entrevistas semiestructuradas, permite identificar que los retos que los comunicadores enfrentan en la transición a los medios de comunicación digitales se agrupan en cinco ejes:

1. Periodismo de calidad. “El reto del periodista es mantener bien informada a la población” (E-05), “ser más investigativos y llevar una noticia con más rigor” (E-07), entregar “información que aporte, que nutra a la sociedad” (E-01), para “formar ciudadanos más innovadores, líderes para una sociedad más justa y trabajadora” (E-07). Frente a los nuevos medios, “un periódico o un canal de televisión deben contar una misma noticia que los medios digitales con un eje diferente, con mejor estilo de redacción y, por supuesto, con más suspicacia” (E-04).
2. Verificación. Los periodistas deben “identificar las noticias falsas en las plataformas digitales” (E-07), “resaltar la información en medio de muchas noticias falsas” (E-08), para ello es necesario “contextualizar la noticia, es deber de un buen periodista porque existen voces y actores oficiales indicando

- qué publicar sin tener una verificación” (E-02), así mismo, “las agencias de comunicación son una pieza clave a la hora de ayudar a los periodistas a contrastar la información” (E-03), el resultado de estas acciones será “volver a ganarse esa confianza perdida porque hoy todos se consideran creadores de contenidos, y los contenidos son pobres, falsos” (E-05).
3. Aprender e implementar tecnologías de comunicación. En opinión de los periodistas, deben “aprender a convivir y adaptarse a la tecnología” (E07), “a las plataformas en Internet como redes sociales, *streaming* y manejar software para transmitir contenidos” (E-06), es necesario “actualizarse, aprender informática comunicacional e involucrarse en esta nueva tecnología” (E-11), “en las redes sociales, páginas Web, blogs, diseño” (E-19), “conocer las potencialidades de la comunicación digital, sus propias capacidades, fortalezas, amenazas y oportunidades” (E-20). “La transición a la comunicación digital es primordial porque ahora todo el mundo tiene un smartphone un dispositivo en casa en la cual leer una noticia, informarse” (E-14).
  4. Financiación para formación. Los entrevistados señalan que hay “falta de presupuesto” (E-16) para “preparar a su personal y estructurar su equipo de trabajo con habilidades y conocimientos compatibles con el nuevo entorno” (E-20), lo que “implica una cuestión económica porque los periodistas desean estar a la par, se necesita dinero para las capacitaciones y la adquisición de los instrumentos tecnológicos para poder trabajar de mejor manera” (E-19).
  5. Mejorar las relaciones con los gobiernos. La “Covid-19 nos enseñó que la vocería y el flujo de información debe mantenerse expedito, sobre todo en los casos de las instituciones públicas ya que están en constante requerimiento de información por parte de la sociedad” (E-17), sin embargo, persiste “poca ayuda de voceros gubernamentales para generar pronta información” (E-16).

#### 4. Conclusiones

Los estudiantes prefieren los medios de comunicación digitales y en *streaming*, particularmente los más jóvenes, pero no se arriesgan a estudiar una carrera relacionada con esta nueva forma de comunicación tal vez porque esperan una plaza de trabajo como funcionarios o tienen una pobre visión emprendedora, a pesar de aquello las calificaciones que reciben los títulos y áreas relacionadas a los medios digitales están entre la segunda y tercera opción (tablas 2).

Los datos de la tabla 3 animan a concluir que los estudios presenciales son una opción menos preferida frente a estudios a distancia y virtual, aunque aún conservan espacio en una combinación con otras modalidades. La misma tabla permite ver que los cursos más demandados para incluirse en los programas académicos son los relacionados con análisis de redes sociales, informática y transparencia.

Parecería que los estudiantes viven una encrucijada porque la digitalización implica unas capacidades para las formas masivas de comunicación en línea, sin embargo, retrasan el cambio hacia estudios, titulaciones y empleos acordes a esta realidad.

Como se señaló, sobre la base de los datos de la tabla 4 hay relación entre “áreas preferidas para trabajar” y “título de carrera atractivo”.

Entre las competencias valoradas por los alumnos y las expresadas por los periodistas, gestores de medios de comunicación y expertos hay coincidencias. (Competencias generales: redacción, habilidades orales o trabajo en equipo. Competencias específicas: producción audiovisual o integración multimedia).

Un aspecto particular es la consideración de la competencia de trabajo en equipo que, pese a ser menos valorada por los estudiantes, es una cualidad necesaria para empleos en realización audiovisual, esto denota que es relevante la persona y sus valores para el ejercicio de la profesión.

Los principales retos que perciben los periodistas del Ecuador en el paso a los cibermedios son mantener el ejercicio profesional con altos estándares, enfrentar la desinformación en la Internet, aprendizaje continuo de las nuevas tecnologías de la comunicación, búsqueda de financiamientos para cubrir la educación permanentemente, conservar buenas relaciones con las entidades de gobierno, así como mantener *lobby* para el fomento de las políticas públicas de comunicación.

Por otro lado, la impresión de los periodistas es que la implementación de las tecnologías de comunicación en softwares y equipos informáticos en las redacciones puede ser una oportunidad para dinamizar el tratamiento de los datos y enfrentar las noticias falsas, pero los equipos no reemplazarán a las personas. El trabajo de campo, los diálogos, la cultura y los afectos no serían cambiados por robots.

Las coincidencias que emerge en este estudio son dos, una vertiente de fundamentos y valores de la profesión, y la incorporación de temas emergentes en la comunicación digital. Las repuestas de los estudiantes y expertos señalan la necesidad de reforzar la confianza en los medios, emplear las tecnologías y preservar el buen ejercicio periodístico.

Uno de los cursos de mayor interés de acuerdo a los estudiantes es el transparencia y gobierno abierto, así mismo el reto más importante frente a la Covid-19 es combatir las noticias falsas.

Tanto las encuestas como en las entrevistas se expresan urgencias por conocer sobre el tratamiento de datos y redes sociales con particular énfasis hacia el audiovisual, tanto por lo ocurrido en pandemia como por ser una de las competencias específicas mayormente valoradas por los profesionales.

Este es un estudio de caso, lo inmediato es contrastar los hallazgos a nivel regional, considerando los diversos niveles de desarrollo de las industrias de comunicación, cultura y legislaciones vigentes en otras ciudades y países.

## Referencias

- Aguirre, C., & Odriozola, J. (2017). Más allá de la interactividad: uso de herramientas interactivas en cibermedios ecuatorianos. *ComHumanitas: Revista Científica de Comunicación*, 8(2), 58–72.
- Argudín, Y. (2005). *Educación basada en competencias: Nociones y antecedentes*. Trillas

- Betancourt, M., Bernate, J., Fonseca, I., & Rodríguez, L. (2020). Revisión documental de estrategias pedagógicas utilizadas en el área de la educación física, para fortalecer las competencias ciudadanas. *Retos: Nuevas Perspectivas de Educación Física, Deporte y Recreación*, 38. <https://doi.org/10.47197/retos.v38i38.74918>
- Cazau, P. (2006). Introducción a la Investigación en Ciencias Sociales. <https://bit.ly/1PPL4Ai>
- Chaves-Barboza, E., & Rodríguez-Miranda, L. (2018). Análisis de confiabilidad y validez de un cuestionario sobre entornos personales de aprendizaje (PLE). *Revista Ensayos Pedagógicos*, 13(1), 71 – 106. <http://dx.doi.org/10.15359/rep.13-1.4>
- Corbetta, P. (2007). *Metodología y técnicas de investigación social*. McGraw Hill.
- Frías-Navarro, D. (2020). Apuntes de consistencia interna de las puntuaciones de un instrumento de medida. Universidad de Valencia. <https://www.uv.es/friasnav/AlfaCronbach.pdf>
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista M. (2000). *Metodología de la Investigación*, Quinta edición. McGraw-Hill / Interamericana Editores.
- López-García, X., Rodríguez-Vázquez, A. & Pereira-Fariña, X. (2017). Competencias tecnológicas y nuevos perfiles profesionales: desafíos del periodismo actual. *Comunicar* 53, 81-90. DOI: <https://doi.org/10.3916/C53-2017-08>
- López-García, X., Toural-Bran, C. & Rodríguez-Vázquez, A. (2016). Software, estadística y gestión de bases de datos en el perfil del periodista de datos. *El profesional de la información*, 25(2), 286-294. <http://dx.doi.org/10.3145/epi.2016.mar.16>
- Lugo-Ortiz, L. (2016). The academia, the media, and the ideal professional: a generalistmultimedia journalist. *Communication & Society*, 29(4), 271- 286
- Marín-Sanchiz, C. & González-Esteban, J. (2021). Análisis de la formación universitaria en periodismo freelance: la perspectiva de los profesionales españoles. *Estudios sobre el Mensaje Periodístico*, 27(2), 569-578. <https://dx.doi.org/10.5209/esmp.70532>
- Mellinger, Ch. & Hanson, T. (2016). *Estadísticas descriptivas*. Londres: Routledge.
- Mendoza, D., Nieto, Z. & Vergel M. (2019). Technology and mathematics as a cognitive component. *Journal of Physics: Conference Series*, 1414, 012007. Doi: <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1414/1/012007>
- Olavarría, D., Luzardo, A. & Mateo-Berganza, M. (2021). Detrás de cámaras: creatividad e inversión para América Latina y el Caribe. Banco Interamericano de Desarrollo. DOI <http://dx.doi.org/10.18235/0003589>
- OurWolrdInData. 2021. Technology Adoption. <https://bit.ly/3hp2zdm>
- Parahita, D., Monggilo, Z. & Wendratama, E. (2020). The future journalists of Timor-Leste: Job expectations, knowledge and skills on multimedia journalism. *Pacific Journalism Review: Te Koakoa*, 26(1), 264-278. <https://doi.org/10.24135/pjr.v26i1.1081>

- Saavedra, M., Herrero, M., & Castillo, E. (2020). La formación en periodismo de datos en España: radiografía de la oferta académica universitaria. *Anàlisi: Quaderns de Comunicació i Cultura*, 62, 93-109. <https://doi.org/10.5565/rev/analisi.3283>
- Sáez, A. (2020). Humanidades, personalización y profesionalización. Universitat Ramon Llull
- Sáez, J. & Ruiz, J. (2011): Estrategias metodológicas, aprendizaje colaborativo y TIC: un caso en la Escuela Complutense Latinoamericana. *Revista Complutense de Educación*, 23, 115-134.
- Sandoval, C. (2002). Investigación Cualitativa. Programa de especialización en teoría, métodos y técnicas de investigación social. Arfo Editores.
- Taylor, J. & Bodgan, R. (1984). *Introducción a los métodos cualitativos de investigación. La búsqueda de significados*. Paidós Ibérica S.A.
- Tejedor, S. (2006). La enseñanza del ciberperiodismo: hacia una transversalidad mixta. *Zer*, 21, 219-239.
- Trámpuz, J., Barredo, D. & Palomo, M. (2019). Medios de comunicación universitarios en Ecuador: entrevistas con los directivos institucionales sobre el salto de la teoría a la práctica periodística. *Anàlisi. Quaderns de Comunicació i Cultura*, 60, 7-24. DOI: <https://doi.org/10.5565/rev/analisi.3174>
- Ufarte, M., Fieiras-Ceide, C., & Túniz-López, M. (2020). La enseñanza-aprendizaje del periodismo automatizado en instituciones públicas: estudios, propuestas de viabilidad y perspectivas de impacto de la IA. *Anàlisi: Quaderns de Comunicació i Cultura*, 62, 131-146. DOI: <https://doi.org/10.5565/rev/analisi.3289>
- Villanueva, J., López, K., Villavicencio, J. & Jordan, D. (2018). Los retos del periodismo ecuatoriano y los desafíos en la formación de nuevos profesionales. *INNOVA Research Journal*, 3(9), 190-202, DOI: <https://doi.org/10.33890/innova.v3.n9.2018.870>

# Criação de Jogos digitais como meio de consciencialização ambiental: exploração de uma ferramenta de apoio a criação de jogos digitais por jovens adultos

Tanira Mamudo Hussein Suandique<sup>1</sup>, Pedro Beça<sup>2</sup>, Monica Aresta<sup>3</sup>

**tanira@ua.pt; pedrobeca@ua.pt; m.aresta@ua.pt**

<sup>1</sup> Universidade de Aveiro, Universidade do Porto, Universidade Lúrio, Rua do Breiner, 4050-125, Porto, Portugal

<sup>2</sup> Universidade de Aveiro, Portugal

<sup>3</sup> Universidade de Aveiro, Portugal

**Pages: 226-238**

**Resumo:** Encontrar diferentes mecanismos para transmitir o quão as atitudes humanas interferem no bem-estar do meio ambiente tornou-se numa preocupação global. Nesta diversidade de mecanismos os jogos digitais vêm dando o seu contributo com elevado número de pesquisa científicas e aplicativos usados a favor da consciencialização ambiental. Das diferentes práticas de aprendizagens baseadas em jogos digitais, o envolvimento do público no processo de criação dos jogos digitais acredita-se ser um método que proporciona maior envolvimento com a aprendizagem. Com o auxílio de uma ferramenta de apoio a criação de jogos digitais, procurou-se transmitir conhecimentos ambientais em torno da poluição marinha por plásticos em jovens de ensino superior na cidade de Pemba, norte de Moçambique. O trabalho ilustra uma oficina de aprendizagem de criação de jogos digitais cujo objetivo principal foi medir o nível de conhecimento de conceitos em torno do lixo marinho antes e depois da oficina de aprendizagem.

**Palavras-chave:** jogos digitais; jovens adultos; poluição marinha por plástico; Moçambique; aprendizagens baseadas em jogos digitais.

***Creation of digital games as a means of environmental awareness: exploring a tool to support the creation of digital games by young adults***

**Abstract:** Different mechanisms to pass the same as human attitudes interfere in the well-being of the environment, becoming a global concern. In this diversity of mechanisms, digital games, giving their contribution with a high number of scientific research and applications used in favor of environmental awareness. Of the different learning practices based on digital games, the involvement of the public in the process of creating digital games is believed to be a method that offers greater coverage with learning. With the help of a tool to support the creation of digital games, preparations are being made to transmit environmental knowledge



about marine species through plastics to young people in higher education in the city of Pemba, northern Mozambique. The work illustrates a digital game creation learning workshop whose main objective was to measure the level of knowledge of concepts around marine litter before and after the learning workshop.

**Keywords:** digital games; young adults; marine pollution by plastic; Mozambique; digital game-based learning.

## 1. Introdução

A consciencialização ambiental cruza inevitavelmente a extrema necessidade de chamar a atenção a problemas ambientais. Consciencializar a população para cuidar do meio ambiente tornou-se na ordem global e transformar está ordem numa realidade passa pela adoção de diversos mecanismos incluindo a mudança no paradigma sociocultural. A nível mundial várias práticas com a finalidade de chamar a consciência a problemas ambientais como o desenvolvimento de estratégias de educação ambiental(ONU, 2021); (European Commission, 2021); (APA, 2020) entre outras, vêm sendo aplicadas em diferentes estratos sociais. Porém o aumento de problemas ambientais é quase que diretamente proporcional ao incremento de práticas de consciencialização ambiental.

Em Moçambique em particular, algumas práticas socioculturais como o consumo de animais sob ameaça de extinção, uso excessivo do plástico, descarte inadequado de lixo, queimadas descontroladas, entre outras, estão meramente ligadas a sérias ameaças ambientais que incluem poluição, desmatamento e extinção de espécies entre outros desastres naturais. Este facto faz com que se crie cada vez mais diferentes mecanismos diferentes de chamar a consciência aos problemas.

As tecnologias de informação e comunicação dentro da sua vasta diversidade vêm sendo usadas também para este propósito. Desta enorme diversidade de tecnologias de informação e comunicação os jogos digitais vêm contribuindo de uma forma impactante no processo de consciencialização ambiental. Foram nos últimos anos criados vários jogos para o auxílio a chamada de atenção aos problemas ambientais (Sobrinho et al.,(2015); MARLISCO, (2020); Pereira, Gouveia, & Dinis, (2021)) e dentro destes trabalhos os autores quase por unanimidade confirmam que o uso desta plataforma digital (jogos digitais) pode sim impulsionar a consciencialização ambiental. Porém estudos recentes experimentam uma outra forma de utilização dos jogos digitais com a finalidade de persuasão, a inclusão do público no processo de criação dos jogos digitais.

Os autores Robertson e Howells(2008) no seu trabalho intitulado *Computer game design: Opportunities for successful learning* concluíram que criar jogos digitais é uma atividade envolvente e motivadora que cria mais satisfação no público durante a aprendizagem. Com base no pensamento dos autores citados pretende-se verificar se a criação de jogos digitais pode favorecer a aprendizagens de conceitos em tornos dos problemas ambientais, mais propriamente nos conceitos ligados a poluição marinha por plásticos. Para auxiliar o processo de criação de jogos digitais por um publico que é meramente consumidor(jogador) foi necessário a criação de uma ferramenta futuramente designada por *toolkit* to game design (Suandique, Beça, & Aresta, 2021). O presente trabalho ilustra o nível de percepção dos conceitos em torno do lixo marinho, em jovens do ensino superior numa das universidades da cidade de Pemba norte de Moçambique, após a exploração da ferramenta acima referenciada.



## 2. Fundamentação teórica

A nossa pesquisa é inspirada no uso de *toolkits* to game design para criação de jogos digitais como um método de aprendizagens baseadas em jogos digitais com a finalidade de propiciar a conscientização ambiental em torno do lixo marinho. Na presente secção oferecemos uma visão geral das bases da presente pesquisa.

### 2.1. Conscientização ambiental

Apesar do próprio termo já remeter a uma fácil interpretação ou percepção, o conceito de conscientização ambiental é objeto de discussão em vários fóruns. Essa discussão já se inicia pela diversidade de variantes de nomes que remetem ao mesmo conceito encontrados na literatura em inglês, como *environmental awareness*, *environmental consciousness*, e *environmental concern*. Dentro desta variedade a conscientização ambiental “...pode ser amplamente definida como a atitude em relação às consequências ambientais do comportamento humano (Ham, Horvat, & Mrčela, 2016, p. 160)”.

Conscientização Ambiental é a preocupação com o meio ambiente ou com os problemas ambientais (Singh, 2018) Em outras palavras, é definido como uma ideia que mantém uma impressão geral ou consciência sobre algo sem ter que saber muito sobre isso. Para Chaineux e Charlier (2007, p. 292)“...a consciência ambiental prende-se com o reconhecimento pelo público de questões e valores ambientais, e as implicações que eles têm em relação a questões econômicas e padrões sociais de vivendo.”.

Para que se alcance um futuro sustentável a Conscientização e a participação do público no meio ambiente são processos extremamente vitais (Singh, 2018). No capítulo 36 da Agenda 21 intitulado promoção do ensino, da conscientização e do treinamento, a necessidade de aumento da consciência pública é evidenciada, pois, eles sustentam o pensamento de que

“...ainda há muito pouca consciência da inter-relação existente entre todas as atividades humanas e o meio ambiente devido à insuficiência ou inexatidão da informação e que nos países em desenvolvimento, em particular, é necessário sensibilizar o público sobre os problemas de meio ambiente e desenvolvimento, fazê-lo participar de suas soluções e fomentar o senso de responsabilidade pessoal em relação ao meio ambiente e uma maior motivação e dedicação em relação ao desenvolvimento sustentável (MMA, 1992, p. 359)”.

Dentro da área da psicologia Gagnon Thompson e Barton (1994)propõem uma abordagem bidimensional para a compreensão da conscientização ambiental. Segundo os autores, existem (pelo menos) dois motivos pelos quais as pessoas se preocupam com o meio ambiente. Especificamente, existem indivíduos ecocêntricos que valorizam a natureza pela natureza e, portanto, acreditam que ela merece proteção devido ao seu valor intrínseco. Em contraste com eles, os indivíduos antropocêntricos pensam que a natureza deve ser protegida por seu valor na manutenção e melhoria da qualidade de vida humana.

Com base nas diferentes definições acima ilustradas, nesse trabalho passa-se a usar o termo conscientização ambiental para fazer a menção a predisposição para reagir às questões ambientais conhecendo a inter-relação existente entre todas as atividades humanas e o meio ambiente. Com base na nossa proposta do termo conscientização ambiental buscamos através das aprendizagens baseadas em jogos digitais dar a

conhecer aos jovens a relação existente entre as atividades humanas e a poluição marinha por plástico.

## **2.2. Aprendizagens baseadas em jogos digitais**

A aprendizagem baseada em jogos digitais “...é uma atividade competitiva em que os alunos estabelecem metas educacionais destinadas a promover a aquisição de conhecimento, onde jogos podem ser concebidos para promover a aprendizagem ou o desenvolvimento de competências cognitivas, ou ainda assumir a forma de simulações que permitem aos alunos praticar as suas competências em ambiente virtual”(Erhel & Jamet, 2013, p. 156). Com o andar do tempo este conceito foi definido de várias formas, os autores Li, Hwang, Chen e Lin (2021) observaram que a aprendizagem baseada em jogos digitais pode não apenas envolver os alunos na aprendizagem procedimental, mas também pode aprofundar sua compreensão do conteúdo do livro didático para resolver problemas mais complicados.

A aprendizagem baseada em jogos digitais apresenta um conjunto significativo de aspetos motivacionais de aprendizagem, no trabalho desenvolvido por Papavlasopoulou et al. (2019) foram projetadas e examinadas três iterações (ciclos) no total, com participantes com idade 8-17 anos, usando métodos mistos durante os dois anos, realizou-se oficinas de aprendizagem nas quais os alunos usaram ambiente de programação baseado em blocos (Scratch) e colaborativamente criaram um artefacto socialmente significativo (ou seja, um jogo). O estudo identificou nove princípios de design que podem nos ajudar a obter maior envolvimento durante a atividade de codificação. Além disso, verificou-se que atitudes positivas e alta motivação resultam em melhor gestão da carga cognitiva. Um exemplo prático foi o apresentado por (Dohn, 2020) num estudo mais recente onde procurou saber se a aprendizagem baseada em jogos digitais afetava o desenvolvimento do interesse dos alunos na codificação e na matemática. E conclui que há um efeito negativo leve, mas significativo, sobre o interesse médio dos alunos em codificação e matemática, porém essa situação altera quando se passa a fazer o uso do jogo para auxiliar nesse processo.

## **2.3. Toolkit to game design**

Criar jogos digitais por quem é somente um jogador ou até mesmo por quem nem isso seja, é uma tarefa bastante desafiadora (Shute & Rahimi, 2019). Pois para isso há que se reunir o conhecimento de matérias concernentes as narrativas do jogo e as linguagens de programação, daí a necessidade de criação de um material que auxilie todo este processo de criação de jogos. Com base neste pensamento tem-se criado os diversos conjuntos de ferramentas (*toolkits*) atinentes a este processo.

*Toolkit* visa reduzir a dificuldade de construção de jogos sérios, para que as oportunidades que esse tipo de artefacto possa oferecer em contextos educacionais possam ser exploradas com mais facilidade. É com base nesta premissa que os autores desenvolveram uma *toolkit* que visa facilitar o design e a implementação de jogos sérios jogados em ambientes de realidade cruzada.

Mais exemplos de criação destes conjuntos de ferramentas auxiliaadoras na criação de jogos, podem se encontrar nos trabalhos desenvolvidos por (Ajzen, Joyce, Sheikh, &

Cote, 2011) onde apresenta o FLARE, uma *toolkit* de código aberto para a criação de interfaces de usuário expressivas para jogos sérios, e (Ho & Tomitsch, 2019) onde se apresenta uma avaliação feita a vinte e uma (21) *toolkits* projetados para brainstorming criativo no contexto do design de jogos. Ho e Tomitsch (2019) encontraram um grande número de participantes usando carta de papel tradicional para ajudar no brainstorming e no uso comum. Fazendo os concluir que a criação de ideias é alavancada por um uso híbrido de ferramentas tradicionais e digitais

### 3. A construção da ferramenta (*toolkit to game design*)

A *Toolkit to Game Design* (*Toolkit* para desenho do jogo) “...é uma ferramenta de apoio ao processo de criação de narrativas de jogo, sendo destinada a utilizadores com ou sem experiência em programação, design ou outro campo da criação de jogos (Beça, Aresta, Santos, Veloso, & Pereira, 2019, p. 99). Esta é composta por cartas de elementos de jogos (GCCS – Game Construction Cards Set), cartas temáticas sobre questões ambientais (lixo marinho), um documento de apoio à construção da narrativa que dá uma possível orientação no uso das GCCS (RGDD – Rapid Game Design Document). A *toolkit* que se explorou serviu de apoio para a criação da narrativa dos jogos, em tornos das temáticas de consciencialização ambiental com foco no lixo marinho, e para a sua construção em ambientes de programação visual.

#### 3.1. Cartas de elementos de jogos (GCCS – Game Construction Cards Set)

É de extrema importância, dar a conhecer ao público-alvo o que são os jogos digitais, quais os seus principais elementos (Suandique, Beça, & Aresta, 2021). Para isso foi usado o conteúdo de definição dos vários elementos que compõem os jogos digitais contido no trabalho desenvolvido por Beça, Aresta, Santos, Veloso e Pereira (2019) intitulado *Supporting the Game Construction Process: Development of Artefacts in the Context of a Toolkit to Game Design*.

#### 3.2. Cartas temáticas

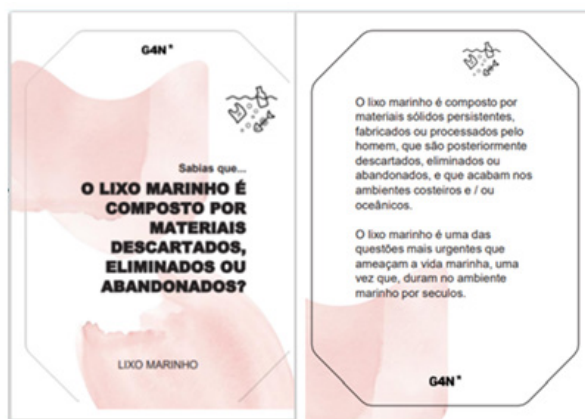


Figura 1 – exemplo de carta temática

O conteúdo temático contém uma breve explanação em torno do lixo marinho, foco da presente investigação. Com destaque particular na poluição marinha por plástico meramente voltados a realidade moçambicana, desde a sua definição, as causas e consequências, como proceder e outros tópicos. O conteúdo elaborado foi validado por diferentes especialistas ambientais.

### **3.3. Material de apoio para aprendizagem da linguagem de programação visual**

Grande parte dos projetos envolvendo públicos em criação e desenvolvimento de jogos, lida com indivíduos que pouco ou nada sabem de antemão sobre as linguagens de programação associados ao desenvolvimento de jogos (C#, java, Javascript, Python, etc.), daí a necessidade de se contar com um método eficiente de introdução desse público a programação, por isso há necessidade de se optar por trabalhar na base de programação visual (Suandique et al., 2021).

Apesar das linguagens de programação visual reduzirem bastante o nível de dificuldade dos alunos com a sintaxe em relação as linguagens de programação tradicional, não substitui a necessidade de criação de um material que sirva de apoio ou introdução do público-alvo dentro da linguagem de programação.

Foi nesse âmbito desenvolvido um material de introdução ao público-alvo a linguagem de programação visual scratch que permite não só o conhecimento dos princípios norteadores, mas como também o próprio ambiente de programação.

## **4. Métodos**

### **4.1. Participantes**

Um total de oito estudantes (uma mulher e sete homens) com idade compreendida entre os 18-25 anos de idade participaram deste estudo. Os participantes fazem parte duma turma de estudantes do primeiro ano, do curso de Licenciatura em Engenharia Civil, de uma das universidades citada na cidade de Pemba norte de Moçambique. O curso foi escolhido por conveniência, de modo a garantir que os estudantes não teriam um conhecimento acrescido dos conteúdos ambientais e das linguagens de programação.

### **4.2. Material**

Os estudantes interagiram com as cartas em formato analógico (cartas físicas) durante quatro (4) horas de tempo, este processo culminou com a construção das narrativas dos jogos em papel, e posteriormente trabalharam com o a linguagem de programação visual scratch durante seis (6) horas de tempo distribuídas em dois dias distintos. A linguagem scratch serviu de ponte para materialização das narrativas que já estavam construídas em papel.

### **4.3. Procedimentos**

Como se pode notar na Fig. 2 o presente estudo foi dividido em duas grandes fases distintas. A primeira foi administrada numa sala de aula convencional sem a presença de

computador para poder gerir melhor a questão da ansiedade ao uso deste. A primeira fase foi dividida em quatro etapas, onde na primeira etapa os estudantes foram apresentados os objetivos do estudo e submetidos a um pré-teste, com a finalidade de medir o nível de conhecimento prévios dos participantes em relação aos conceitos em volta da poluição marinha por plástico. O pré-teste foi um questionário composto por questões abertas, com a finalidade de melhor entender o nível de definição de cada um dos participantes, em relação aos principais conceitos em torno do lixo marinho.

Na segunda etapa foi apresentado as GCCS e a investigadora criou vários exemplos com os quais os participantes pudessem correlacionar os diversos elementos de jogo com os jogos conhecidos pelos participantes. A terceira etapa foi reservada para as cartas temáticas, nesta fase foi destinada uma hora de tempo para que os participantes de estudo pudessem ler e adquirir ao máximo possível de definições, factos, estatísticas em torno do lixo marinho a nível global, continental, nacional, regional e local. A quarta e última etapa da primeira fase os participantes do estudo construíram as suas próprias narrativas de jogo.

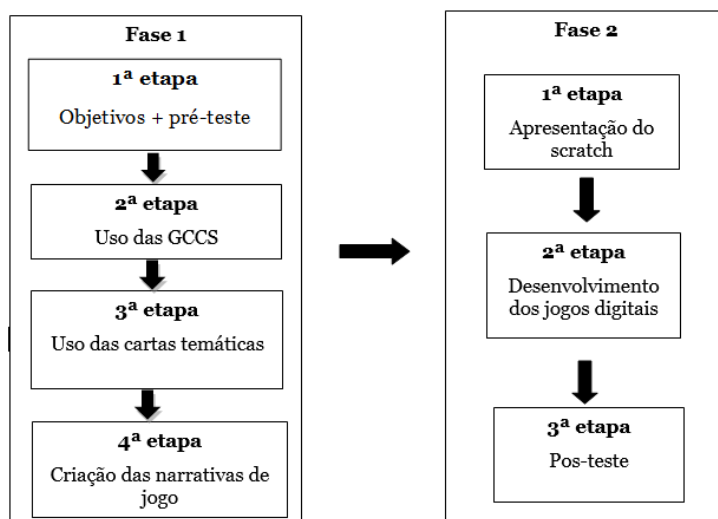


Figura 2 – procedimento do estudo

A segunda fase reservada a interação com a linguagem de programação visual scratch, ocorreu em sala de informática. Esta fase esteve dividida em três (3) etapas, a primeira foi feita a apresentação da linguagem, ambiente de programação do scratch e criação de artefactos ou jogos que serviram de exemplos. A segunda etapa e a mais douradora desta fase foi a do desenvolvimento dos jogos digitais com bases nas narrativas criadas pelos participantes.

A terceira e última etapa da segunda fase compreendeu um pos-teste, em que os participantes tiveram que responder um questionário, contendo questões fechadas e abertas em torno de lixo marinho, para poder fazer um contraste das definições contidas

no pré-teste e opções das definições em torno dos mesmos conceitos após o processo da aprendizagem baseada em jogos digitais.



Figura 3 – Diferentes etapas da fase 1

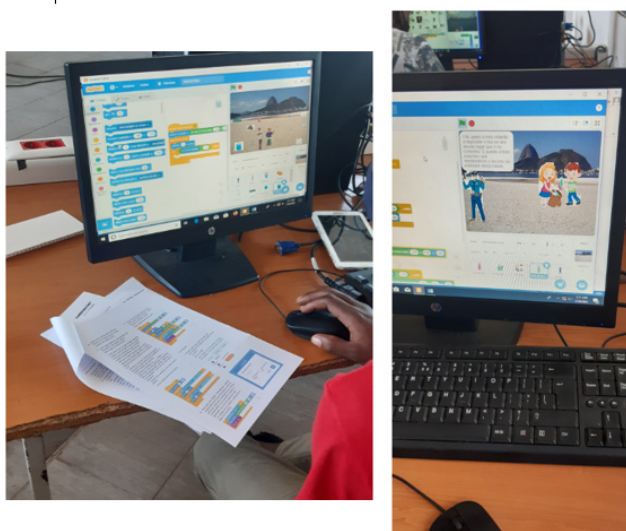


Figura 4 – Diferentes etapas da fase 2

#### 4.4. Análise de dados

A análise de dados foi baseada na análise de conteúdo assente nos principais pressupostos da professora Laurence Bardin, que a define como sendo “...um conjunto de técnicas de análise das comunicações visando obter, por procedimentos, sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens, indicadores (quantitativos ou não) que permitam a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção/receção (variáveis inferidas) destas mensagens” (Bardin, 2011, p. 48).

Começando pela pré-análise que compreendeu a leitura flutuante das diversas respostas contidas nos questionários durante o processo de coleta de dados, foi-se capaz de criar categorias que pudessem resultar as principais teorias do estudo. Na segunda fase da análise de dados que compreendeu a exploração de material esteve meramente focada na codificação em função as regras de homogeneidade, pertinência e exaustividade. A

terceira e última etapa da análise de dados compreende o tratamento dos resultados obtidos e interpretação, aqui nesta fase o foco é submeter os resultados a provas estatísticas, assim como a testes de validação(Bardin, 2011).

## 5. Resultados

Nesta secção pretende-se apresentar as definições dos participantes em torno de conceitos ligados ao lixo marinho antes e após a exploração da ferramenta ou *tooltik to game design*. De acordo com o processo metodológico acima explicito, no pré-teste os participantes responderam a cinco questões abertas. Na primeira questão, que procurava conhecer como os participantes definem o lixo marinho, pode-se afirmar, que grande parte dos participantes o considera o lixo marinho como objetos não pertencentes ao mar. Evidencias “o lixo marinho é tudo aquilo que não pertence ao mar, cujo ele rejeita” participante 2. Procurou-se saber se os participantes do estudo conheciam de antemão as diferentes categorias de lixo plástico marinho, como resposta a essa questão por unanimidade os participantes disseram não conhecer qualquer categoria do mesmo.

No pré-teste, a opinião dos participantes em relação aos principais impactos que o lixo marinho tem na sociedade estavam meramente voltados para a saúde humana. Porém as respostas a essa mesma questão no pós-teste já se destacavam também a diminuição e desaparecimento de espécies marinhas e ainda que de uma forma minoritária o turismo também foi citado como uma das áreas que sofre com presença do lixo marinho.

Num misto de ideias, pode-se verificar, que em relação a que boa prática adotar para a redução do lixo marinho quer no pré tanto como no pós-teste, as opiniões dos participantes variavam em quatro áreas macro: a adoção de boas práticas pessoais, criação de locais adequados para depósitos de lixo, adoção de boas práticas coletivas e por fim reorganização dos modelos de pesca.

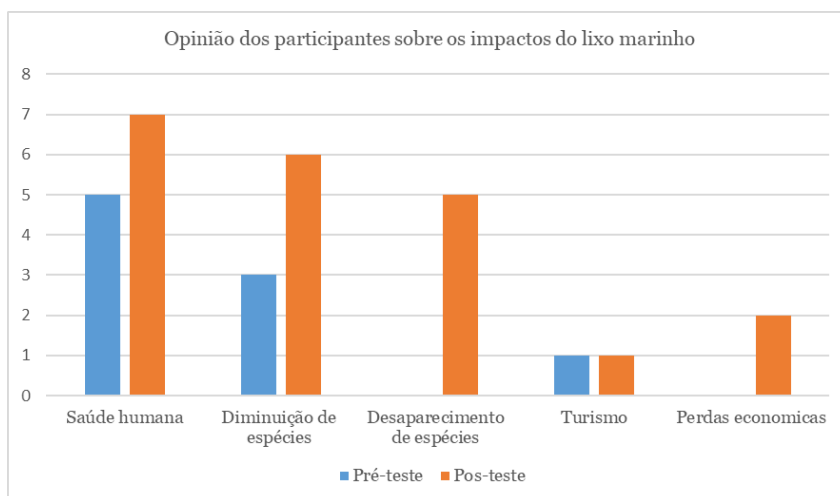


Figura 5 – Opinião dos participantes sobre os impactos do lixo marinho antes e depois da exploração da ferramenta de apoio a criação de jogos digitais



## 6. Discussão dos resultados

O presente artigo teve como objetivo mostrar o nível de perceção dos conceitos em torno do lixo marinho, em jovens do ensino superior numa das universidades da cidade de Pemba norte de Moçambique, após a exploração de ferramenta para apoio a criação de jogos digitais. A nossa análise identificou melhoras significativas em relação a definição de vários conceitos, sobretudo na classificação do lixo marinho de acordo com o tamanho e nos principais impactos deste na sociedade.

O elevado nível de motivação, que se pode evidenciar em duas frases em especial “...criar um jogo digital é muito mais interessante do que jogar qualquer um outro jogo que já joguei...” participante 3, e um segundo argumentou que “jogar um jogo por mim criado é uma das melhores sensações que já vivi” participante 7, é tido como um dos principais fatores que impulsionou o crescente nível de aprimoramento das definições em torno dos diferentes conceitos. Este facto foi constatado por (Giannakos & Jaccheri, 2018) ao afirmar que o jogo digital pode promover o aprendizado e a motivação, desde que inclua recursos que estimulem os alunos a processar ativamente o conteúdo educacional. Porém não foi somente notório os aspetos ligados a motivação, pode-se também constatar um elevado índice de partilha de conhecimento. No atual contexto pandémico não foi possível trabalhar aos pares, mas pode-se constatar que mesmo obedecendo estreitamente as regras de distanciamento social impostas pela pandemia, os participantes do estudo conseguiam fazer a partilha de conhecimento com entusiasmo.

Ao demonstrarmos que a exploração desta ferramenta contém potencial para aquisição de informação em relação a conteúdos ambientais, propõem-se o uso dela e de métodos similares a este, para a transmissão da informação em relação ao meio ambiente nos diferentes estratos sociais a nível da cidade de Pemba, da província de Cabo Delgado e para o país no geral. Mas também sobre tudo o uso deste método para transmissão de informação nas diversas áreas a nível da sociedade.

Apesar dos níveis de motivação, um outro ponto que não pode passar despercebido é o facto de que as limitações do software causaram um certo nível de desconforto a alguns dos participantes, pois a disparidade entre certos recursos descritos nas narrativas e os presentes nos jogos digitais era notória. No entanto para as próximas atividades prevê-se a reformulação das narrativas após a construção dos jogos digitais.

## 7. Conclusão

A criação de jogos digitais é uma atividade capaz de transmitir informação em relação a diversas temáticas na sociedade. Este trabalho permitiu ilustrar que esta atividade serviu também para dar a conhecer e aprimorar definições em relação aos principais conceitos em torno do lixo marinho.

Pretende-se replicar o estudo para um número maior de participantes e em diferentes universidades dentro da Cidade de Pemba, na Província de Cabo-Delgado, norte de Moçambique. Criar diferentes mecanismos de transmissão de conhecimentos em tornos dos diversos problemas ambientais, deve ser sim um dos maiores propósitos com vista a minimizá-los, e como se pode notar diferentes estratégias de aprendizagens baseadas em jogos digitais podem ser usadas em prol desta causa.



## Agradecimentos

Este trabalho faz parte do projeto Gamers4Nature, PTDC/COM-OUT/31047/2017, que tem o apoio financeiro da FCT - Fundação para a Ciência e Tecnologia (Portugal)/MCTES - Ministério da Ciência, Tecnologia e Ensino Superior e FEDER ao abrigo do acordo PT2020.

## Referências

- Ajzen, I., Joyce, N., Sheikh, S., & Cote, N. G. (2011). *Knowledge and the Prediction of Behavior : The Role of Information Accuracy in the Theory of Planned Behavior Knowledge and the Prediction of Behavior : The Role of Information Accuracy in the Theory of Planned Behavior*. 3533(May). <https://doi.org/10.1080/01973533.2011.568834>
- APA. (2020). *Estratégia Nacional de Educação Ambiental 2020 (ENEA20)*. *Estratégia Nacional de Educação Ambiental 2020*, 1–52. Retrieved from [https://www.apambiente.pt/\\_zdata/DESTAQUES/2017/ENEA/AF\\_Relatorio\\_ENEA2020.pdf](https://www.apambiente.pt/_zdata/DESTAQUES/2017/ENEA/AF_Relatorio_ENEA2020.pdf)
- Bardin, L. (2011). *Análise do Conteúdo - Edição revista e ampliada* (E. 70 LDA, Ed.). Sao Paulo.
- Beça, P., Aresta, M., Santos, R., Veloso, A. I., & Pereira, M. (2019). *Supporting the Game Construction Process : Development of Artefacts in the Context of a Toolkit to Game Design*. 99–110. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-37983-4>
- Chaineux, M. C. P. S. G., & Charlier, R. H. (2007). *Strategies in environmental education*. 7233(1999). <https://doi.org/10.1080/00207239908711246>
- Dohn, N. B. (2020). *mathematics*. 51(1), 71–83. <https://doi.org/10.1111/bjet.12759>
- Erhel, S., & Jamet, E. (2013). Digital game-based learning: Impact of instructions and feedback on motivation and learning effectiveness. *Computers and Education*, 67, 156–167. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2013.02.019>
- European Commission. (2021). *Education and Training: Education for environmental sustainability*. Retrieved June 10, 2021, from [https://ec.europa.eu/education/education-in-the-eu/european-education-area/education-for-environmental-sustainability\\_en](https://ec.europa.eu/education/education-in-the-eu/european-education-area/education-for-environmental-sustainability_en)
- Gagnon Thompson, S. C., & Barton, M. A. (1994). Ecocentric and anthropocentric attitudes toward the environment. *Journal of Environmental Psychology*, 14(2), 149–157. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0272-4944\(05\)80168-9](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0272-4944(05)80168-9)
- Giannakos, M. N., & Jaccheri, L. (2018). From players to makers: An empirical examination of factors that affect creative game development. *International Journal of Child-Computer Interaction*, 18, 27–36. <https://doi.org/10.1016/j.ijcci.2018.06.002>
- Ham, M., Horvat, M., & Mrčela, D. (2016). *INSIGHTS FOR MEASURING*. 159–176. <https://doi.org/UDK:504.06:316.644>

- Ho, X., & Tomitsch, M. (2019). Affordances of brainstorming toolkits and their use in game jams. *ACM International Conference Proceeding Series*. <https://doi.org/10.1145/3337722.3341841>
- Karahan, E., & Roehrig, G. (2015). Constructing Media Artifacts in a Social Constructivist Environment to Enhance Students' Environmental Awareness and Activism. *Journal of Science Education and Technology*, 24(1), 103–118. <https://doi.org/10.1007/s10956-014-9525-5>
- Li, F. Y., Hwang, G. J., Chen, P. Y., & Lin, Y. J. (2021). Effects of a concept mapping-based two-tier test strategy on students' digital game-based learning performances and behavioral patterns. *Computers and Education*, 173(July), 104293. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2021.104293>
- MARLISCO. (2020). Marine Litter in European Seas - Social Awareness and Co-Responsibility. Retrieved June 13, 2020, from <http://www.marlisco.eu/index.en.html>
- MMA, M. do M. A. (1992). *AGENDA 21*. 21. Retrieved from <http://www.mma.gov.br/port/se/agen21/agen21global/>
- Mott, B., Rowe, J., Min, W., Taylor, R., & Lester, J. (2014). FLARE: An Open Source Toolkit for Creating Expressive User Interfaces for Serious Games. *Proceedings of the Ninth International Conference on the Foundations of Digital Games*, 1–2. Retrieved from <http://www.intellimedia.ncsu.edu/wp-content/uploads/mott-fdg-2014.pdf>
- Nagra, V. (2010). *Environmental education awareness among school teachers*. (April), 153–162. <https://doi.org/10.1007/s10669-010-9257-x>
- ONU. (2021). UN environment strategy for environmental education and training. Retrieved June 10, 2021, from <https://www.unep.org/about-un-environment/policies-and-strategies/un-environment-strategy-environmental-education-and>
- Papavlasopoulou, S., Giannakos, M. N., & Jaccheri, L. (2019). Computers in Human Behavior Exploring children ' s learning experience in constructionism-based coding activities through design-based research. *Computers in Human Behavior*, 99(7491), 415–427. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2019.01.008>
- Pereira, R., Gouveia, L. B., & Dinis, A. (2021). Proposta de um jogo digital para educação ambiental: saneamento básico para todos. *TRS Tecnologia, Redes e Sociedade Informação*.
- Robertson, J., & Howells, C. (2008). Computer game design: Opportunities for successful learning. *Computers and Education*, 50(2), 559–578. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2007.09.020>
- Shute, V. J., & Rahimi, S. (2019). *Supporting Learning in Educational Games: Promises and Challenges SUPPORTING LEARNING IN EDUCATIONAL GAMES: PROMISES AND CHALLENGES*. (June). <https://doi.org/10.1007/978-981-13-8265-9>

- Singh, A. (2018). *G- Journal of Environmental Science and Technology Review of Importance of Environmental Education and Awareness Strategies*. 5(4), 46–48.
- Sobrinho, F. A., Ferreira, L. N. A., Neto, C. P., Silva, S. M. P., Andrade, A. M., Rodrigues, A., ... Silva, U. V. (2015). *Jogo do Boto: Serious Game para Sensibilização Ambiental de estudantes da Região Amazônica*. (November 2018), 836–845.
- Suandique, T. M. H., Beça, P., & Aresta, M. (2021). *Uma ferramenta de apoio a criação de jogos digitais para promoção da consciencialização ambiental A tool to support the creation of digital games to promote environmental awareness*. (June), 23–26.
- Zarraonandia, T., Díaz, P., Santos, A., Montero, Á., & Aedo, I. (2019). A Toolkit for Creating Cross-Reality Serious Games. In *Games and Learning Alliance* (pp. 297–307). [https://doi.org/https://doi.org/10.1007/978-3-030-11548-7\\_28](https://doi.org/https://doi.org/10.1007/978-3-030-11548-7_28)

# Turismo Virtual e a pandemia: Estudo bibliométrico

Célia Rafael<sup>1</sup>

Celia.rafael@ipleiria.pt

<sup>1</sup> Polytechnic of Leiria, School of Tourism and Maritime Technology, CiTUR - Centre for Tourism Research, Development and Innovation, Rua do Conhecimento, n.º 4, 2520-614 Peniche – Portugal

Pages: 239-250

**Resumo:** O turismo virtual é atualmente uma realidade que tem vindo a ter progressos em particular com a necessidade de redefinição de estratégias para o turismo provocadas pelo aparecimento da Covid-19. Este estudo bibliométrico tem por objetivo analisar a evolução do turismo virtual ao longo dos anos e no período da pandemia com a identificação de temáticas e áreas de investigação relacionadas. Foram recolhidos dados da produção científica da base de dados Scopus com recurso às palavras-chave “Virtual” and “Tourism”. O estudo inclui uma análise descritiva e análises de coocorrências de termos e palavras-chave com recurso ao software VOSviewer. Os resultados permitem concluir que o interesse dos investigadores pelo tema turismo virtual reforçou no ano 2020-21, período em que ocorreu a pandemia e que as principais áreas de investigação estão relacionadas com tecnologias como realidade virtual, realidade aumentada, 3D, e tecnologias de informação a par com temáticas como património cultural e desenvolvimento turístico sustentável.

**Palavras-chave:** turismo virtual, análise bibliométrica, covid-19

## *Virtual Tourism: Bibliometric Analysis*

**Abstract:** Virtual tourism is currently a reality that has been making progress in particular with the need to redefine the strategy for tourism caused by the emergence of Covid-19. This bibliometric study aims to analyze the evolution of virtual tourism over the years and during the period of the pandemic with the identification of themes and related areas of scientific research. Data from the scientific production of the Scopus database were collected using the keywords “Virtual” and “Tourism”. The study includes descriptive analysis and co-occurrence analyzes of terms and keywords using the VOSviewer software. The results show that the interest of researchers in the topic of virtual tourism increased in the year 2020-21, a period in which a pandemic occurred and that the main areas of research are related to technologies such as virtual reality, augmented reality, 3D, information technologies. alongside themes such as cultural heritage and sustainable tourism development.

**Keywords:** virtual tourism, bibliometric analysis, covid-19

## 1. Introdução

A influência do virtual no cotidiano e o impacto da pandemia provocada pelo Coronavírus – COVID-19 tornou mais presentes as ações voltadas para o mundo virtual, abrangendo também o setor do Turismo (Škare et al., 2021; Tiwari et al., 2020; WTTC, 2020).

Neste contexto o presente estudo procura analisar a produção científica sobre turismo virtual com a realização de pesquisas bibliométricas, tendo como base os documentos publicados na base de dados multidisciplinar SCOPUS, uma das bases de citações e resumos mais reconhecida e que abrange revistas, livros e conferências entre outras publicações científicas.

Várias técnicas podem ser usadas para analisar a produção científica existente sobre um determinado domínio científico. A análise bibliométrica consiste numa técnica de medição dos índices de produção e disseminação do conhecimento científico (Guedes & Borschiver, 2005) que permite medir o impacto das publicações, identificar os autores mais produtivos e observar as tendências da produção científica de determinada área de conhecimento (Johnson & Samakovlis, 2019). Vários autores usam as técnicas bibliométricas, nomeadamente a análise de coocorrências, para explorar as evidências os avanços da investigação em diversos campos do turismo (Michael Hall, 2011; Rafael, 2020; Teixeira & Ferreira, 2018).

O software VOSviewer é uma ferramenta para criação e visualização de redes bibliométricas disponibilizando funcionalidade de mineração de texto e de dados bibliométricos para construir e visualizar redes de coocorrência de termos importantes extraídos de uma base de dados de publicações científicas sobre um determinado tema de literatura científica (van Eck & Waltman, 2010).

Analisar a produção científica e a investigação que é realizada em torno do turismo virtual e sobre experiência turística em ambiente virtual, é relevante para a academia, e apresenta um forte contributo para os stakeholders do turismo.

## 2. Turismo Virtual

O turismo virtual ainda não é reconhecido como uma nova modalidade do turismo, mas é atualmente uma realidade, oferecendo algumas facilidades e privilegiando o acesso a um maior número de experiências turísticas. Mesmo que não substitua a experiência real, é um recurso que democratiza o turismo.

A proliferação e massificação da Internet e outros formatos de inovações tecnológicas transformou a estrutura da indústria turismo, e afetou a forma como os produtos e serviços turísticos são percebidos, comunicados e até consumidos. A visualização de mundos virtuais 3D, a realidade virtual, a realidade aumentada são alguns exemplos de tecnologias que permitem explorar e experimentar produtos turísticos numa perspetiva de informação pré-visita (Y. C. Huang et al., 2016; Yung & Khoo-Lattimore, 2019) ou até realizar tours virtuais sem necessidade de deslocação ao destino (Shikhri et al., 2021).

O desenvolvimento das tecnologias, as alterações das dinâmicas comportamentais dos turistas, os constrangimentos de deslocação e viagem fazem com que o turismo se adapte

com novos formatos alternativos que incluem as experiências virtuais que envolve duas grandes áreas do conhecimento o turismo e as tecnologias de informação (Y.-C. Huang et al., 2013; Y. C. Huang et al., 2016; Hyun et al., 2009; Yung & Khoo-Lattimore, 2019).

A realidade aumentada e a realidade virtual são duas das tecnologias mais citadas e relacionadas com o turismo em ambiente virtual. A realidade virtual consiste na integração, em ambiente tridimensional, através de dispositivos multissensoriais, como os óculos de realidade virtual, ou quaisquer outros dispositivos que forneçam ao cérebro estímulos multissensoriais. Por outro lado, a realidade aumentada consiste na confluência dos dois “mundos” real e virtual e ocorre quando componentes virtuais desenvolvidas através de programas informáticos interagem, em tempo real, através de um dispositivo, como por exemplo, um smartphone com o “mundo real”. Uma aplicação móvel que dá ao cidadão e ao turista a possibilidade de visualizar, através da câmara do smartphone, os pontos de interesse à sua volta com base na sua localização geográfica, resulta uma experiência de realidade aumentada. A sua aplicação prática pode fornecer aos turistas novas experiências em tempo real dos ambientes físicos reais mudando sua percepção do ambiente envolvente, fornecendo experiências interativas aumentando assim a satisfação do turista (Hassan & Rahimi, 2018; Shabani et al., 2019).

A experiência turística, é uma experiência subjetiva tridimensional. As imagens de vídeo, por exemplo, são limitadas pela bidimensionalidade dos dispositivos de visualização, e não mostram integralmente o ambiente do local. Ambientes imersivos propiciados pelas tecnologias e dispositivos de realidade virtual e aumentada que combinem elementos sensoriais e psicológicos permitem maior envolvimento na experiência. A tecnologia de realidade virtual, o ambiente virtual e os modelos tridimensionais quebraram a forma tradicional de visualização de imagem, expandem a visão bidimensional para a visão panorâmica o que traz ao público um forte sentido de presença, e proporciona uma nova experiência de visualização e ao mesmo tempo, quebra as limitações regionais e sazonais do turismo convencional (Hou, 2021).

As empresas turísticas utilizam a Internet para difundir e divulgar toda a sua infraestrutura de produtos e serviços turísticos com características de bem intangível, a fim de complementar as viagens reais. Com os recursos da realidade virtual, da computação, da multimídia e da Internet, permitem a oferta de um serviço, que ao mesmo tempo é produto, ou vice-versa, que só restringe a viagem para quem está excluído do mundo digital.

Para além de explorar a temática e as diferentes abordagens do turismo virtual, podem ser encontrados vários trabalhos de investigação que utilizam técnicas de análise bibliométrica no setor do turismo (Koseoglu et al., 2016; Mulet-Forteza et al., 2019), no entanto, são escassos (embora recentes), os estudos com análise bibliométrica relacionada com o turismo virtual (Akhtar et al., 2021; Lai et al., 2020).

### **3. Metodologia**

As pesquisas foram realizadas em setembro de 2021, na base de dados Scopus que é considerada uma das maiores e mais reputada base de dados em referências científicas (aghaei chadegani et al., 2013).

A estudo teve como proposta identificar, de forma quantitativa, os resultados que a plataforma Scopus oferece ao pesquisar os termos, “virtual tourism” na ferramenta de pesquisa, usando os campos palavras-chave, título e resumo. Os termos foram pesquisados em inglês pela sua relevância, e pela relação com as novas abordagens às tecnologias que envolvem a experiências de turismo em ambiente virtual.

*(TITLE-ABS-KEY (virtual) AND TITLE-ABS-KEY (tourism))*

## 4. Resultados

### 4.1. Análise descritiva

A pesquisa realizada com “tourism” AND “virtual” apresenta um resultado de 1.657 trabalhos científicos ao passo que na pesquisa realizada com a expressão “turismo virtual” um resultado de apenas 175 trabalhos, um resultado significativamente menor se comparado com o anterior. Ao comparar os títulos dos trabalhos publicados com os termos na primeira pesquisa pode observar-se os termos “virtual tourism” estão contidos no “tourism” and “virtual”. Dessa forma, a análise foca-se nos primeiros resultados amplamente mais abrangentes. Além disso o outro propósito foi de delimitar a pesquisa à área do conhecimento do turismo.

A figura 1 mostra o volume de publicações entre os anos 1995 e 2020, destacando-se o acentuado crescimento no ano 2020, com 238 publicações. De referir que o ano de 2021 totaliza 184 publicações até à data da última pesquisa, correspondente aos apenas aos 3 primeiros trimestres uma, vez que, a pesquisa foi realizada em setembro de 2021.

De 1995 nota-se um crescimento lento, com um decréscimo no ano de 2014 para 2015 e partir desta data verifica-se ter existido um interesse mais acentuado na temática.

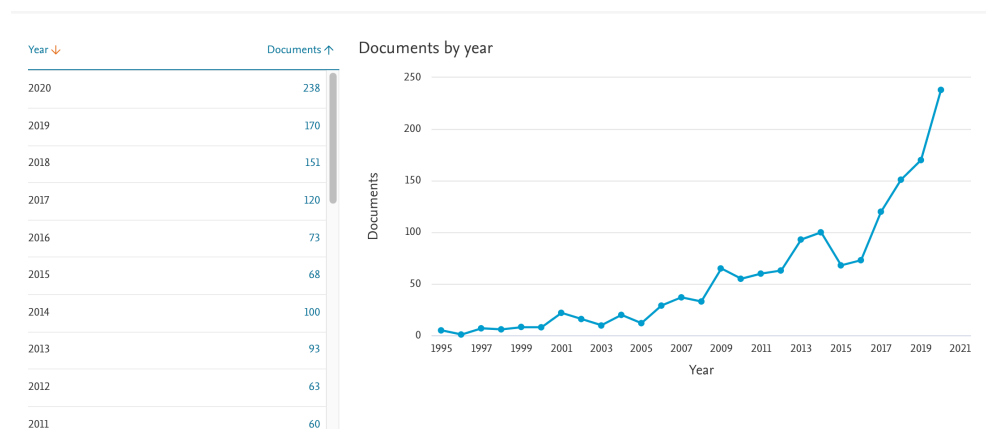


Figura 1 – Volume de publicações entre 1995 e 2020.  
Fonte: Ferramenta analítica da plataforma Scopus

De salientar a participação de investigadores portugueses na lista de autores com maior número de publicações, Bessa, M. e Melo M., com 6 publicações em cada um dos casos (figura 2).



Figura 2 – Publicações por autor.  
 Fonte: Ferramenta analítica da plataforma Scopus

Na lista dos 10 países com mais produção científica na área do turismo virtual destaca-se a China em primeiro lugar com 211 documentos publicados logo seguido dos Estados Unidos com 190 e em terceiro lugar a Itália com 139 publicações.

Portugal surge em 8º lugar com cerca de 50 publicações em coautoria com outras instituições e autores de várias nacionalidades.

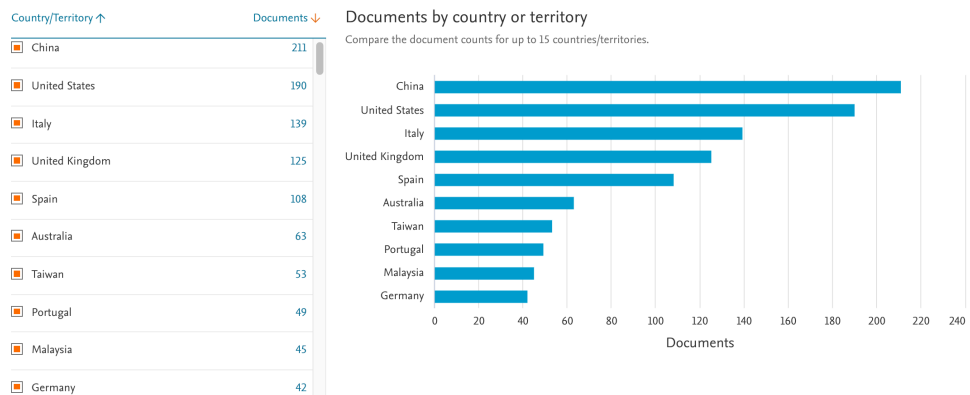


Figura 3 – Publicações por país.  
 Fonte: Ferramenta analítica da plataforma Scopus



Relativamente ao volume de publicações por áreas, salientam-se quer em termos absolutos quer relativos, a área de *Computer Science* com 22,9%, *Social Science* com 18,5% e *Business Manager* com 14,6%.

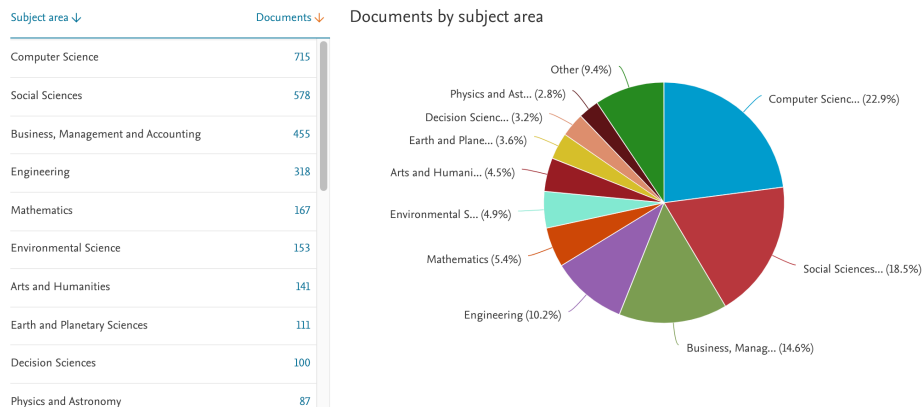


Figura 4 – Documentos publicados por área.  
Fonte: Ferramenta analítica da plataforma Scopus

De referir que maioritariamente os documentos são artigos publicados em revistas (46,4%) e artigos apresentados em conferências (34,7%) o que corresponde a 81,1% do total dos documentos publicados.

#### 4.2. Análise de temáticas

Para a análise das áreas temáticas relacionadas com a produção científica em turismo virtual, recorreu-se ao software VOSviewer e à técnica de coocorrência com aos dados recolhidos na base de dados Scopus e exportados em formato CSV.

Para criar o mapa baseado em dados bibliográficos foram usados o tipo de análise de coocorrências e o método de contagem completa usando como unidade de análise todas as palavras-chave.

Foram identificados 7995 keywords das quais 178 tinham um mínimo de 10 ocorrências. Obteve-se uma lista de keywords com palavras-chave como *virtual reality* e *augmented reality* e *tourism* no topo das palavras com mais ocorrências e com forte correlação, conforme tabela 1.

Para facilitar a leitura do mapa gerado estipulou-se como o número limite de ocorrências 20, reduzindo assim o número de palavras para 69.

A figura 5 apresenta os palavras-chave agrupadas em 4 clusters. O cluster identificado a vermelho mostra a relação entre realidade virtual e realidade aumentada, turismo virtual, tecnologia, virtual tour, sistemas de informação, entre outros, pela proximidade dos nós. No cluster identificado a verde está em evidência a palavra turismo e inclui as palavras-chave como gestão, economia, desenvolvimento e sustentabilidade e covid-19.

No cluster a azul surgem termos relacionados com investigação na área do património cultural, história, modelos 3d, photogrammetry, etc. Por fim o cluster que destaca as áreas do marketing, websites, comércio eletrónico e inovação.

Keyword	Occurrences ▼	Total link strength
virtual reality	521	1887
tourism	339	1108
augmented reality	184	709
cultural heritages	79	436
three dimensional computer graphics	76	436
cultural heritage	72	410
internet	68	226
visualization	60	336
virtual tourism	55	166
tourist destination	55	255
marketing	51	242
tourism industry	49	182
virtual tour	46	169
information systems	45	207
tourism management	44	199
tourism development	44	208
virtual reality technology	43	201
human computer interaction	42	176
sustainable development	39	209
user experience	37	154
e-learning	37	133
social media	36	105

Tabela 1 – Lista de keywords e número de ocorrências.  
Fonte: software VOSviewer.

Por forma a analisar quais as temáticas que se relacionam com turismo virtual e no foco da investigação, no período da Covid-19, foi realizada uma nova análise com os dados filtrados a partir de 2020, ano que iniciou a crise pandémica. Como tal, foram usados os mesmos métodos e obteve-se um total de 2687 keywords e com um mínimo de 10 ocorrências foram selecionadas 26 palavras-chave.

O mapa da figura 6 como temas centrais a realidade virtual a realidade aumentada e o património cultural a par com a área do turismo.

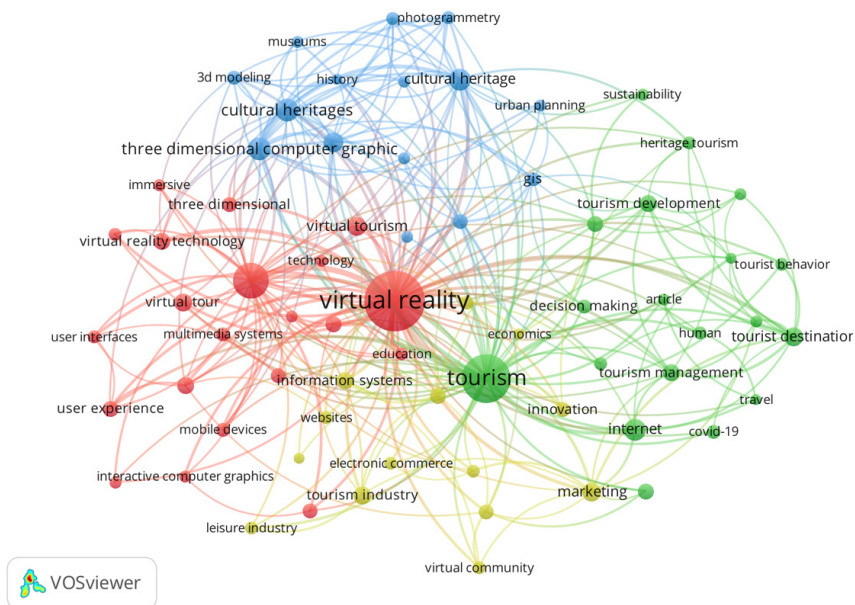


Figura 5 – Mapa de coocorrências de palavras-chave.  
Fonte: Elaboração própria. Imagem obtida no VOSviewer

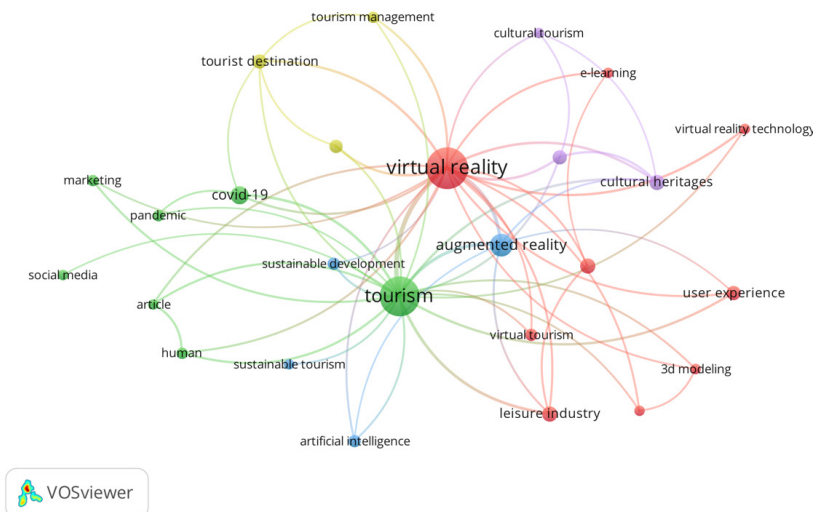


Figura 6 – Mapa de coocorrências de palavras-chave com dados de 2020 até setembro de 2021.  
Fonte: Elaboração própria. Imagem obtida no VOSviewer

#### 4. Conclusões

A OMT (2016) afirma que o “turismo virtual” é capaz de afetar na implementação do turismo sustentável, otimizando soluções e evitando o desenvolvimento desnecessário de recursos ambientais. O turismo sustentável costuma oferecer experiências únicas e exóticas, com os passeios virtuais, e neste cenário possivelmente, as experiências reais poderão ser resumidas, dando espaço para as virtuais, com maior nível de detalhe.

Os efeitos da pandemia causada pela COVID-19 foram sentidos globalmente em todas as áreas, afetando dramaticamente o turismo. Como consequência, a comunidade académica e os investigadores que se dedicam à pesquisa na área de turismo têm concentrado esforços na produção científica em particular em soluções alternativas como o turismo virtual. A longo prazo, as atividades de turismo virtual podem reduzir os riscos de propagação da Covid-19, diminuir a pressão imposta a pelo setor relacionada com episódios epidémicos e aumentar sua sustentabilidade (Schiopu et al., 2021).

As principais áreas de investigação estão relacionadas com tecnologias como realidade virtual, realidade aumentada, 3D, tecnologias móveis (Hyun et al., 2009) e tecnologias de informação a par com temáticas como património cultural (Delgado et al., 2013; Luo et al., 2018; Park et al., 2018) e desenvolvimento turístico sustentável (Caciora et al., 2021; Dewailly, 1999).

Os resultados permitem concluir que o interesse dos investigadores pelo tema turismo virtual acentuou no ano 2020-21, período em que ocorreu a pandemia, com principal incidência na realidade virtual a realidade aumentada e o património cultural.

Também a participação da academia e dos investigadores nacionais em colaboração com instituições internacionais e autores de vários países reflete a atenção no tema e a atitude proactiva em cooperar na investigação de soluções inovadoras que minimizem a situação de crise vivida no turismo. As conclusões resultantes destes trabalhos apresentam valiosos contributos numa perspetiva de recuperação e redefinição de estratégias futuras para a atividade turística em cenários de pós-covid moldadas por transformações nas atitudes e comportamentos de consumo baseados em segurança sanitária, procura por destinos ecológicos e sustentáveis e fuga ao turismo de massa.

Este estudo apresenta algumas limitações. Sendo que apresenta apenas um estudo quantitativo. Como proposta de trabalho futuro pretende-se ampliar a metodologia para uma análise sistémica qualitativa dos trabalhos publicados e em simultânea ampliar a recolha de dados a outras bases de dados. De igual modo seria interessante comparar os resultados recolhidos até à presente data com os dados obtido no final do ano e eventualmente na data de termo da situação de pandemia.

#### Referências

- aghaei chadegani, A., Salehi, H., Yunus, M., Farhadi, H., Fooladi, M., Farhadi, M., & Ale Ebrahim, N. (2013). A Comparison between Two Main Academic Literature Collections: Web of Science and Scopus Databases. *Asian Social Science*, 9, 18–26. <https://doi.org/10.5539/ass.v9n5p18>

- Akhtar, N., Khan, N., Mahroof Khan, M., Ashraf, S., Hashmi, M. S., Khan, M. M., & Hishan, S. S. (2021). Post-covid 19 tourism: Will digital tourism replace mass tourism? *Sustainability (Switzerland)*, 13(10). <https://doi.org/10.3390/su13105352>
- Caciora, T., Herman, G. V., Ilieş, A., Baias, S., Ilieş, D. C., Josan, I., & Hodor, N. (2021). The use of virtual reality to promote sustainable tourism: A case study of wooden churches historical monuments from Romania. *Remote Sensing*, 13(9). <https://doi.org/10.3390/rs13091758>
- Delgado, F. J., Martinez, R., Finat, J., Martinez, J., Puche, J. C., & Finat, F. J. (2013). *Enhancing the reuse of digital resources for integrated systems to represent, understand and dynamize complex interactions in architectural cultural heritage environments* (G. P. (ed.); Vol. 2, Issue 5/W1, pp. 109–114). Copernicus GmbH. <https://doi.org/10.5194/isprsannals-II-5-W1-97-2013>
- Dewailly, J.-M. (1999). Sustainable tourist space: From reality to virtual reality? . *Tourism Geographies*, 1(1), 41–55. <https://doi.org/10.1080/14616689908721293>
- Guedes, V. L. S., & Borschiver, S. (2005). Bibliometria: uma ferramenta estatística para a gestão da informação e do conhecimento, em sistemas de informação, de comunicação e de avaliação científica e tecnológica. *I Encontro Nacional de Ciências Da Informação*, 6.
- Hassan, A., & Rahimi, R. (2018). Consuming “Innovation” in Tourism: Augmented Reality as an Innovation Tool in Digital Tourism Marketing. In *Digital Marketing and Consumer Engagement* (Management, pp. 215–232). IGI Global. <https://doi.org/10.4018/978-1-5225-5187-4.ch012>
- Hou, T. (2021). Virtual Tourism Simulation System Based on VR Technology. *Journal of Physics: Conference Series*, 1881(3), 32084. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1881/3/032084>
- Huang, Y.-C., Backman, S. J., Backman, K. F., & Moore, D. (2013). Exploring user acceptance of 3D virtual worlds in travel and tourism marketing. *Tourism Management*, 36, 490–501. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/j.tourman.2012.09.009>
- Huang, Y. C., Backman, K. F., Backman, S. J., & Chang, L. L. (2016). Exploring the Implications of Virtual Reality Technology in Tourism Marketing: An Integrated Research Framework. *International Journal of Tourism Research*, 18(2), 116–128. <https://doi.org/10.1002/jtr.2038>
- Hyun, M. Y., Lee, S., & Hu, C. (2009). Mobile-mediated virtual experience in tourism: Concept, typology and applications. *Journal of Vacation Marketing*, 15(2), 149–164. <https://doi.org/10.1177/1356766708100904>
- Johnson, A.-G., & Samakovlis, I. (2019). A bibliometric analysis of knowledge development in smart tourism research. *Journal of Hospitality and Tourism Technology*. <https://doi.org/10.1108/jhtt-07-2018-0065>

- Koseoglu, M. A., Rahimi, R., Okumus, F., & Liu, J. (2016). Bibliometric studies in tourism. *Annals of Tourism Research*, 61, 180–198. <https://doi.org/10.1016/j.annals.2016.10.006>
- Lai, N. Y. G., Wong, K. H., Yu, L. J., & Kang, H. S. (2020). *Virtual reality (VR) in engineering education and training: A bibliometric analysis*. 161–165. <https://doi.org/10.1145/3425329.3425360>
- Luo, L., Wang, X., Guo, H., Lasaponara, R., Shi, P., Bachagha, N., Li, L., Yao, Y., Masini, N., Chen, F., Ji, W., Cao, H., Li, C., & Hu, N. (2018). Google earth as a powerful tool for archaeological and cultural heritage applications: A review. *Remote Sensing*, 10(10). <https://doi.org/10.3390/rs10101558>
- Michael Hall, C. (2011). Publish and perish? Bibliometric analysis, journal ranking and the assessment of research quality in tourism. *Tourism Management*, 32(1), 16–27. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.tourman.2010.07.001>
- Mulet-Forteza, C., Genovart-Balaguer, J., Mauleon-Mendez, E., & Merigó, J. M. (2019). A bibliometric research in the tourism, leisure and hospitality fields. *Journal of Business Research*, 101, 819–827. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2018.12.002>
- Park, H., Kim, J., Bang, S., & Woo, W. (2018). *The effect of applying film-induced tourism to virtual reality tours of cultural heritage sites* (A. A.C. & T. H. (eds.)). Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc. <https://doi.org/10.1109/DigitalHeritage.2018.8810089>
- Rafael, C. (2020). *Analysis of Scientific Production- Smart Tourism Destination, Technology and Sustainability BT - Advances in Tourism, Technology and Smart Systems* (A. Rocha, A. Abreu, J. V. de Carvalho, D. Liberato, E. A. González, & P. Liberato (eds.); pp. 599–613). Springer Singapore.
- Schiopu, A. F., Hornoiu, R. I., Padurean, M. A., & Nica, A.-M. (2021). Virus tinged? Exploring the facets of virtual reality use in tourism as a result of the COVID-19 pandemic. *Telematics and Informatics*, 60. <https://doi.org/10.1016/j.tele.2021.101575>
- Shabani, N., Munir, A., & Hassan, A. (2019). E-Marketing via Augmented Reality: A Case Study in the Tourism and Hospitality Industry. *IEEE Potentials*, 38(1), 43–47. <https://doi.org/10.1109/MPOT.2018.2850598>
- Shikhri, R., Lanir, J., & Poretski, L. (2021). *Evaluation framework for improving 360 virtual tours user experience* (B. C.-M., C. L., D. A., G. D., K. T., Z. M., & N. J. (eds.); Vol. 2855, pp. 16–18). CEUR-WS. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85105376794&partnerID=40&md5=d1fb8558275da51e3c9a97d871f2code>
- Škare, M., Soriano, D. R., & Porada-Rochoń, M. (2021). Impact of COVID-19 on the travel and tourism industry. *Technological Forecasting and Social Change*, 163. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.120469>

- Teixeira, S., & Ferreira, J. J. (2018). A bibliometric study of regional competitiveness and tourism innovation. *International Journal of Tourism Policy*, 8. <https://doi.org/10.1504/IJTP.2018.10015677>
- Tiwari, P., Séraphin, H., & Chowdhary, N. R. (2020). Impacts of COVID-19 on tourism education: analysis and perspectives. *Journal of Teaching in Travel and Tourism*. <https://doi.org/10.1080/15313220.2020.1850392>
- van Eck, N. J., & Waltman, L. (2010). Software survey: VOSviewer, a computer program for bibliometric mapping. *Scientometrics*, 84(2), 523–538. <https://doi.org/10.1007/s11192-009-0146-3>
- WTTC. (2020). *Travel & Tourism Economic Impact from COVID-19*. <https://wttc.org/Research/Economic-Impact>
- Yung, R., & Khoo-Lattimore, C. (2019). New realities: a systematic literature review on virtual reality and augmented reality in tourism research. *Current Issues in Tourism*, 22(17), 2056–2081. <https://doi.org/10.1080/13683500.2017.1417359>



# Ciudades Inteligentes: ¿Estamos avanzando en Costa Rica?

Olda Bustillos-Ortega<sup>1</sup>, Jorge Murillo-Gamboa<sup>2</sup>

[obustillos@uia.ac.cr](mailto:obustillos@uia.ac.cr); [jmurillo@uia.ac.cr](mailto:jmurillo@uia.ac.cr)

<sup>1</sup> Directora y Docente Escuela de Ingeniería Informática, Universidad Internacional de las Américas (UIA), IEEE Member, IEEE Computer Society. San José, Costa Rica.

<sup>2</sup> Docente Investigador, Universidad Internacional de las Américas (UIA), IEEE Senior Member, IEEE Computer Society, IEEE Smart Cities, IEEE Education Society. Heredia, Costa Rica.

**Pages:** 251-264

**Resumen:** El término de Ciudad Inteligente hace referencia a una tendencia global que corresponde al uso de las tecnologías de la información para transformar las ciudades en áreas más habitables, viables y sostenibles. El término es utilizado en instituciones gubernamentales de países latinoamericanos; sin embargo, se vuelve necesaria una reflexión sobre si es una utopía llegar a transformar una ciudad hasta el nivel de caracterizarla como “inteligente”. Se utilizan experiencias de otros países, su evolución, autonomía, movilidad y desarrollo de aplicaciones informáticas que buscan automatizar sus ciudades. Se elabora una herramienta, como propuesta, para validar una ciudad como inteligente, y se ofrece para coadyuvar en la integración de iniciativas estratégicas aisladas y guiar la innovación de las ciudades actuales. Como caso de estudio, se presenta la aplicación de la herramienta a los planes y estrategias que está teniendo actualmente el Gobierno de Costa Rica.

**Palabras-clave:** Ciudades Inteligentes; Costa Rica; Latinoamérica.

## *Smart Cities: Are we making progress in Costa Rica?*

**Abstract:** The term Smart City refers to a global trend that corresponds to the use of information technologies to transform cities into more livable, viable and sustainable areas. The term is used in governmental institutions of Latin American countries; however, a reflection on whether it is a utopia to transform a city to the level of characterizing it as “intelligent” becomes necessary. Experiences from other countries, their evolution, autonomy, mobility, and development of computer applications that seek to automate their cities are used. A tool is developed, as a proposal, to validate a city as smart, and it is offered to assist in the integration of isolated strategic initiatives and guide the innovation of today’s cities. As a case study, the application of the tool to the plans and strategies that the Government of Costa Rica is currently having is presented.

**Keywords:** Costa Rica; Latin America; Smart Cities.



## 1. Introducción

Ciudades inteligentes es un movimiento global enfocado en transformar las ciudades en áreas urbanas más habitables, viables y sostenibles dentro de un ecosistema de tecnologías y servicios en función del ciudadano. En Latinoamérica, es usual que las ciudades utilicen sus antiguas infraestructuras urbanas con sistemas informáticos heredados, fuentes de datos públicas y equipos instalados al aire libre con sensores, instrumentos y controles para ofrecer protección y seguridad ciudadana (The Mission of IEEE Smart Cities, 2017).

Algunas ciudades inician atacando el problema del transporte público y las soluciones van en dirección a mejorar la eficiencia de los autobuses urbanos, y las estaciones, por otro lado, si se detectan problemas de inseguridad ciudadana o del comercio, entonces los esfuerzos se dirigen a instalar cientos de cámaras de vigilancia, botones de pánico en parques y sitios estratégicos, y un centro de monitoreo, acompañado por oficiales en las calles. Las ciudades enfrentan una urbanización creciente y surge el tema de cómo pueden hacer los gobiernos de Latinoamérica para encaminarse hacia ciudades más seguras e inteligentes.

En esta investigación se define el concepto de Ciudad Inteligente, sus distintas áreas, su evolución histórica, y las diferentes tecnologías y aplicaciones tecnológicas que la están impulsando (i.e Internet de las cosas IoT, Inteligencia Artificial AI). Se hace una revisión de la literatura sobre el tema de Ciudades Inteligentes, su evolución y desarrollo y se presenta la guía estándar P2784 de IEEE Smart Cities para planificar y desarrollar las Ciudades del Siglo XXI, (IEEE P2784 Guide for the Technology and Process Framework for Planning a Smart City, 2017).

Como referencia bibliográfica se analizan los siguientes documentos clave: Estrategia de Transformación Digital del Gobierno de Costa Rica (Alvarado, C., Salazar, L.A., 2018), la Ruta 5G del Ministerio de Ciencia, Tecnología y Telecomunicaciones MICITT (Vega, P., Troyo, F., Morales, C., Chinchilla, A. 2021), y la propuesta “Costa Rica: Verde e Inteligente 2.0” de la Cámara de Tecnologías de Información y Comunicación CAMTIC de Costa Rica (Mora, A., 2021).

Se elabora una herramienta y se hace una prueba de mapeo utilizando los Ejes Estratégicos de las fuentes clave anteriores, contra las áreas y ecosistemas que conforman una Ciudad Inteligente. Los resultados se analizan y se hacen recomendaciones con el objeto de adaptar, mejorar y utilizar esta herramienta en futuros estudios sobre mapeo de planes estratégicos contra Ciudades Inteligentes, aplicable tanto en las zonas urbanas como en las rurales.

## 2. Ciudades Inteligentes

Una Ciudad Inteligente consiste en una infraestructura urbana que conecta las personas con el entorno, pero también conecta personas con personas y, utilizando la tecnología, se busca hacer las ciudades más eficientes, más funcionales y a menor costo. Las ciudades inteligentes sirven además como intersección entre los ciudadanos con el gobierno y sus políticas, aunado a iniciativas de automatización, transformación digital y gestión de sus

operaciones, con el objeto de ofrecer valor a la ciudadanía, como elemento central, (M. Razaghi, M. Finger, 2018).

Según la comunidad IEEE Smart Cities, las principales áreas que constituyen una ciudad inteligente son: Energía, Agua, Movilidad, Vehículos, Salud, Agricultura, Desechos, (The Mission of IEEE Smart Cities, 2017). Utilizan una lista de ecosistemas: Agricultura, Educación, Electricidad, Salud Pública, Medios y Entretenimiento, Seguridad, Transporte, Distribución del Agua, Residuos y Reciclaje (IEEE Smart Cities: Connected Ecosystem of Ecosystems, 2017).

Una Ciudad Inteligente puede abarcar tanto las áreas urbanas como las rurales, desarrollando edificios energéticamente eficientes, cirugías remotas, movilidad con vehículos aéreos, servicios urbanos mejorados, agricultura de precisión, aunado al desarrollo de aplicaciones de: Vehículos autónomos, mallas eléctricas, salud conectada y mano de obra conectada (Mangra, N., Ghasempour, A., 2020).

La plataforma tecnológica estaría presente en forma de redes de energía (“Power Grids”), redes de comunicación (5G/6G) y redes de iluminación, donde el marco de aplicaciones de software y de servicios se extiende más allá, abarcando escenarios de: Ciudad Inteligente, Regiones Inteligentes y Planificación ante Pandemias (Fig.1) (IEEE International Network Generations Roadmap, Applications and Services, 2021; M. Masera, E. F. Bompard, F. Profumo, and N. Hadjsaid, 2018).



Figura 1 – Ecosistemas de una Ciudad Inteligente (IEEE Applications and Services, 2021)

## 2.1. Problemática de las Ciudades actuales

Algunos centros urbanos a cargo de municipios, al desarrollarse, sufren de una serie de problemas críticos, como la insuficiencia de capacidad, el deterioro funcional, aunado a un escaso mantenimiento preventivo de sus activos y con una obsolescencia tecnológica en equipos mecánicos y electrónicos.

Usualmente, mantienen infraestructuras heredadas (agua, energía, iluminación) que no han sido preparadas para proporcionar servicios inteligentes, y se hace difícil para

el municipio a cargo promover una mejor calidad de vida y salud socioeconómica a una población creciente y demandante. El aumento de la población urbana ejerce una presión sobre las infraestructuras urbanas (transporte y movilidad), y se incrementan las preocupaciones para la vida de las personas, con potenciales pérdidas económicas significativas (industria y comercio) y falta de preparación ante circunstancias críticas emergentes, pandemias y desastres naturales, (Betis, Larios, Petri, Wu, Deacon, Hayar, 2018).

## **2.2. Historia de Ciudades Inteligentes**

En el año 2013, el IEEE comenzó la iniciativa de Smart Cities con el objeto de desarrollar una red mundial de ciudades, compartir experiencias y organizar la difusión del conocimiento. Con apoyo de sociedades y organizaciones técnicas, lograron avanzar en las tecnologías de ciudades inteligentes, en beneficio de la sociedad y sus ciudadanos, (The Mission of IEEE Smart Cities, 2017).

En el 2012, Carlo Ratti, del Senseable Lab, del Instituto MIT, analizó los desafíos de la rápida urbanización de Guadalajara, México, y propuso el proyecto “Ciudad Creativa Digital” (CCD). Impulsó una red de instituciones, investigadores e interesados en compartir conocimientos y experiencias, y conformaron grupos de trabajo en: infraestructura, IoT, datos abiertos, analítica, visualización, métricas y educación, (G. Betis, G., Larios, V., Petri, D., Wu, X., Deacon, A., Hayar, A. (2018).

En octubre del 2013 se realizó una conferencia con más de 120 participantes e invitados expertos del mundo en educación, IoT (Internet de las cosas), redes de computadoras, sensores y Cloud, quienes compartieron experiencias sobre el ecosistema de sus ciudades actuales y se estableció una “Hoja de Ruta” para convertir una Ciudad Creativa en una Ciudad Inteligente. Se añadieron las experiencias de Kansas City, Missouri y Casablanca, (Selects Municipalities Kansas City, Missouri, United States Of America, and Casablanca, Morocco To Engage In IEEE Smart Cities Initiative, 2017).

En setiembre del 2016, se lanzó la Conferencia de Ciudades Inteligentes (ISC2 2016), con más de 500 participantes de 150 países. Se anexaron otras 12 ciudades donde figuran: Guadalajara (México), Buenos Aires (Argentina), Guayaquil (Ecuador), Medellín (Colombia), Natal (Brasil), así como La Coruña y Sabadell (España), (G. Betis, G., Larios, V., Petri, D., Wu, X., Deacon, A., Hayar, A., 2018).

## **2.3. Planificando Ciudades Inteligentes (estándar IEEE P2784)**

En setiembre del 2017, el Comité IEEE COM/SDB para la Elaboración de Estándares, recibió la “Guía de Tecnologías y Marco de Procesos para la Planificación de una Ciudad Inteligente”, como propuesta de estándar IEEE P2784.

Desde entonces gobiernos, organizaciones y empresas integradoras lo utilizan en la planificación de soluciones de tecnología y como guía para migrar las comunidades hacia Ciudades Inteligentes. Desde el 2017, IEEE Smart Cities Community ha desarrollado foros, charlas y conferencias a nivel mundial, donde comparten experiencias y se desarrollan iniciativas alineadas con esta guía, (IEEE P2784 Guide for the Technology and Process Framework for Planning a Smart City, 2017).

### 3. Evolución y Autonomía de Ciudades Inteligentes

#### 3.1. De Ciudad Industrial a Inteligente

Los coreanos han desarrollado su propio Programa Estratégico Nacional de Ciudades Inteligentes, para identificar y desarrollar sus comunidades desde el modelo de Ciudad Industrial, a Modernistas, Sostenible y culminar en Ciudad Inteligente con su lema: “Conectando Espacios y Tiempo con las Personas para Crear Valor”, manteniendo la visión de un espacio donde las personas son el punto central (Fig. 2). Es una evolución basada en el paradigma de ciudad industrializada de los siglos IX y XX, y en los años 60 pasó a Ciudad Modernista, (enfoque en poblados, carreteras, zonas comerciales). En los años 80 evolucionó a Ciudad Sostenible, y para los 90, con el nuevo urbanismo se enfocó más en los ciudadanos. En el año 2000 surgió la Planificación Urbana Ubicua (“Ubiquitous City Planning”) de Ciudad Sostenible y para el 2014 evolucionó al nombre final de Ciudad Inteligente, (Fig.2), (The National Strategic Smart City Program, 2019).

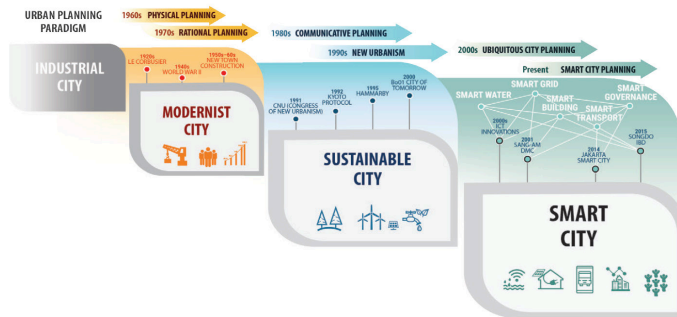


Figura 2 – Evolución de una Ciudad Inteligente.

#### 3.2. Transformación Digital en Ciudades Inteligentes

La “Outdoor Edge Platform” consiste en una propuesta de transformación digital donde los dispositivos de iluminación utilizan aplicaciones de computación avanzada para gestionar la infraestructura de alumbrado público, pudiendo recopilar, visualizar y actuar sobre los datos urbanos (Fig. 3), (Davis, C., 2019).



Figura 3 – Aplicaciones informáticas de una Ciudad Inteligente, (Davis, C., 2019).

### 3.3. Redes Comunitarias Inteligentes

Ghiro (2019) plantea que la evolución de una ciudad inteligente se basa en la “adopción generalizada de las Tecnologías de Información y Comunicaciones (TIC)”, y como ejemplo analizó las redes comunitarias urbanas inalámbricas (CN) en su país, Italia. En una comunidad, los pobladores, haciendo uso de las redes móviles y fijas de los proveedores de servicios de Internet (ISP), lograron implementar sus soluciones propias, donde los asociados deciden la adquisición e instalación de los equipos, en sus casas y edificios (Fig. 4), (Ghiro, L., 2019).



Figura 4 – Instalando nodo inalámbrico en red comunitaria (Ghiro, L., 2019).

### 3.4. Iluminación en Ciudades Inteligentes

Golchin (2019) señala “...ahorrar 40% de la energía eléctrica utilizada en la iluminación podría dar lugar a una reducción del 50% de todos los gases de efecto invernadero producido en EE. UU”. Añade el profesor Golchin, “se demostró que el alumbrado público es responsable del 6% de las emisiones de gases de efecto invernadero y del 19% del uso total de energía eléctrica, ocupando el primero o el segundo lugar como mayor consumidor de energía representando entre el 25% y el 50% de una factura de energía municipal de una ciudad”, (Golchin, P., 2019).

### 3.5. IoT en Ciudades Inteligentes

Las ciudades de hoy, y aún las de mañana, serán inteligentes siempre y cuando estén constituidas por una mezcla de tecnologías avanzadas, combinadas entre sí y asequibles al usuario a través de varios tipos de redes, y se prevé que estas redes crezcan en una escala extremadamente grande y en el 2020 se tenía una conectividad estimada de 20 mil millones de “cosas”, (Saloni, M., 2019).

El Internet de las cosas (IoT), como concepto, lo introdujo Kevin Ashton en 1999, cuando se utilizaban las etiquetas en los supermercados y almacenes conocidos como etiquetas RFID (del inglés Radio Frequency Identification), y su propósito era transmitir la identidad de un objeto (similar a un número de serie único) mediante ondas de radio. Añade el profesor Saloni (2019) que una red de dispositivos IoT debe ofrecer un conjunto de requerimientos: ser inalámbrico, movilidad, escalabilidad, de bajo consumo, de bajo ancho de banda, configuración dinámica, confiable y direccionable, (Saloni, M., 2019).

## 4. Propuesta del Gobierno de Costa Rica

### 4.1. Plan del Bicentenario 2018-2022

En el 2018, se publicó la Estrategia de Transformación Digital hacia la Costa Rica del Bicentenario 4.0, con el objetivo de “... mejorar la calidad de vida de los habitantes, asegurar la reconversión empresarial necesaria para la industria 4.0, y mejorar la relación gobierno-ciudadanos” (Alvarado y Salazar, 2018).



Figura 5 – Estrategia Transformación Digital de Costa Rica, (Alvarado y Salazar, 2018).

De acuerdo con esta propuesta, se visualizan 10 áreas de impacto (ver anillo central en Fig.5) a saber: Desarrollo Social, Seguridad, Economía y Comercio, Ciudades y Territorios, Medio Ambiente, Gobierno Digital, Transporte, Innovación, Educación y Salud. Seis ejes estratégicos: Pura Vida Digital, CR Inteligente, Transformación Empresarial 4.0, Sociedad Innovadora, Buena Gobernanza y Costa Rica Conectada.

### 4.2. La Ruta 5G de Costa Rica

En el año 2018 se incorporó dentro del Plan Nacional de Desarrollo 2019-2022 la estrategia “Evolución de Redes Móviles de Telecomunicaciones (Ruta 5G)” (Vega, Troyo, Morales y Chinchilla, 2021) y el MICITT (Ministerio de Ciencia, Tecnología y Telecomunicaciones) presentó “La Ruta 5G, el camino de Costa Rica hacia las redes IMT-2020” (telecomunicaciones móviles internacionales), con las tecnologías móviles de quinta generación (5G), (Vega, Troyo, Morales y Chinchilla, 2021).

El desarrollo del 5G, según el MICITT, permitirá:

- Mejorar la conectividad en aplicaciones industriales, profesionales y de entretenimiento.
- Evolucionar las TIC con nuevos productos: Big Data, Massive IoT, Ciudades Inteligentes, Realidad Virtual y Aumentada, Agricultura Inteligente.
- Automatizar aplicaciones como el control inalámbrico de procesos industriales de manufactura, cirugía a distancia, malla eléctrica inteligente (“Power Grid”), seguridad del transporte, entre otras (Vega, Troyo, Morales y Chinchilla, 2021).

### 4.3. Costa Rica: Verde e Inteligente

La Cámara de Tecnologías CAMTIC lanzó “Costa Rica: Verde e Inteligente 2.0”, con la cual se busca acelerar el avance del Sector de las TIC en su doble dimensión, como sector económico y como instrumento habilitador para el desarrollo del país. “Un país pequeño como Costa Rica no podrá enrumbarse certeramente al desarrollo siguiendo el modelo clásico de los actuales países desarrollados ... tenemos que crear nuestro propio modelo a partir de los valores que nos identifican: la paz; la democracia; la solidaridad; ...el conocimiento científico y tecnológico como plataformas de la innovación y ésta, como eje de la productividad y el emprendimiento”, afirma Alexander Mora, presidente CAMTIC, (Mora, 2021).

Los objetivos generales incluyen: Desarrollar la cultura digital, Desarrollar capacidades empresariales y Construir un “ecosistema digital” y algunos objetivos específicos incluyen:

- Potenciar a las empresas para que desarrollen productos y servicios basados en el conocimiento.
- Impulsar e incentivar la innovación, la investigación y desarrollo.
- Promover al Sector de las TIC como plataforma para desarrollar sectores económicos insertos en la producción de bienes y servicios del conocimiento.

### 5. Herramienta para mapear Ciudades Inteligentes

Se necesita una herramienta que permita utilizar los planes estratégicos de una institución, municipalidad, universidad, organización privada y confrontarlos contra los dominios inteligentes, sirviendo de base para el análisis y las discusiones con respecto a una decisión sobre necesidades de una ciudad inteligente.

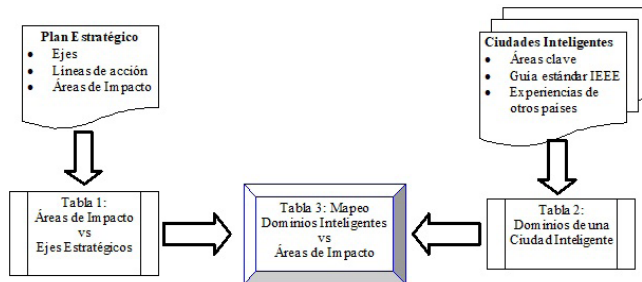


Figura 6 – Herramienta para mapear Ciudades Inteligentes.

En la Fig.6, se aprecia la Tabla 1, a la izquierda, la cual se construye a partir del Plan Estratégico con sus ejes, líneas de acción y áreas de impacto. En la misma Fig.6, la Tabla 2 (derecha) agrupa los ecosistemas (IEEE Smart Cities Community), aunado a la experiencia de otros países y se deriva la lista de Dominios Inteligentes. Finalmente, la Tabla 3 (Fig.6, centro abajo) se obtiene al cruzar las Tablas 1 y 2, aplicando un mapeo y obteniendo datos sobre las ocurrencias encontradas.



## 6. Aplicando la Herramienta

### 6.1. Mapeando las Áreas de Impacto

Para obtener las áreas de impacto, se extraen a partir de los ejes estratégicos y las líneas de acción del documento del Gobierno de Costa Rica. Los Ejes Estratégicos del plan de Costa Rica son: Pura Vida Digital (PV), Costa Rica Inteligente (CI), Transformación Empresarial 4.0 (TE), Sociedad Innovadora (SI), Buena Gobernanza (BG), Costa Rica conectada (CC), (Alvarado y Salazar, 2018).

		Ejes Estratégicos						
	Áreas de Impacto	PV	CI	TE	SI	BG	CC	Total
CyT	Ciudades y Territorios	x					x	2
DS	Desarrollo Social	x	x	x	x	x	x	6
Ed	Educación	x			x		x	3
EyC	Economía y Comercio	x	x	x	x		x	5
GD	Gobierno Digital	x	x	x		x	x	5
In	Innovación			x	x	x	x	4
Ma	Medio Ambiente			x				1
Sa	Salud	x	x					2
Se	Seguridad		x			x		2
Tr	Transporte	x						1
	Total ocurrencias:	7	5	5	4	4	6	

Tabla 1 – Áreas de Impacto versus Ejes Estratégicos

Las líneas de acción a analizar son las siguientes: Pura Vida Digital (PV), Costa Rica Inteligente (CI), Transformación empresarial 4.0 (TE), Sociedad Innovadora (SI), Buena Gobernanza (BG) y Costa Rica conectada (CC) (Alvarado y Salazar, 2018). Las áreas de impacto identificadas dentro del plan son: Ciudades y Territorios, Desarrollo Social, Educación, Economía y Comercio, Gobierno Digital, Innovación, Medio Ambiente, Salud, Seguridad y Transportes, (Alvarado y Salazar, 2018).

Un primer análisis muestra que la primera columna PV en la Tabla 1 tiene la mayor representación del eje estratégico “Pura Vida Digital”, con siete ocurrencias. Le sigue Desarrollo Social (DS), con seis aciertos, en líneas de acción orientadas a destrezas y habilidades digitales, participación ciudadana digital y conectividad. Con cinco aciertos, está el área de Economía y Comercio, impulsando la transformación del sector agro costarricense y desarrollando empleos y empresas. También con cinco ocurrencias se encuentra Gobierno Digital, apoyado por iniciativas estratégicas como el Portal Nacional de Gobierno Digital e impulsando la adaptación del marco normativo nacional a las nuevas tecnologías.



## 6.2. Estableciendo Dominios Inteligentes

Para obtener una lista de dominios inteligentes se seleccionaron primeramente, las áreas o ecosistemas clave: Agricultura, Educación, Electricidad, Salud Pública, Medios y Entretenimiento, Seguridad, Transporte y Distribución del Agua y Manejo de Residuos y Reciclaje, (The Mission of IEEE Smart Cities, 2017).

<i>(Ag) Agricultura y Alimentación</i>	<i>(Co) Comunicación 5G</i>	<i>(De) Desechos y Residuos</i>
<i>(Ed) Educación</i>	<i>(Eh) Edificios y Hogares</i>	<i>(Go) Gobierno y Municipalidades</i>
<i>(H2O) Agua</i>	<i>(Lu) Iluminación</i>	<i>(Me) Medios y Entretenimiento</i>
<i>(Mo) Movilización</i>	<i>(Pw)Energía “PowerGrid”</i>	<i>(Rc) Redes Comunitarias</i>
<i>(Sa) Salud</i>	<i>(Se) Seguridad Ciudadana</i>	<i>(Td) Tecnologías Digitales</i>
<i>(Tr) Transporte</i>	<i>(Tu) Turismo</i>	

Tabla 2 – Dominios Inteligentes (DI)

Seguidamente, se completa la Tabla 2 con elementos basados en la experiencia de países: Comunicación, Edificios, Gobierno, Iluminación, Movilización, Redes Comunitarias, Tecnologías Digitales y Turismo, (IEEE Smart Cities: Connected Ecosystem of Ecosystems, 2017; C. Di-Meo, 2021).

La Tabla 2 contiene todos los Dominios Inteligentes a utilizar en el mapeo.

## 6.3. Mapeando Dominios Inteligentes versus Áreas de Impacto

Para construir la Tabla 3, se ubican en la línea superior (Eje X) las áreas de impacto, y en la columna de la izquierda (Eje Y) se listan los dominios inteligentes.

En esta tercera tabla (Tabla 3), el dominio inteligente mayormente referenciado como resultado del mapeo es el de Tecnologías Digitales (Td), con cinco. Adicionalmente, dentro de las líneas de acción que respaldan las tecnologías digitales como el dominio inteligente de mayor referencia están: el Portal Nacional de Gobierno Digital, la plataforma de servicios digitales compartidos, el potenciar las destrezas y habilidades digitales de la sociedad costarricense junto con innovaciones como desarrollo de capacidades y cultura digital para la industria 4.0.

Con tres ocurrencias está Gobierno y Municipalidades (Go), ofreciendo iniciativas para desarrollar la plataforma de servicios municipales en línea, la plataforma de servicios digitales compartidos, y la participación ciudadana digital. Otro dominio con tres aciertos es Turismo (Tu), con líneas de acción en tecnologías digitales para el turismo y desarrollo sostenible, referenciado en las áreas de impacto: Desarrollo Social (DS), Gobierno Digital (GD) y Medio Ambiente (MA).

En términos generales, el mapeo dio un resultado con pocos aciertos (valores 1, 2 y 3) en la mayoría de las áreas de impacto referenciadas por los dominios inteligentes, sin embargo, es una primera impresión al mapear y analizar un plan estratégico contra el modelo de Ciudades Inteligentes.

Dominios	Áreas de Impacto										Total	
	CyT	DS	Ed	EyC	GD	In	Ma	Sa	Se	Tr		
Ag				x								1
Co			x		x							2
De												0
Ed			x			x						2
Eh												0
Go					x	x			x			3
H2O												0
Lu												0
Me						x						1
Mo												0
Pw												0
Rc												0
Sa								x				1
Se		x							x			2
Td		x	x	x	x	x						5
Tr				x						x		2
Tu		x			x		x					3
Total ocurrencias	0	3	3	3	4	4	1	1	2	1		

Tabla 3 – Dominios Inteligentes (DI) versus Áreas de Impacto

La herramienta muestra resultados con valores en cero, esto sirve a manera de guía para desarrollar iniciativas y proyectos en dichos dominios, a saber: Desechos y Residuos, Edificios y Hogares, Distribución del Agua, Iluminación, Movilización de Ciudadanos y Vehículos, Mallas de Energía y Redes Comunitarias.

## 7. Conclusiones

Modelar una Ciudad Inteligente representa una oportunidad y un reto en la gestión de recursos y en la prestación de servicios de una comunidad. La iluminación inteligente, dispositivos IoT y aplicaciones de inteligencia artificial (AI) se continúan desarrollando y una Ciudad Inteligente debe poder adquirirlos, configurarlos y conectarlos a las redes existentes.

Se hace relevante la necesidad de contar con buenas prácticas de otros países y de estándares para Ciudades Inteligentes (como el IEEE P2784), así como de un marco de planificación que permita desarrollar productos, servicios y diseñar espacios inteligentes, como un plan estratégico a corto, mediano y largo plazo, cuyo objetivo mejore la calidad de vida de los ciudadanos, y coadyuve en la gestión del gobierno local, con iniciativas tecnológicas y proyectos.

Con respecto a la herramienta utilizada en esta investigación, se diseñó y se aplicó como una forma de validar las iniciativas de los gobiernos contra las áreas y ecosistemas que conforman una Ciudad Inteligente. Se tomaron como referencia la Estrategia de Transformación Digital del Gobierno de Costa Rica, La Ruta 5G del Ministerio de Ciencia, Tecnología y Telecomunicaciones (MICITT) y la propuesta “Costa Rica: Verde e Inteligente 2.0” de la Cámara de Tecnologías de Información y Comunicación CAMTIC. Con estas fuentes, se extrajeron los Ejes Estratégicos y Líneas de Acción dando como resultado 10 Áreas de Impacto.

Con respecto a la creación de Dominios Inteligentes se utilizaron las referencias de los ecosistemas clave basado en la comunidad IEEE Smart Cities aunado a otras áreas utilizadas por autores de varios países dando como resultado 16 Dominios Inteligentes a ser mapeados contra las 10 Áreas de Impacto anteriores.

El uso de la herramienta no incluye la realización de pruebas exhaustivas de campo, sino, un mapeo de documentación estratégica contra una lista de dominios.

El resumen de los resultados obtenidos al confrontar las Áreas de Acción contra los Dominios Inteligentes se muestra, de mayor a menor incidencia:

1. Tecnologías Digitales (Td) obtuvo el mayor número de referencias con 5.
2. Gobierno y Municipalidades (Go) y Turismo obtuvieron 3 ocurrencias.
3. Comunicación (Co), Educación (Ed) y Seguridad Ciudadana (Se) con 2.
4. Agricultura y alimentación (Ag), Medios y Entretenimiento (Me) y Salud (Sa) con solamente 1 ocurrencia.
5. Sin ninguna referencia directa están los Dominios: Desechos y Residuos, Edificios y Hogares, Distribución del Agua, Iluminación, Movilización de Ciudadanos y Vehículos, Mallas de Energía y Redes Comunitarias

Ciertamente, Costa Rica se encuentra avanzando al proponer iniciativas para incorporar servicios como el Portal Nacional del Gobierno Digital y tecnologías de redes inalámbricas 5G buscando mejorar las comunicaciones e impactando positivamente en la educación, la seguridad ciudadana y el turismo.

Los resultados del mapeo indican una menor orientación del Gobierno de Costa Rica hacia las Ciudades Inteligentes en cuanto a la gestión de Desechos y Residuos, Distribución del Agua, Iluminación, Movilización y las Redes de Energía, sin embargo, se sugiere el uso de esta herramienta para visualizar estos faltantes y considerarlos en futuros planes puntuales para los instituciones, municipalidades y organizaciones interesadas en impulsar la iniciativa de Ciudades Inteligentes en sus propias regiones, usando los dominios inteligentes como marco de referencia.

Se propone adaptar y mejorar la herramienta para mapear Ciudades Inteligentes como una forma de tener una impresión de lo cerca, o lejos que se encuentra una ciudad de ser sostenible e inteligente. Se propone, aplicar la herramienta de forma rigurosa analizando planes estratégicos en zonas urbanas y rurales inteligentes, y también aplicarla en los sectores público y privado, o incluso en la academia mejorando los programas de estudio, proyectos y tesis enfocándolos hacia temas relacionados con Ciudades Inteligentes.

Se hace necesario un planteamiento político-tecnológico de los gobiernos, en especial los latinoamericanos, para presentar proyectos de Ley que promuevan iniciativas

tecnológicas para desarrollar Ciudades Inteligentes y Sostenibles, apoyadas con alianzas de las universidades y el sector privado, en procura de soluciones viables de cara a ser impulsadas por las mismas municipalidades en cada zona (urbana o rural), pero manteniendo la visión de que la ciudadanía tenga ciudades más seguras e inteligentes donde las personas son el punto central.

## Referencias

- Alvarado, C., Salazar, L.A. (2018). Estrategia de Transformación Digital hacia la Costa Rica del Bicentenario 4.0. 2018-2022. MICITT Ministerio de Ciencia y Tecnología y Telecomunicaciones y Gobierno de la República de Costa Rica. Available: <https://www.micit.go.cr/sites/default/files/estrategia-tdhcrb.pdf>.
- Applications and Services, (2021). IEEE International Network Generations Roadmap. 2021 Edition. Accessed on: August 24, 2021. [Online] Available: [https://futurenetworks.ieee.org/images/files/pdf/INGR\\_2021\\_Edition/IEEE\\_INGR\\_AppsSvc\\_2021Ed\\_Promo.pdf](https://futurenetworks.ieee.org/images/files/pdf/INGR_2021_Edition/IEEE_INGR_AppsSvc_2021Ed_Promo.pdf)
- C. Di-Meo (2021). “A digital culture for a smart tourism”. IEEE Smart Cities White Paper. June 2018. Accessed on: August 12, 2021, [Online] Available: <https://smartcities.ieee.org/images/files/pdf/SCWhitePaper-DigitalCultureSmartTourism.pdf>
- Davis, C., (2019). An Innovative Outdoor Edge Platform for Smart Cities Digital Transformation, (Nov 2019). Smart City Planning & Technology Standard Series. Accessed on: August.03, 2021, [Online] Available: <https://resourcecenter.smartcities.ieee.org/education/webinar-videos/SMCWEB0105.html>
- G. Betis, G., Larios, V., Petri, D., Wu, X., Deacon, A., Hayar, A. (2018). The IEEE Smart Cities Initiative—Accelerating the Smartification Process for the 21st Century Cities. Proceedings of the IEEE 2018. Vol. 106, No. 4, April 2018.
- Ghiro, L. (2019). Urban Wireless Community Networks: A Paradigm To Boost Smart Applications and An Active Citizenship. Department of Information Engineering and Computer Science (DISI) - University of Trento, Italy. January 2019. [Online] Available: <https://smartcities.ieee.org/images/files/pdf/SCWhitePaper-UrbanWirelessComNetworks.pdf>
- Golchin, P. (2019). The Role of Smart Lighting in Smart Grid in the context of Smart Cities. Department of Industrial Engineering – DII, University of Trento, Italy. May 2019. [Online] Available: <https://smartcities.ieee.org/images/files/pdf/2019-05-SCWhitePaper-SmartLightingSmartGridSC.pdf>
- IEEE P2784 Guide for the Technology and Process Framework for Planning a Smart City, (2017). IEEE Smart Cities Publication. Accessed on: July. 29, 2021, [Online] Available: <https://standards.ieee.org/project/2784.html>
- Lorenzo Ghiro. (2019). “Boosting the Development of Smart Cities with the Blockchain”. Smart Cities white paper. May 2019. Accessed on: August 21, 2021, [Online] Available: [https://smartcities.ieee.org/images/files/2019-05-SC\\_WhitePaper-BoostingDevofSCBlockchain.pdf](https://smartcities.ieee.org/images/files/2019-05-SC_WhitePaper-BoostingDevofSCBlockchain.pdf)

- M. Masera, E. F. Bompard, F. Profumo, and N. Hadjsaid. (2018). "Smart (Electricity) Grids for Smart Cities: Assessing Roles and Societal Impacts". Proceedings of the IEEE 2018. Vol. 106, No. 4, April 2018. Accessed on: August 26, 2021, [Online] Available: <https://ieeexplore.ieee.org/document/8331174/>
- M. Nardello. (2019). "Non-Intrusive Load Monitoring to Foster New Services for Smart Cities". IEEE Smart Cities white paper. January 2019. Accessed on: August 23, 2021, [Online] Available: [https://smartcities.ieee.org/images/files/pdf/2019-01\\_SCWhitePaper-NonIntrusiveLoadMon.pdf](https://smartcities.ieee.org/images/files/pdf/2019-01_SCWhitePaper-NonIntrusiveLoadMon.pdf)
- M. Razaghi, M. Finger. (2018). "Smart Governance for Smart Cities". Proceedings of the IEEE 2018. Vol. 106, No. 4, April 2018. Accessed on: August 25, 2021, [Online] Available: <http://ieeexplore.ieee.org/document/8326767/>
- Mangra, N., Ghasempour, A. (2020). IEEE Smart Cities: Connected Ecosystem of Ecosystems. IEEE 5G.
- Mora, A. (2021). Resumen Ejecutivo de la Estrategia "Costa Rica: Verde e Inteligente 2.0", Cámara Costarricense de Tecnologías de Información CAMTIC, 2021. Accessed on: August 12, 2021, [Online] Available: [http://www.camtic.org/wp-content/uploads/2017/04/RESUMEN\\_Ejecutivo\\_Estrategia\\_CRVeI\\_2-1.pdf](http://www.camtic.org/wp-content/uploads/2017/04/RESUMEN_Ejecutivo_Estrategia_CRVeI_2-1.pdf)
- Saloni, M., (2019). IOT Networking: Technologies and Approaches for a Distributed Infrastructure-Less World, University of Trento, Italy, January 2019. [Online] Available: <https://smartcities.ieee.org/images/files/pdf/SCWhitePaper-IoTNetworking.pdf>
- Selects Municipalities Kansas City, Missouri, United States Of America, and Casablanca, Morocco To Engage In IEEE Smart Cities Initiative, (2017). Smart Cities Publication. Accessed on: July. 29, 2021, [Online] Available: <https://smartcities.ieee.org/home/ieee-selects-municipalities-kansas-city-missouri-united-states-of-america-and-casablanca-morocco-to-engage-in-ieee-smart-cities-initiative>
- The Mission of IEEE Smart Cities, (2017). IEEE Smart Cities Publication. Accessed on: July. 29, 2021, [Online] Available: [https://smartcities.ieee.org/images/files/pdf/IEEE\\_Smart\\_Cities-\\_Flyer\\_Nov\\_2017.pdf](https://smartcities.ieee.org/images/files/pdf/IEEE_Smart_Cities-_Flyer_Nov_2017.pdf)
- The National Strategic Smart City Program. (2021). Deap City. Korea. Accessed on: July. 29, 2021, [Online] Available: <https://smartcities.kr/about>
- Vega, P., Troyo, F., Morales, C., Chinchilla, A. (2021). Ruta 5G: El camino de Costa Rica hacia las redes IMT-2020. Abril 2021. [Online] Available: [https://www.micit.go.cr/sites/default/files/la\\_ruta\\_5g\\_el\\_camino\\_de\\_costa\\_rica\\_hacia\\_las\\_redes\\_imt-2020\\_v10\\_1.pdf](https://www.micit.go.cr/sites/default/files/la_ruta_5g_el_camino_de_costa_rica_hacia_las_redes_imt-2020_v10_1.pdf).

# Experiencia de TV educativa en Ecuador en el marco de la pandemia

Diana Rivera-Rogel<sup>1</sup>, Anie Ocampo Cajamarca<sup>2</sup>, Ana María Beltrán-Flandoli<sup>3</sup>

[derivera@utpl.edu.ec](mailto:derivera@utpl.edu.ec); [anie.ocampoc@gmail.com](mailto:anie.ocampoc@gmail.com); [ambeltran@utpl.edu.ec](mailto:ambeltran@utpl.edu.ec)

<sup>1</sup> Docente de la Universidad Técnica Particular de Loja, Ecuador, 11-01-608, Loja, Ecuador.

<sup>2</sup> Becaria de Investigación de la Universidad Técnica Particular de Loja, Ecuador, 11-01-608, Loja, Ecuador.

<sup>3</sup> Docente de la Universidad Técnica Particular de Loja, Ecuador, 11-01-608, Loja, Ecuador.

**Pages: 265-276**

**Resumen:** La emergencia mundial a causa de la pandemia de Covid-19 trastocó varios de los procesos sociales contemporáneos, entre ellos la educación escolarizada. El presente artículo analiza el proceso de construcción y el impacto de una iniciativa de Televisión Educativa desarrollada desde la formación en Comunicación en el ámbito universitario, como apoyo al proceso educativo infantil no presencial, cuyos receptores son niños con baja posibilidad de conexión a Internet. El estudio tuvo un carácter descriptivo, con la finalidad de examinar cada una de las etapas de confección, implementación y evaluación de los productos audiovisuales distribuidos semanalmente por señal abierta de televisión. Los resultados resaltan las ganancias académicas en la formación educomunicacional de los futuros profesionales, así como la cimentación de un proceso de producción de televisión educativa y finalmente, el alcance de los mismos en términos de responsabilidad social. En las conclusiones se aprecia la necesidad de un proceso de educación apoyado en los medios, reflexivo y flexible a los cambios, que promueva técnicas actuales como el storytelling y la optimización de recursos como propuesta de innovación y sustentabilidad.

**Palabras-clave:** TV educativa; pandemia; Covid-19; recursos educativos.

## *Educational TV experience in Ecuador in the framework of the pandemic*

**Abstract:** The global emergency caused by the Covid-19 pandemic disrupted several contemporary social processes, including school education. This article analyzes the construction process and the impact of an Educational Television initiative developed from Communication training in the university environment, as a support to the non-presential children's educational process, whose receivers are children with low possibility of Internet connection. The study had a descriptive character, with the purpose of examining each of the stages of preparation, implementation and evaluation of the audiovisual products distributed weekly by open television signal. The results highlight the academic gains in the educational-communication training of future professionals, as well as the foundation of an

educational television production process and, finally, their scope in terms of social responsibility. The conclusions show the need for an educational process supported by the media, reflective and flexible to changes, which promotes current techniques such as storytelling and the optimization of resources as a proposal for innovation and sustainability.

**Keywords:** Educational TV; pandemic; Covid-19; educational resources.

## 1. Introducción

A raíz de la declaración del estado de emergencia a nivel mundial a causa de la pandemia Covid-19 varios sectores se vieron afectados, el educativo es el que enfrenta posibles consecuencias irreversibles a futuro (Iturria, 2020). Con la pandemia se evidenció una desigualdad en el manejo de los sistemas y el acceso a garantías en materia de salud (Ahmed et al., 2020). En esta línea, CEPAL/UNESCO (2020) ahondaron la situación particular de cada nación, al momento de enfrentar una emergencia de tal magnitud, mediante la utilización de variedad de formatos y plataformas (con o sin uso de tecnología); el apoyo y la movilización del personal, las comunidades educativas, la atención a la salud y el bienestar integral de las y los estudiantes.

Dentro del ámbito educativo, la mayoría de los países en el régimen latinoamericano adoptó una mayor cantidad de medidas que se podrían catalogar como reactivas antes que correspondientes a una planificación de contingencia. La suspensión de las clases presenciales en todos los niveles permitió consecuentemente que tanto las estructuras administrativas en materia de educación, como los propios centros y docentes, volteen la mirada desde una presencialidad educativa, concebida tradicionalmente, hacia una modalidad a distancia (Shah et al., 2021).

Sin duda, estas transformaciones se han materializado en un cambio de paradigma que trastoca múltiples niveles dentro de la educación. Aunque la consigna de la “nueva normalidad” (Chiodini, 2020) persiste en la posibilidad de poder estudiar o aprender de forma digital, varios escenarios escolares han tenido que sustituir la presencia por otras formas de administración y evaluación de contenidos, como el aprendizaje basado en la recolección de evidencias (Bosch, 2020), la formación híbrida (Bolliger y Halupa, 2018), y muy importante, la utilización de los medios de comunicación tradicionales con fines educativos (Pérez-Escoda y Ruíz, 2020).

A nivel mundial la consigna de la continuidad del aprendizaje (Morales y Medina, 2020) exige destinar esfuerzos a la reducción de la brecha de desigualdad digital, que tipifica entre otras cosas el acceso seguro a la tecnología (García-Peñalvo y Corell, 2020), así como en el desarrollo de un proceso pedagógico integral con el uso de las mismas. A pesar de esto, y con serias limitaciones, los docentes, las instituciones y los estados, han planteado la utilización de variedad de formatos y plataformas para generar una red de apoyo y la movilización del personal, las comunidades educativas, la atención a la salud y el bienestar integral de las y los estudiantes.

Wang et al. (2020) mencionan que actualmente los niños no tienen un contacto presencial con otros niños, pero si además se ve sumada una reducida interacción con amigos fuera de la familia de manera virtual, que, puede modificar rutinas habituales como realizar



actividad física, dieta, tiempo de sueño, distribución del tiempo y actividades recreativas (González, 2020).

En este sentido, es importante entender que la educación debe evolucionar para responder a estudiantes más activos, propositivos e independientes; los docentes deben buscar la transformación y evolución de métodos de orientación. El estudiante es ahora, protagonista activo y constructor de su proceso de aprendizaje, a la vez que los profesores asumen un papel importante al facilitar este tipo de construcción del conocimiento y promover el aprendizaje activo y colaborativo (Domínguez, et al., 2015).

El impacto de los medios de comunicación en niños y adolescente es una clara realidad en el sistema educativo, reconociendo estas tecnologías como un método de aprendizaje con gran potencial (Galán, 2012). La televisión educativa se convirtió en una nueva forma de hacer televisión, en este ámbito. Cabero (2007) menciona que el proceso de producción de programas educativos, debe ser un trabajo en conjunto de docentes y productores, para dar como resultado contenido útil, con diferente narrativa.

La teleeducación también es un complemento a la modalidad presencial, pero es importante entender que “solo con la televisión el proceso pedagógico queda incompleto, ya que requiere interacción no solo docente-estudiante sino entre pares, que comparten dudas y criterios, así se construye el conocimiento” (Rosero, 2020). Al ser un sustituto o un complemento de la modalidad presencial que actualmente ha sido suspendida, posee ciertas limitaciones; sin embargo, también posee una enorme ventaja para “más de los mil millones de niños de todo el mundo” a quienes su proceso de aprendizaje se ha visto suspendido por la pandemia (Mueller & Taj, 2020).

La educación, como un ámbito social, ha recibido una notable influencia a partir del acelerado crecimiento de las tecnologías de la información y la comunicación y los medios audiovisuales. La televisión ha marcado en este sentido, el inicio de un entramado de conexiones. Hoy en día, estos medios de comunicación masiva cumplen con unas necesidades básicas de la educación: rapidez y eficacia para transmitir el conocimiento a través de mensajes (Machargo Díaz et al., 2017).

Entre algunas de las características de la programación televisiva dedicada a los contenidos educativos están que: son programas con éxito sociológico: determinan la subjetivación de niños y jóvenes, sus comportamientos y formas de actuar y los roles que desempeñan dentro de la sociedad, transforman exitosamente prácticas en el aula, utilizan recursos para generar, transitar o resolver situaciones, u otros aspectos como la exploración, la investigación y la resolución de problemas (Oviedo, 2014).

Es importante recalcar en este punto, que el éxito en el apoyo al proceso de aprendizaje, fin ulterior de este tipo de producción, depende del uso, metodología y la forma de cómo el docente asuma estos retos acompañados de estrategias pedagógicas.

### **1.1. Experiencias educativas con el uso de medios de comunicación en tiempo de pandemia**

El sistema educativo de Perú se encontraba marcado por rasgos de desigualdad incluso antes de la pandemia. “Estos rasgos se refieren a: cobertura, tipo de gestión de las



instituciones educativas, área geográfica, infraestructura y tecnologías de información y comunicación (TIC) con las que cuentan” (Gómez-Arteta & Escobar-Mamani, 2021).

El presidente Martín Vizcarra, por medio de una resolución con el Ministerio de Educación, inició el año escolar el 6 de abril a distancia pensando reestablecer las clases presenciales el 4 de mayo; sin embargo, la emergencia sanitaria no permitió llevarlo a cabo. La resolución N° 184-2020 MINEDU confirmó la continuidad de las clases virtuales; el contenido digital sigue siendo compartido mediante televisión y radio (Gobierno de Perú, 2020). Los programas televisivos y radiales difundidos destacan por compartir contenido educativo en español y en lenguas nativas (BID, 2020).

El Ministerio de Educación Argentino como respuesta inmediata a la pandemia propuso el programa “Seguimos educando”, un portal digital que brindaba material académico y dictaba clases a distancia; encontrándose disponible en [www.seguimoseducando.gob.ar](http://www.seguimoseducando.gob.ar). A su vez se complementaba con programas en la radio (La Radio Nacional - AM 870 de Buenos Aires) y televisión, emitidos en la Tv Pública (canal nacional), canal Paka- Paka, Encuentro y Mirador. Sin embargo, debido a las brechas de desigualdad, los recursos que hacen uso de Internet solo son aplicables en ciertos sectores, con condiciones específicas (Anderete Schwal, 2020).

En México 37.589.611 estudiantes fueron afectados por el cierre de escuelas, después de un decreto a cargo de la Secretaría de Educación Pública. Cuando empezó la pandemia el gobierno planeó retomar las clases en modalidad virtual desde el 20 de abril, además se implementó el programa denominado “Aprende en casa”, que contenía actividades educativas de los diferentes niveles de educación, difundido por la web y en programas de televisión educativa (Secretaría de Educación Pública de México, 2020 ).

En cuanto al cierre de escuelas, en Ecuador, el presidente Lenín Moreno, continuó con la suspensión de las clases, afectando aproximadamente a 5.131.987 de alumnos. Al igual que otros países de la región, se optó por brindar asesoría educativa a los docentes del país a través de la plataforma “Educación Ecuador”, líneas telefónicas y correos electrónicos para llevar a cabo las clases de forma virtual (Sánchez, Quiroga, & Ospina, 2020). El 16 de marzo, el Ministerio de Educación propuso el “Plan Educativo Covid-19”, apoyándose en la radio y televisión para asegurar que los materiales educativos y los consejos puedan estar disponibles en situaciones de emergencia (Ministerio de Educación de Ecuador , 2020).

## **1.2. Propuesta de televisión educativa: En casa y aprende**

El concepto de TV Educativa actualmente acota una diversa gama de posibilidades, relacionadas justamente, con la amplitud de formas narrativas que han transformado la televisión misma, fenómeno al que se le ha llamado hipertelevisión (Scolari, 2013).

Así, el componente educativo a través de este medio se puede entender desde dos abordajes. Un primer tipo es la utilización del medio televisivo como un instrumento de aproximación, acercando a través de la pantalla y su capacidad comunicativa, determinados contenido cultural-educativo. La segunda acepción es la que hace referencia a los programas de televisión, que en soporte vídeo y rara vez en directo, son integrados dentro de diseños curriculares de enseñanza presencial. La televisión se transforma en un medio didáctico, en sentido estricto.

Desde esta vertiente, en palabras de Martínez (1995) a la televisión “no la hace el emisor; la televisión la hace educativa el receptor, el usuario final, independientemente de la estructura y la intencionalidad del emisor” (p. 93).

En Ecuador se han elaborado una amplia variedad de producciones audiovisuales de corte educativo, que han sido transmitidas en la televisión abierta. Entre las más emblemáticas encontramos en primer lugar a “Aprendamos”, un espacio liderado por el Municipio de Guayaquil en alianza estratégica con el sector privado, que inició su transmisión a finales del 2003 (Sánchez et al., 2003), seguido por “Educa TV”, con un formato de televisión infantil, concebido como un producto televisivo que entretiene y enseña a los niños con creatividad (Vidal, 2013). De igual manera, tienen presencia en la franja educativa mediática programas como: Veo Veo, Jack & Limon y Bau Bau.

La llegada del coronavirus a Ecuador provocó un salto a otra dimensión en temas educativos al llevar a paso forzado a profesores, estudiantes y padres al mundo de la tecnología, en un país donde muchos hogares no tienen acceso a Internet ni ordenadores. En Ecuador, solamente un 30% de los hogares posee computadores e Internet (MinTel, 2019).

En este sentido, desde la Universidad Técnica Particular de Loja (UTPL), se plantea la creación del espacio TV Educativa “En casa y aprende”, que tiene el objetivo fundamental de conectar los contenidos base del currículo educativo del nivel básico, para apoyar el proceso de formación de niños de 6 a 9 años, a través de una propuesta fresca, que se combine con una narrativa divertida, utilizando los elementos propios de las técnicas del storytelling educativo digital (Rodríguez-Illera, Barberà-Gregori y Martínez-Fernández, 2020).

## 2. Metodología

El presente estudio tuvo como objetivo dar a conocer la implementación del proyecto de Televisión Educativa “En casa y aprende”, que se diseñó en tiempo de pandemia de la Covid-19 para apoyar el proceso de enseñanza-aprendizaje de los niños y niñas con dificultades de conectividad. La iniciativa tuvo dos enfoques, por un lado, transmitir por televisión abierta los recursos y por otro, crear fichas didácticas de cada recurso, que permita a los profesores utilizarlos en clases, pues están disponibles de manera digital en Facebook y YouTube.

Se trató de un estudio descriptivo porque relata las fases de trabajo del proyecto (Hernández y Fernández, 2003). Se desarrolló en tres fases:

Fase 1: revisión de la planificación curricular propuesta por el Ministerio de Educación del país, a través de la siguiente ficha.

Área del currículo educativo	Tema	Contenido
------------------------------	------	-----------

Ficha de revisión de contenidos

Esta ficha permitió seleccionar los temas a producir semana a semana, considerando las áreas de conocimiento de inglés, matemática, ciencias naturales, lengua y literatura y estudios sociales.

Fase 2: elaboración de guiones audiovisuales para la producción de los recursos educativos abiertos, que se sostengan en una narrativa didáctica pertinente para el aprendizaje significativo de los niños.

Área	Título	Estructura	Recursos
------	--------	------------	----------

#### Ficha de guiones

Esta ficha permitió organizar los contenidos de tal manera que la producción responda a estándares de calidad similares a los de la televisión local, utilizando recursos con un lenguaje sencillo y creativo y con enfoque educocomunicativo.

Fase 3: estos videos están diseñados para ser utilizados por los profesores como recursos de apoyo en sus clases, debido a que cuentan con una ficha didáctica orientativa. En la tercera ficha se recogió la siguiente información: link del video, título del recurso/tema, tiempo de duración, área de conocimiento, asignatura, grado, destreza con criterio de desempeño, descripción de contenidos, recursos, estrategia didáctica del video, habilidades y sugerencias didácticas para la clase.

En el diseño de los recursos educativos del proyecto participaron estudiantes de las carreras de Comunicación y Educación Básica de la Universidad Técnica Particular de Loja. Los estudiantes de la carrera de Comunicación estuvieron a cargo de la guionización y producción de los recursos audiovisuales, mientras que, los estudiantes de Educación fueron los encargados de levantar las fichas didácticas orientativas para la implementación de los recursos en el aula.

### 3. Resultados

El programa de TV educativa “En casa y aprende” se transmite por señal abierta, gracias a un convenio entre la Universidad Técnica Particular de Loja y Canal Sur de la ciudad de Loja, cuyo objetivo es llegar con recursos educativos a niños de escasos recursos y sin acceso a Internet, y responder ante la emergencia sanitaria aportando con educación a través de medios tradicionales como la televisión. Debido a que, en Ecuador, solo el 37 por ciento de los hogares tiene acceso a Internet, lo que significa que 6 de cada 10 niños no pueden continuar sus estudios a través de plataformas digitales. La situación es más grave para los niños de zonas rurales, solo el 16 por ciento de los hogares tiene este servicio (UNICEF, 2020).

TV Educativa “En casa y aprende” cuenta con dos temporadas y los contenidos de los productos audiovisuales están enfocados en el currículo educativo del Ministerio de Educación de Ecuador, abordando temáticas relacionadas a Ciencias Sociales, Ciencias Naturales, Matemáticas, Lenguaje y Literatura e Inglés. Se utilizan recursos

como dibujos y audios que ayuden a captar el interés de los niños, quienes tienen una enorme capacidad de aprender a través de la televisión. Es decir, se trata de una propuesta fresca, que combina la narrativa divertida utilizando los elementos propios de las técnicas del storytelling educativo digital (Rodríguez-Illera, Barberà-Gregori y Martínez-Fernández, 2020).

En el lapso de un año, esta iniciativa ha llegado a hogares de niños y niñas de entre seis y nueve años que poseen señal de televisión, tanto del centro urbano como de las zonas rurales del cantón Loja. Los episodios también se transmitieron por Facebook de Canal Sur y en el canal de YouTube de la Universidad Técnica Particular de Loja, donde han alcanzado un número importante de visitas.

### 3.1. Alcance del programa TV educativa “En casa y aprende”

Hasta la fecha se han elaborado 60 recursos educativos, los cuales han tenido una gran acogida en las redes sociales, algunos, por ejemplo, han superado las 60 mil visualizaciones. Sin duda, la televisión como instrumento educativo, se convierte en un recurso didáctico que debería integrarse en el currículo para la adquisición de conocimientos. Se trata de un instrumento de aprendizaje, tanto para los alumnos como para los profesores, y, desde la perspectiva de adaptación al medio social, permite conocer la realidad circundante y fomentar la convivencia y el espíritu crítico. Todo ello, desde la triple vertiente de ser: objeto de estudio, recurso didáctico y medio de información.

Área	Número de Videos	Media de Visitas
Inglés	6	187,5
Matemática	12	4.092,67
Ciencias Naturales	20	7.135,00
Lengua y Literatura	14	887,57
Estudios Sociales	8	7.824,00

Fuente: Elaboración propia

Tabla 1 – Número de videos por área y media de visualizaciones

Tal como se observa en la Tabla 1, las áreas en las que más recursos se han creado son ciencias naturales, lengua y literatura y matemática, debido a que son las áreas que mayor énfasis pone el currículo educativo del país, esto se evidencia en el número de horas destinadas en los horarios de clases. Además, este proyecto busca ser un apoyo para los niños y niñas que no tienen acceso a Internet para conectarse a clases, por ello se enfocó en las áreas con mayor problemática de aprendizaje. Pues a veces se cae en la tentación de pensar que los problemas de abstracción se dan solo en matemáticas, pero muchas de las dificultades en la adquisición de conceptos se produce también en ciencias naturales y ciencias sociales (González, 2002).

### 3.2. Confección de los recursos audiovisuales

Para la elaboración de los videos educativos, se procedió a realizar primero una especie de guion que permita contar con una estructura mínima para la producción de los recursos. Por cuestiones de tiempo en la Tabla 2 se colocó un ejemplo por cada área de conocimiento.

Área	Título	Estructura	Recursos
<b>Matemática</b>	División de Números Naturales	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ¿Qué es una división de números naturales?</li> <li>• Pasos para la división de números naturales de 2 cifras.</li> <li>• Recuerda.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Contenido de los libros del Ministerio de Educación.</li> <li>• Investigación.</li> <li>• Imágenes.</li> <li>• Avatar.</li> <li>• Stickers movibles.</li> <li>• GIF.</li> <li>• Videos.</li> <li>• Diapositivas.</li> <li>• Voz en off.</li> <li>• Música de fondo.</li> </ul>
<b>Ciencias Naturales</b>	El Suelo y el aire	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ¿Qué es el suelo?</li> <li>• Materia orgánica.</li> <li>• Materia inorgánica.</li> <li>• Explicación sobre las rocas y sus diferentes tipos.</li> <li>• Los minerales.</li> <li>• ¿Qué es el aire?</li> <li>• Composición.</li> <li>• Propiedades.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Contenido de los libros del Ministerio de Educación.</li> <li>• Investigación</li> <li>• Imágenes.</li> <li>• Avatar.</li> <li>• Stickers movibles.</li> <li>• GIF.</li> <li>• Videos.</li> <li>• Diapositivas.</li> <li>• Voz en off.</li> <li>• Música de fondo.</li> </ul>
<b>Ciencias Sociales</b>	Derechos individuales y colectivos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ¿Qué son los derechos?</li> <li>• ¿Qué son los derechos colectivos?</li> <li>• Derechos de primera generación.</li> <li>• Derechos de segunda generación.</li> <li>• Derechos de tercera generación.</li> <li>• ¿Qué son los derechos individuales?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Contenido de los libros del Ministerio de Educación.</li> <li>• Investigación.</li> <li>• Imágenes.</li> <li>• Avatar.</li> <li>• Stickers movibles.</li> <li>• GIF.</li> <li>• Videos.</li> <li>• Diapositivas.</li> <li>• Voz en off.</li> <li>• Música de fondo.</li> </ul>
<b>Lengua y Literatura</b>	El diálogo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ¿Qué es el diálogo?</li> <li>• Características.</li> <li>• Interlocutores.</li> <li>• Refuerzo final.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Contenido de los libros del Ministerio de Educación.</li> <li>• Investigación.</li> <li>• Imágenes.</li> <li>• Avatar.</li> <li>• Stickers movibles.</li> <li>• GIF.</li> <li>• Videos.</li> <li>• Diapositivas.</li> <li>• Voz en off.</li> <li>• Música de fondo.</li> </ul>

Área	Título	Estructura	Recursos
Inglés	Partes del cuerpo	<ul style="list-style-type: none"> <li>Partes de la cara en inglés y español.</li> <li>Partes del cuerpo empezando en extremidades y luego con las partes de los brazos y piernas en inglés y español.</li> <li>Refuerzo final con preguntas sobre el aprendizaje.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Contenido de los libros del Ministerio de Educación.</li> <li>Investigación.</li> <li>Imágenes.</li> <li>Avatar.</li> <li>Stickers movibles.</li> <li>GIF.</li> <li>Videos.</li> <li>Diapositivas.</li> <li>Voz en off.</li> <li>Música de fondo.</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia

Tabla 2 – Guion para recursos audiovisuales

Estos guiones sirvieron de ruta para que los estudiantes de la carrera de Comunicación puedan primero realizar la investigación de los temas y posteriormente, armar la estructura básica (narrativa) de los videos. Pues investigadores como Pérez-Herrero (2000) expresan que la eficacia de las experiencias educomunicativas aumenta en proporción a la cantidad de trabajo previo invertido en su preparación.

### 3.3. Fichas didácticas para el uso de recursos en el aula

Los recursos audiovisuales elaborados para el programa TV educativa “En casa y aprende” se constituyen en un aporte metodológico de aprendizaje que potencian el conocimiento, la interacción y la motivación de los estudiantes y sirven de apoyo al proceso de enseñanza de los profesores.

Para cumplir con este propósito, los 60 recursos se planificaron con base a las destrezas con criterio de desempeño establecidas en el currículo ecuatoriano de educación básica de los niveles básico elemental y medio, respondiendo a las áreas de conocimiento y asignaturas de lenguaje, matemáticas, ciencias naturales, estudios sociales e inglés.

Por lo tanto, las fichas que se construyeron para el efecto por cada recurso cuentan con una descripción específica de la habilidad que promueven con su uso y aplicación en el proceso educativo y de una estrategia y sugerencia didáctica que proporciona al profesor una orientación para su aplicación en el aula. Así, se cambia la manera de enseñar del profesor porque le daría un uso pedagógico a la tecnología.

Además, los recursos cuentan con una duración de entre 1 y 7 minutos, tiempo adecuado para que el profesor los utilice en el aula para introducir o explicar un tema.

Por temas de espacio no se colocaron las fichas. Sin embargo, la próxima fase de este proyecto es diseñar un repositorio con estos recursos y fichas didácticas para que puedan ser utilizados por los profesores como recursos educativos.

#### 4. Discusión y conclusiones

En medio de un contexto social, en presencia de una crisis sanitaria mundial, figura siempre un reto en múltiples vertientes, y lo educativo no es la excepción, ante la necesidad de responder oportunamente en términos temporales; representa, también, una oportunidad para innovar. En este contexto, nace la iniciativa de TV educativa “En casa y aprende”.

De acuerdo con datos de CEPAL/UNESCO (2020) más de 1200 millones de estudiantes en 190 países se vieron obligados a dejar la modalidad presencial de la escuela y optar por la virtualidad, ello, sin duda, ha marcado un antes y un después en la educación sobre todo por el nivel de acceso a Internet. En Ecuador, por ejemplo, solo el 16% de hogares del sector rural tienen acceso a Internet y ello ha dado pie a crear iniciativas como la TV educativa “En casa y aprende” para llegar a los niños y evitar se sigan atrasando, considerando que el impacto de los medios de comunicación en niños y adolescente es una clara realidad en el sistema educativo, reconociendo estas tecnologías como un método de aprendizaje con gran potencial (Galán, 2012).

Sumado a que el diálogo entre la escuela y los medios es posible. Y aún más la televisión que ocupa gran parte de la vida cotidiana de los niños. Buscar el lugar que puedan obtener los medios en la educación, a través de una formación que los analice como objeto de estudio y conocimiento, es, en efecto, necesario. La escuela no concentra la suma de conocimientos y de informaciones que recibe hoy un estudiante, pues se dispone de nuevas herramientas para enseñar, tales como los medios de comunicación y las plataformas digitales.

A partir de estas conclusiones, se considera importante articular los campos de la educación y la comunicación, con el fin de construir nuevos paradigmas que integren los aportes de ambas disciplinas.

Este artículo evidencia que la utilización de la televisión como solución de aprendizaje es un medio excelente para hacer frente a la brecha digital en el sector educativo y llegar a los alumnos más marginados. No obstante, quedan todavía muchas cuestiones por abordar, por lo tanto, las futuras investigaciones deben estudiar estas implicaciones y el impacto que han tenido estos recursos en el proceso de aprendizaje de los niños.

#### Referencias

- Ahmed, F., Ahmed, N., Pissarides, C. & Stiglitz, J. (2020). Why inequality could spread COVID-19, *The Lancet Public Health*. [https://doi.org/10.1016/S2468-2667\(20\)30085-2](https://doi.org/10.1016/S2468-2667(20)30085-2)
- Bolliger, D. U., & Halupa, C. (2018). Online student perceptions of engagement, transactional distance, and outcomes. *Distance Education*, 39(3), 299-316. <https://doi.org/10.1080/01587919.2018.1476845>
- Bosch, O. (2020). La educación basada en evidencias desde la perspectiva de la didáctica general. *Grao*, 5, 64-68, <https://dialnet.unirioja.es/revista/24694/A/2020>



- CEPAL/UNESCO. (Agosto de 2020). *La educación en tiempos de la pandemia de COVID-19*. Recuperado de: [https://www.cepal.org/sites/default/files/publication/files/45904/S2000510\\_es.pdf](https://www.cepal.org/sites/default/files/publication/files/45904/S2000510_es.pdf)
- Chiodini, J. (2020). Online learning in the time of COVID-19. *Travel Medicine and Infectious Disease*, 34, 1-3. <https://doi.org/10.1016/j.tmaid.2020.101669>
- Domínguez, L. C., Vega, N. V., Espitia, E. L., Sanabria, Á. E., Corso, C., Serna, A. M., & Osorio, C. (2015). Impacto de la estrategia de aula invertida en el ambiente de aprendizaje en cirugía: una comparación con clase magistral. *Biomédica Revista del Instituto Nacional de Salud.*, 35.(4), 513-521. <https://doi.org/10.7705/biomedica.v35i4.2640>
- Galán, M. (2012). El cine militante y videoactivismo: los discursos audiovisuales de los movimientos sociales, *Revista Comunicación*, 1(10), 1091-1102. <https://n9.cl/fgk64>
- García-Peñalvo, F.J. & Corell, A. (2020). The Covid-19: The enzyme of the digital transformation of teaching or the reflection of a methodological and competence crisis in higher education?. *Campus Virtuales*, 9 (2), 83-98. <https://n9.cl/dgaci>
- Gobierno de Perú. (2020). Minude oficializa el inicio del año escolar a distancia a partir del 06 de abril. *Ministerio de Educación*. Recuperado de: <https://n9.cl/crtcy>
- González, D. (2002). *Las dificultades de aprendizaje en el aula*. Barcelona : Edebé.
- González, M. P. (2020). La tele-educación como un desafío en una sociedad con alta desigualdad social: el caso de las infancias indígenas y rurales, *Sinergias Educativas*, 5(4). <https://doi.org/10.37954/se.v5i4.157>
- Hernández, S. R. Fernández C. & Baptista L. P. (2003). *Metodología de la Investigación*. Chile: Ed. Mc Graw Hill.
- Iturria, J. A. (2020). La educación en tiempos de pandemia ¿Un problema para México?. Recuperado de: <https://n9.cl/jm54h>
- Machargo Díaz, J. J., Galán Chuquimarca, L. Y., Vergel Ortega, M., Vilela Govea, G. E., Rosa Rodríguez, T. A., & Isabelle Saller, F. V. (2017). Internet y televisión educativa: Factores asociados a su uso y abuso. *Revista Logos Ciencia & Tecnología*, 9(1), 249-259. <https://doi.org/10.22335/rlct.v9i1.481>
- Ministerio de Educación de Ecuador . (14 de Marzo de 2020). *Ministerio de Educación*. Recuperado de: <https://n9.cl/8alfyl>
- Morales-Aibar, C.R., & Medina-Zuta, P. (2020). Aprender a enseñar: un camino para el arquitecto docente. *Maestro y Sociedad*, 17(3), 521-131. <http://www.maestrosociedad.uo.edu.cu>
- Mueller, B., & Taj, M. (17 de Agosto de 2020). La educación por televisión vive un auge por la pandemia del coronavirus. *The New York Times*. Recuperado de: <https://n9.cl/l9u3>



- Oviedo Peñaloza, P.D. (2014), *Juego, tecnología y conocimiento infantil*. Bogotá: Universidad Distrital Francisco José de Caldas. <https://es.slideshare.net/PawDani/ analisisprogramas-de-television>
- Pérez-Escoda, A., & Ruiz, R. (2020). Comunicación y Educación en un mundo digital y conectado. *Revista ICONO 14*, 18(2), 1-15. <https://doi.org/10.7195/ri14.v18i2.1580>
- Pérez-Herrero, P. (2000). Hacerse con los medios. Estrategias educomunicativas para comenzar el milenio. *Comunicar*, 14, 103-111.
- Rodríguez-Illera, J.-L., Barberà-Gregori, E., & Martínez-Fernández, A. (2020). Digital storytelling in the ecology of learning (Relatos digitales personales en la ecología del aprendizaje). *Culture and Education*, 32(2), 390–398. doi:10.1080/11356405.2020.1744068
- Rosero, M. (06 de Septiembre de 2020). La televisión, radio y fichas, opciones de educación en la pandemia. *El Comercio*.
- Sánchez, J., Quiroga, K. & Ospina, P. (2020). *Desafíos tecnológicos para el sector educativo de América Latina en tiempos de pandemia*. Universidad de los Andes. Recuperado de: <https://n9.cl/7a0th>
- Secretaría de Educación Pública de México. (2020). Aprende en Casa. Gobierno de México. Recuperado de: <https://aprendeencasa.sep.gob.mx/>
- Shah, S. S., Shah, A. A., Memon, F., Kemal, A. A., & Soomro, A. (2021). Aprendizaje en línea durante la pandemia de COVID-19: aplicación de la teoría de la autodeterminación en la “nueva normalidad”. *Revista de Psicodidáctica*, 26(2), 169-178. doi:10.1016/j.psicod.2020.12.004
- UNICEF (01 de abril, 2020). Quito: La emergencia sanitaria supone un desafío para el aprendizaje de los niños.
- Wang, G., Zhang, Y., Zhao, J., Zhang, J., & Jiang, F. (2020). Mitigate the effects of home confinement on children during the COVID-19 outbreak.
- Wang, G., Zhang, Y., Zhao, J., Zhang, J. & Jiang, F. (2020). Mitigate the effects of home confinement on children during the COVID-19 outbreak. *The Lancet*, 395(10228), 945–947. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)30547-X](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)30547-X)

# La simulación computacional como propuesta para el apoyo en la toma de decisiones contra la deserción escolar en Tijuana Baja California

Miguel Ángel González Rubio<sup>1</sup>, Nora Del Carmen Osuna Millán<sup>1</sup>,  
María del Consuelo Salado Soto<sup>1</sup>, Josué Miguel Flores Parra<sup>1</sup>

gonzalez.miguel18@uabc.edu.mx; nora.osuna@uabc.edu.mx; csalgado@uabc.edu.mx;  
josue.miguel.flores.parra@uabc.edu.mx

<sup>1</sup> Facultad de contaduría y administración, Universidad Autónoma de Baja California, Tijuana Baja California, México.

Pages: 277-287

**Resumen:** Este trabajo de investigación se orientó al desarrollo de una herramienta computacional, mediante la simulación social computacional, compleja y adaptativa, El simulador social computacional para la deserción escolar en las instituciones de educación superior (IES) se basa en un modelo desarrollado en este trabajo el cual permite entender y atender el problema por medio de cuatro vertientes que son: económica, psicológica, organizacional y social; esta herramienta permitirá a los directivos de las IES en Tijuana, Baja California analizar las principales variables que intervienen en el problema educativo de deserción escolar derivado de los altos índices de deserción con los que cuenta el estado, el simulador permite la detección temprana de las relaciones de las variables que afectan el entorno del alumno. Lo anterior permitirá generar estrategias que apoyen en la mitigación de este problema y que fortalezcan sin duda una toma de decisiones efectivas y específicas basada en datos.

**Palabras-clave:** simulación computacional, simulación social, deserción escolar

## *Computer simulation as a proposal to support decision-making against school dropouts in Tijuana Baja California*

**Abstract:** This research was oriented to developing a computational tool through computational, complex, and adaptive social simulation. The computational social simulator for school dropouts in higher education institutions (IES); is based on a model developed in this work; this allows to understand and address the problem through four aspects that are: economic, psychological, organizational, and social; This tool will allow the directors of the HEIs in Tijuana, Baja California to analyze the main variables that intervene in the educational problem of school dropout derived from the high dropout rates that the state has, the simulator allows the early detection of relationships of the variables that affect the student's environment. That will enable generating strategies that support the mitigation of this problem and undoubtedly strengthen effective and specific decision-making based on data.

**Keywords:** computer simulation, social simulation, school dropout

## 1. Introducción

La deserción escolar es un problema que aqueja a las instituciones de Educación Superior en Tijuana Baja California México, para apoyar a los directivos en la toma de decisiones, se planteó la necesidad de detectar de manera temprana el entorno en que se encuentran los alumnos de deciden abandonar sus estudios universitarios, para ello se desarrolló un modelo de simulación social computacional la cual es una herramienta que ayudará a las instituciones de educación superior a generar estrategias que permitan tomar decisiones para disminuir la deserción escolar en un corto, mediano o largo plazo, esto gracias a la manipulación de variables que permitirán conocer cómo es que un determinado grupo de alumnos o incluso un solo alumno reacciona ante dichas simulaciones. Gracias a esta herramienta se podrá entender la situación de la institución, y, por ende, se podrá tomar decisiones más acertadas, que permitan entender con más exactitud un determinado tema en este caso la deserción escolar y sus causas.

## 2. Modelos contra la deserción escolar

Vázquez y González, (2017) mencionan que existen estudios en el tema de la permanencia y que se han mantenido vigentes a lo largo del tiempo, gracias a esto las instituciones educativas en la actualidad tienen como puntos de partida en la búsqueda de los factores que la afectan. A continuación, se presentan temas que las instituciones educativas toman para poder disminuir sus porcentajes de deserción, como los modelos que se utilizan para la permanencia estudiantil:

- **Modelos con enfoque psicológico:** La vida de cada persona es diferente, así como por todas las experiencias que estos adquieren a lo largo de su vida y es donde entra este enfoque para poder conocer a cada individuo y cómo actúa, de este modo se podrán ofrecer opciones a los alumnos para solventar su situación, en caso de ser necesario prevenir la deserción.
- **Modelos con enfoque sociológico:** Mediante este enfoque la institución tendrá conocimiento acerca de todos los factores que influyen en la sociedad, todo ajeno a un solo individuo y de este modo tomar la decisión.
- **Modelos económicos:** En un modelo económico se plantean todas aquellas variables existentes en un alumno que afectan de manera positiva o negativamente a su estado financiero.
- **Modelos organizacionales y de interacción:** un punto muy importante para las instituciones es el impacto que tienen al momento de que un alumno deserta, provocando que pueda llegar al punto de no tener un presupuesto bueno por parte del gobierno o afectando gravemente a los planes de estudio o facultad.

Por otra parte, los modelos de interacción aparecen cuando todo lo que otorga un plantel educativo está por debajo de las expectativas o posibilidad de los alumnos, por ejemplo, precios altos o programas no convincentes.

### 3. Situación de la deserción escolar en México en el ciclo 2020-2021

Tras el inicio de la pandemia del coronavirus surgieron numerosas situaciones que afectaron a todo el entorno donde este se esparció. Esto dio como resultado que los países de todo el mundo ordenan confinamiento obligatorio con el objetivo de poder mitigar el contagio, incluso México, que no estuvo exento del problema de COVID-19, lo anterior originó problemas en diversos sectores, entre ellos se encuentra el sector educativo que de acuerdo a datos de INEGI (2021) se sabe que debido a la pandemia, estudiantes se vieron afectados en el aspecto económica, dando como resultado que 1.8 millones desertaron de la institución donde estaban matriculados. Cabe mencionar que esta población afectada se encontraba entre un rango de 3 y 29 años de edad. En cuanto a las escuelas privadas privadas el número de alumnos que desertaron por la misma causa fue de 243 mil estudiantes.

A pesar del confinamiento y según datos de INEGI, los factores que influyen en la deserción escolar son los mismos, comparado cuando la pandemia no existía, ciertas variables y/o factores de la deserción ya conocidos crecieron exponencialmente entre ellos el aspecto económico. A consecuencia del confinamiento, muchas personas perdieron sus empleos lo que provocó que ya no se pudieran solventar los gastos de servicios como el Internet y posteriormente esto se agravó a causa de que las instituciones se encuentran cerradas, y la única forma de tomar clases es de manera remota o virtual, lo que afectó a los alumnos el poder realizar sus actividades académicas o en el peor de los casos el poder tomar los cursos a cuáles estaban inscritos. Sin embargo, como comenta Doriga, (2021) se conoce de manera resumida que de 33.6 millones de alumnos inscritos a instituciones se derivan 740 estudiantes de los cuales el 58.9% no concluyó debido a una asociación al COVID-19 mientras que un 8.9% se debe a lo anterior mencionado que es la falta de recursos o dinero.

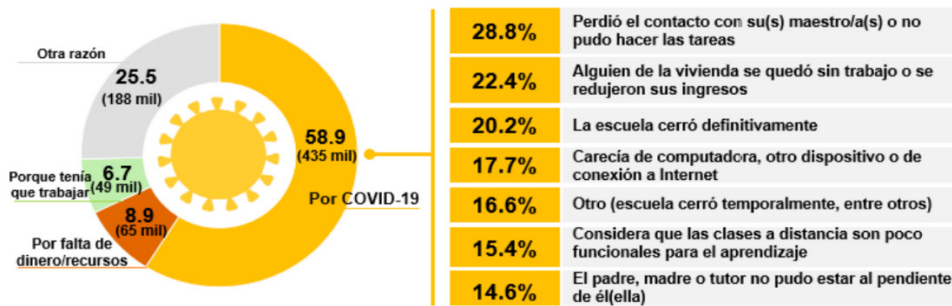


Figura 1 – INEGI, Motivos de no conclusión de estudios

Con un enfoque en los alumnos de educación superior y de acuerdo a las estadísticas de INEGI, (2021), se conoce que, el total de alumnos universitarios que no concluyeron con sus estudios son de un 44.6% a causa de efectos relacionados al COVID-19, por otra parte, un 8% representa a aquellos alumnos que presentaron problemas económicos, el 17.1 % fue por causas de trabajo y el 30.3 restante fueron por otras razones, cabe aclarar que estos datos representan el ciclo 2019-2021

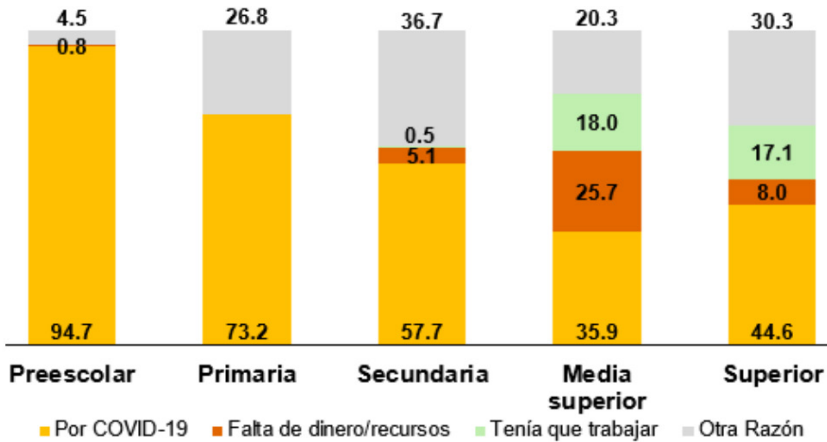


Figura 2 – INEGI, representa razones de no conclusión de estudios en el ciclo 2019-2020

La deserción escolar está presente cada año en las Instituciones de Educación Superior que se da por diversas razones como problemas con la situación financiera, problemas sociales, psicológicos incluso hasta organizacionales, no obstante con la llegada de la pandemia COVID-19 estos problemas que ya existían fueron intensificados, por lo tanto se puede decir que en México la situación actual de deserción escolar cuenta con las mismas variables que las provocan pero con más intensidad adicionando la nueva causa que es la pandemia.

### 3.1. Situación de la deserción escolar en Baja California en el ciclo 2017-2018

De acuerdo a datos obtenidos por el Centro de Análisis para la Investigación e Innovación (CAIINNO) se da a conocer que en el estado de Baja California los índices de alumnos que logran concluir sus estudios rondan entre el 50%, esto solamente enfocándose en alumnos de nivel licenciatura, dicho de otro modo, de un total de 36,000 lugares ofertados en el ciclo 2017 - 2018, solamente egresaron un total de 18,490 alumnos, se puede deducir que la situación de dicho año fue de un aprovechamiento deseable debido a que no solamente el alumno es afectado por no poder concluir sus estudios, sino que también las Instituciones de Educación Superior son afectadas, como Almazan y Gallardo, (2013) comenta que reciben de manera anual por parte del gobierno mexicano un presupuesto el cual debe ser administrado y poder rendir los doce meses. Es necesario que toda escuela cuente con programas que ofrezcan a los alumnos todas esas posibilidades de permanecer durante el período de su formación y a su vez poder concluir satisfactoriamente con el programa que se encuentra cursando, debido a que si la institución cuenta con un alto porcentaje de abandono o deserción escolar se verá reflejado en el presupuesto, que sería reducido y así afectaría en su totalidad a toda la estructura organizacional, y por ende se reduciría la matrícula.

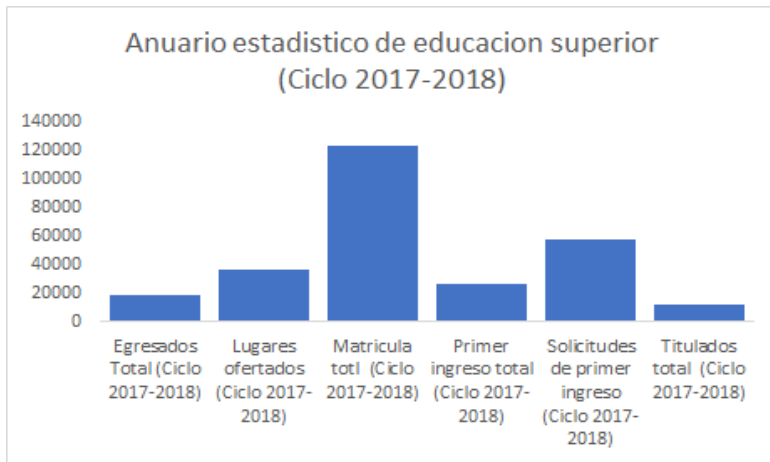


Tabla 1 – Gráfica que muestra el anuario estadístico de educación superior, correspondiente al ciclo 2017-2018 recuperado de (CAINNO,2019).

## 4. Simulación computacional

Según Bermúdez y Carreño, (2011), la simulación es lo más parecido a la palabra imitar, la computación también trata de imitar el comportamiento de un sistema a través de un modelo el cual representa una realidad determinada.

Para realizar una simulación se debe involucrar el uso de las matemáticas dentro del modelado, de este modo se podrán ponderar o asignar valores a las variables para que estas sean manipuladas a través del tiempo y se llegue a un resultado, por ejemplo, esto se puede observar en las simulaciones de inversión donde se modela una estrategia y de este modo conocer “por adelantado” qué riesgos conlleva el tomar un camino a esto se le llama análisis de sensibilidad.

### 4.1. Razones para la simulación computacional

Existe una serie de buenas razones que justifican realizar simulaciones, en lugar de experimentos sobre los sistemas reales: Los experimentos pueden llegar a ser demasiado costosos, peligrosos o el sistema simplemente no existe, esto hace que sea un riesgo llegar a realizar un experimento y tener consecuencias a futuro. Un punto muy importante es la escala de tiempos, donde podría ser imposible para un experimentador o investigador el observar pequeños cambios en el espacio o creación de cierta cantidad de antimateria, de este modo con la simulación el tiempo no será un problema y permitirá tener esa hipótesis o llegar a esa decisión acertada (Fritzson, 2011). Otra razón importante para optar por la simulación es la cuestión de que las variables pueden ser inaccesibles.

En una simulación todas las variables pueden ser estudiadas y controladas, incluso aquellas que son inaccesibles en el sistema real. La fácil manipulación de modelos es un punto a tomar en cuenta, esto permite que los usuarios del sistema final puedan manejar las variables al gusto y así como al tiempo que se desea; gracias a esta acción se pueden

realizar varias hipótesis que permiten a las organizaciones el tener varios caminos y a optar por el que más sea conveniente.

## **5. Software para la simulación de la deserción escolar**

La simulación social o simSoc es una sociedad, es un sistema complejo no lineal, donde las variables no tienen valores establecidos que solamente ofrecen un resultado fijo, sino que estas cambian conforme al entorno o programación (Serrano y Iglesias, 2016).

La simulación social es una forma en la cual se busca el entendimiento de procesos sociales, comprender ciencias tales como la economía, la psicología, sociología etc. mediante la simulación computacional. Nigel y Klaus G.,( 2005) mencionan que para esto se crea un modelo de un sistema real, para experimentar con él, de este modo se podrá obtener conocimiento o entender el tema que se está estudiando.

Existen opciones en el mercado de software que permite la simulación social, entre ellos se pueden encontrar los siguientes:

- Stella architect
- Netlogo
- anyLogic

### **5.1. Stella Architect**

Stella es un programa de simulación por computadora, que proporciona un marco de referencia y una interfaz gráfica de usuario para la observación cuantitativa de las variables de un sistema (Cervantes, Chiapa, y Dias, 2019). Permite analizar mediante sistemas de diferente índole, como lo son sistemas sociales, físicos, matemáticos, entre otros resultados en un corto, mediano o largo plazo y gracias a este análisis poder comprender un tema que bien podría llevar más tiempo de realizar, es por esto que algo muy importante que se toma en cuenta en las simulaciones es el factor tiempo ya que aquí se puede manipular al gusto.

### **5.2. Características más relevantes de stella**

Algunas de las características más destacables son: Elaboración de diagramas que permiten explicar un comportamiento observado, o diagramas que muestra cómo influye una variable en otro o cómo afecta una situación a otra de este modo así se puede entender más el comportamiento de algo, así como diagramas de acumulación o de flujo. También muestra de resultados en una gran variedad de gráficas, animaciones, tablas e incluso interfaces, que ayudan a la fácil exposición del tema, una interfaz amigable para cualquier persona que desee involucrarse en el ámbito de la simulación, se pueden crear fácilmente sistemas de simulación. Los sistemas creados en esta herramienta son escalables, permite crear presentaciones o slides, genera bases de datos para cada simulación realizada, permite utilizar operaciones matemáticas de cualquier índole y es un sistema con un costo que llega a los 3000 dólares americanos por un periodo (Espejo, 2018).



## 6. Modelo de simulación computacional desarrollado como propuesta contra la deserción escolar

El modelo desarrollado para la simulación computacional se encuentra integrado por cuatro vertientes consideradas como las principales causantes en la deserción escolar de los alumnos de estudios nivel superior, convirtiéndose en indicadores que deben ser tomadas en cuenta por las Instituciones del mismo nivel (ver la figura 3).

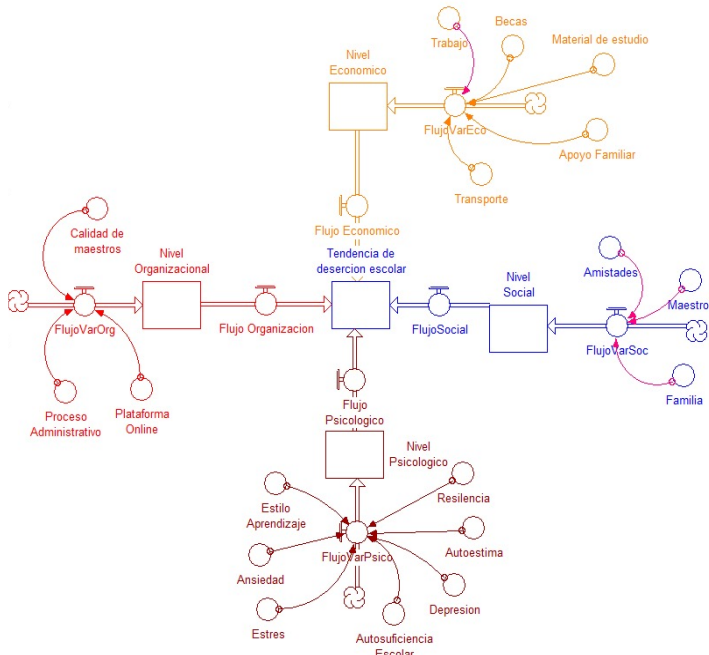


Figura 3 – Modelo completo de la propuesta de simulación computacional de la deserción escolar. Fuente: elaboración propia.

### 6.1. Modelo como propuesta para la simulación en base a la vertiente social

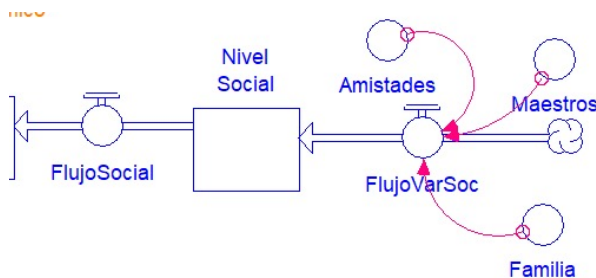


Figura 4 – Vertiente social del modelo de simulación computacional. Fuente: elaboración propia.



La vertiente del modelo social en el cual se encuentran las variables de entorno que afectan directamente al alumno, ya sea de manera positiva o negativa en cuanto a la deserción escolar, puede ser observada en la figura 4.

### 6.2. Modelo como propuesta para la simulación en base a la vertiente económica

La figura 5 muestra la vertiente económica, la cual consta de variables que son enfocadas a las situaciones que afectan al estado financiero de un alumno, las cuales si son consideradas negativas pueden encaminar a un alumno al fracaso escolar y por supuesto a la deserción.

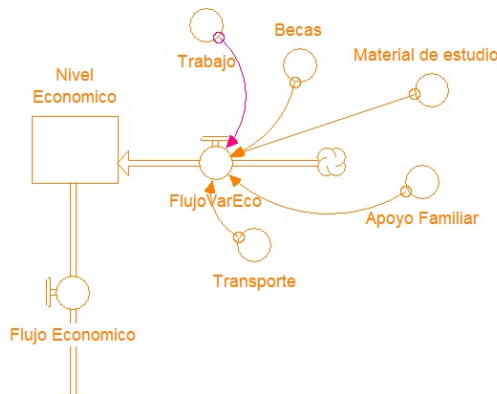


Figura 5 – Vertiente económica del modelo de simulación computacional

### 6.3. Modelo como propuesta para la simulación en base a la vertiente psicológica

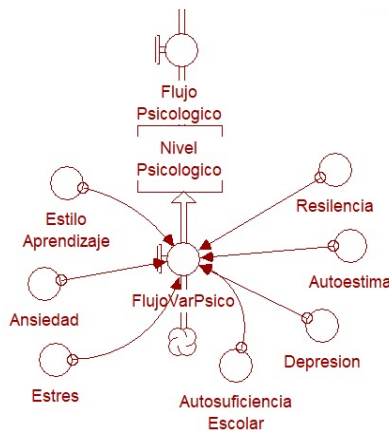


Figura 6 – Vertiente psicológica del modelo de simulación computacional.  
Fuente: elaboración propia.

La figura 6 muestra la vertiente psicológica la cual se encuentra realizada con todas las variables que afectan al alumno en cuanto a su estado emocional y que lo pueden orillar a la deserción de carrera universitaria, o deserción total

#### 6.4. Modelo como propuesta para la simulación en base a la vertiente organizacional

La vertiente organizacional, que se puede observar en la figura 7, incluye a las variables de índole administrativa que afectan directamente al alumno, esto va desde el trato por parte de la administración hacia el alumno, así como la facilidad de realizar cualquier trámite hasta la plataforma que se utiliza para la impartición de las clases.



Figura 7 – Vertiente organizacional del modelo de simulación computacional.  
Fuente: elaboración propia.

## 7. Conclusión

Con el modelo de simulación computacional se permite que el usuario final obtenga diferentes resultados a través del tiempo, es decir, dicho usuario podrá plantearse intervalos del tiempo los cuales pueden ser de manera mensual, bimestral, trimestral, etc. el cual le permitirá tener una toma de decisiones más certera reflejándose en que el problema de la deserción escolar no crezca.

Con las herramientas adecuadas se puede simular una realidad, al incluir los aspectos sociales, económicos, psicológicos y organizacionales, en este caso la problemática que viven las instituciones educativas en relación a la deserción escolar y los efectos que pudiera tener en distintos ámbitos para los afectados.

El simulador funge como una herramienta nueva que apoya en la toma de decisiones debido a que, en las instituciones educativas se utilizan los métodos tradicionales los cuales son el uso de psicólogos expertos o asignación de tutores los cuales llegan a ser métodos en donde los resultados son tardados, es decir, que si un alumno presenta problemas mediante una sesión psicológica se le ofrecerá una opción y el resultado se sabrá hasta la siguiente sesión.

Una de las vertientes más representativas en este estudio es la organizacional, de ahí surgen las variables que están relacionadas con la asistencia e impartición de clases remotas o virtuales, lo que permite concluir que la mayoría de las instituciones no estaban preparadas para esta situación, donde afectó a los profesores que en su mayoría desconocían el uso de las plataformas y tecnologías; esta vertiente se convierte en un factor que compromete el interés de los alumnos en la asistencia a clases y cumplimiento de sus actividades académicas.

Al momento de finalizar una simulación el usuario final obtendrá formas de visualizar los resultados finales, donde una de estas son las tablas, estas muestran una visión evaluada numéricamente sobre cómo se encuentra un alumno en cuanto a sus vertientes. Por otra parte, a la par de la tabla se ofrece un resultado de manera gráfica que permite observar los mismos datos de la tabla en adición a la probabilidad de que un alumno abandone sus estudios.

Con el simulador se pueden observar cómo se relacionan las variables, donde se resaltan los aspectos social, económico, psicológico y organizacional que pueden incrementar o disminuir la deserción escolar en los estudiantes universitarios.

## Referencias

- Almazán Lamadrid, H., & Gallardo Sanchez, M. D. (2013). El abandono escolar en la educación superior, un estudio de caso. (*Tesis de licenciatura*). UPN-Ajusco, Mexico.
- Bermúdez Correa, L. T., & Carreño Dueñas, D. A. (2011). Hacia el uso de la simulación como herramienta para el análisis de proyectos de inversión. *Investigación desarrollo e innovación*, 40-52.
- CAIINNO. (05 de 02 de 2019). Información estadística nacional sobre educación superior y posgrado. Obtenido de Información estadística nacional sobre educación superior y posgrado: <https://www.caiinno.org/pbi-educacionsuperioryposgrado/>
- Cervantes Sandoval, A., Chiapa Carrara, X., & Dias Marques, N. S. (20 de Mayo de 2019). *Stella, Software para modelación dinámica en biología*. Obtenido de Unidad Académica Yucatan: [http://www.sisal.unam.mx/labeco/LAB\\_ECOLOGIA/Manuales\\_files/PAPIME\\_Manual\\_Stella.pdf](http://www.sisal.unam.mx/labeco/LAB_ECOLOGIA/Manuales_files/PAPIME_Manual_Stella.pdf)
- Espejo, A. L. (18 de Noviembre de 2018). *Biblioteca de ingeniería universidad de Sevilla*. Obtenido de Biblioteca de ingeniería universidad de Sevilla: <http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/91754/fichero/TFG-1754-LORENZO.pdf>
- Fritzon, P. (2011). *Introducción al Modelado y Simulación*. New York : Wiley-IEEE Press.
- INEGI. (23 de Marzo de 2021). *INEGI PRESENTA RESULTADOS DE LA ENCUESTA PARA LA MEDICIÓN DEL IMPACTO COVID-19 EN LA EDUCACIÓN (ECOVID-ED) 2020*. Obtenido de INEGI PRESENTA RESULTADOS DE LA ENCUESTA PARA LA MEDICIÓN DEL IMPACTO COVID-19 EN LA EDUCACIÓN (ECOVID-ED) 2020: [https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2021/OtrTemEcon/ECOVID-ED\\_2021\\_03.pdf](https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2021/OtrTemEcon/ECOVID-ED_2021_03.pdf)

- Lopez Doriga, J. (23 de Marzo de 2021). *Lopez Doriga Digital*. Obtenido de Lopez Doriga Digital: [https://lopezdoriga.com/nacional/escuela-pandemia-alumnos-mexico-dinero/\(de marco referencial covid\)](https://lopezdoriga.com/nacional/escuela-pandemia-alumnos-mexico-dinero/(de marco referencial covid))
- Nigel, G., & Klaus G., T. (2005). Simulation and social science. En G. Nigel, & K. Klaus G., *Simulation for the Social Scientist* (págs. 1-13). New York: Two Penn Plaza, New York, NY 10121-2289, USA.
- Serrano, E., & Iglesias, C. Á. (2016). Una introducción a la simulación social como método de aprendizaje. *Revista Internacional de Tecnologías en la Educación*, 1-8.
- Vazquez Narvarez, Y., & González Medina, M. A. (2017). Factores asociados a la permanencia de estudiantes universitarios. *Revista de la educación superior*, 117-138.

# Empleo de la técnica del rompecabezas para el aprendizaje de diagramas de clases de análisis: experiencias de la transición a la modalidad no presencial

José Antonio Pow-Sang<sup>1</sup>

[japowsang@pucep.edu.pe](mailto:japowsang@pucep.edu.pe)

<sup>1</sup> Pontificia Universidad Católica del Perú, Av. Universitaria 1801, San Miguel, 15088, Lima, Perú.

**Pages: 288-299**

**Resumen:** Las técnicas de aprendizaje cooperativo son técnicas de aprendizaje activo que permiten que el estudiante trabaje con sus pares para lograr un objetivo común. La ventaja de este tipo de técnicas es que los estudiantes no solo aprenden un determinado tema, sino que los apoya en la mejora de sus habilidades blandas como el trabajo en equipo y las habilidades de comunicación. Debido a la pandemia del covid-19, las universidades tuvieron que adaptar sus clases de una modalidad presencial a una no-presencial. Este artículo presenta una experiencia en la adaptación de una clase presencial en la que se utilizaba la técnica del rompecabezas para el aprendizaje de diagramas de clases de análisis a una sesión sincrónica no presencial utilizando tecnologías de la información. Los resultados de una evaluación que se tomó con posterioridad a la sesión sincrónica son similares a los resultados obtenidos en una clase presencial realizada en años anteriores.

**Palabras-clave:** aprendizaje activo; técnica del rompecabezas; desarrollo de software orientado a objetos; educación en computación e ingeniería; e-learning sincrónico

## ***Use of the puzzle technique for learning analysis class diagrams: experiences of the transition to the non-face-to-face modality***

**Abstract:** Cooperative learning techniques are active learning techniques that allow students to work with their peers to achieve a common goal. The advantage of this technique is that students not only learn a specific topic but also improve their soft skills such as teamwork and communication skills. Due to the covid-19 pandemic, universities had to adapt their classes from a face-to-face modality to a non-face-to-face one. This article presents an experience in adapting a face-to-face class session to learn analysis class diagrams using the jigsaw technique to a non-face-to-face synchronous session using information technologies. The results of an evaluation that was taken after the synchronous session are similar to the results obtained in a face-to-face class held in previous years.

**Keywords:** active learning; jigsaw classroom; object-oriented software development; engineering and computing education; synchronous e-learning.

## 1. Introducción

El aprendizaje activo y cooperativo se basa en la premisa de que los estudiantes aprenden haciendo, lo que se conoce en inglés como “*learning by doing*”, y trabajando de manera conjunta con sus compañeros (Rossetti et. al, 1998). Las ventajas del empleo del aprendizaje activo en el ámbito universitario, específicamente en ingeniería, han sido reportadas por diferentes investigadores (Prince, 2004). Biggs y Tang (2007), por ejemplo, señalan que el empleo del aprendizaje activo permite conseguir que la mayoría de los estudiantes empleen procesos de nivel cognitivo superior que si son empleados de manera espontánea los estudiantes que son de tipo más académico. Otra de las ventajas en el uso de este tipo de técnicas es que apoya en el desarrollo de las denominadas habilidades blandas en los estudiantes, tales como el trabajo en equipo y las habilidades de comunicación, las cuales son requeridas y consideradas muy importantes e indispensables en el entorno laboral.

A pesar de sus ventajas y beneficios, existen percepciones y creencias sobre este tipo de estrategias entre profesores que minimizan su adopción ofreciendo cierto tipo de resistencia a ellas. Por ejemplo, Alemu (2010) señala que algunos profesores piensan que su empleo requiere de una mayor cantidad de tiempo con relación a una clase tradicional, incluso consideran que se genera un espacio de tiempo perdido ya que los alumnos se distraen en las actividades de aprendizaje activo.

Una técnica de aprendizaje activo y cooperativo es la técnica del rompecabezas (*jigsaw* en inglés). Propuesta por Aronson et al. (1978), consiste en dividir el material de aprendizaje en tareas parciales. Cada alumno de un equipo de rompecabezas deberá realizar una de estas tareas parciales, que eventualmente terminará integrada por todos los miembros del equipo.

En la actualidad, el paradigma orientado a objetos es uno de los más empleados para el desarrollo de software. Un factor que dificulta la enseñanza y el aprendizaje del paradigma orientado a objetos es que los elementos abstractos y de alto nivel deben enseñarse en una etapa temprana (Börstler, 2003). También es importante que los estudiantes comprendan, además de la programación orientada a objetos, el análisis y el diseño para poder desarrollar un software de calidad. Por ello, teniendo en cuenta las ventajas que tiene el empleo de técnicas de aprendizaje activo, se ha empleado la técnica del rompecabezas en las clases presenciales para la enseñanza en la ingeniería de software (Pow-Sang, 2014, 2015, 2016, 2017a, 2017b).

Debido a la pandemia del covid-19, las universidades tuvieron que aplicar diferentes estrategias que les permitan continuar con sus actividades de docencia bajo un entorno no presencial (Turnbull et. al, 2021) lo cual incluye la digitalización de procesos académicos y administrativos (Ramirez, 2021).

Teniendo en cuenta la coyuntura de la pandemia del covid-19, este artículo presenta la experiencia de emplear la técnica del rompecabezas para la enseñanza de diagramas de clases de análisis en modalidad no presencial sincrónico, técnica de aprendizaje que se utilizaba originalmente en clases presenciales (Pow-Sang, 2009, 2015, 2017).

En esta experiencia, a diferencia de las clases presenciales en las que se les proveía a los estudiantes de todo el material impreso para que puedan desarrollar su trabajo, se

utilizaron las plataformas y herramientas informáticas que la universidad dispuso para los profesores: Zoom<sup>1</sup> para las videoconferencias, Moodle<sup>23</sup> como sistema de gestión del aprendizaje y la suite de Google.

Este artículo está estructurado de la siguiente manera: la sección 2 muestra un breve resumen de la técnica de rompecabezas; la sección 4 muestra el diseño de la sesión de aprendizaje con la técnica del rompecabezas; la sección 5 detalla los resultados obtenidos de la aplicación de técnica; la sección 5 presenta las lecciones aprendidas al cambio de modalidad no presencial; y, finalmente, se incluyen las conclusiones y el trabajo futuro.

## 2. La técnica del rompecabezas

La técnica original del rompecabezas consiste en dividir a los estudiantes de una clase en pequeños grupos de cinco o seis personas. A cada estudiante de un grupo se le asigna una parte diferente del tema en estudio. Al final, cada alumno volverá a su grupo de rompecabezas y tratará de presentar un informe bien organizado al grupo. La situación está específicamente estructurada, de modo que el único acceso que tiene cualquier miembro a las otras asignaciones es escuchando atentamente el informe de los otros estudiantes. Así, un alumno es responsable de enseñar su parte al grupo y también depende de lo que ha desarrollado el resto de los miembros de su equipo. Esto aprovecha el aprendizaje mediante la enseñanza, conocido en inglés como “*learning by teaching*” (Bargh y Schul, 1980).

Carpenter (2006) realizó un estudio en el que comparó los resultados obtenidos con cinco técnicas de aprendizaje. En este estudio, el autor aplicó evaluaciones antes y después de las clases que emplearon estas técnicas (pre-test y post-test). La Tabla 1 presenta la media en la diferencia de las notas entre los pre-test y los post-test.

Técnica de aprendizaje	Media de la diferencia de notas del pre-test y post-test	Ranking
Rompecabezas	2.97	1
Caso de estudio	1.88	2
Clase magistral	1.624	3
Clase magistral + discusión	1.156	4
Proyecto (trabajo en equipo)	0.78	5

Tabla 1 – Comparación de los resultados obtenidos en cinco técnicas de aprendizaje aplicadas por Carpenter (2006)

Los resultados de la tabla anterior muestran que los estudiantes obtuvieron mejores resultados en las clases que aplicaron la técnica del rompecabezas, a diferencia de otras técnicas en las que se incluye la clase magistral.

<sup>1</sup> <https://www.zoom.us/>

<sup>2</sup> <https://moodle.org/>

<sup>3</sup> La implementación de esta plataforma en la universidad tiene el nombre de Paideia

A continuación, se explica el procedimiento general de la técnica del rompecabezas resumido por Deibel (2005):

1. Se divide la clase en X grupos de expertos.
2. Cada grupo de expertos aprende y domina un tema por separado.
3. Se reorganizan los grupos de expertos para formar grupos de aprendizaje de tamaño X, de modo que cada grupo tenga al menos un representante de cada uno de los grupos de expertos.
4. Cada estudiante enseña su experiencia a su nuevo grupo.

Aunque la técnica del rompecabezas fue inicialmente diseñada por Aronson et. al (1978) para el aprendizaje en niños; esta técnica también ha sido utilizada en el ámbito de la educación superior en ingeniería y computación (Pow-Sang y Escobar-Cáceres, 2016).

### 3. Diseño de la sesión sincrónica

Las buenas prácticas de la Ingeniería de Software recomiendan seguir un proceso que comprenda un conjunto de actividades y tareas, además de la programación, lo que permitan la creación de sistemas de software que sean posibles de mantener y actualizar. Por ello, se debe elaborar un conjunto de modelos y diagramas para que el desarrollador pueda comprender la magnitud y complejidad del software a desarrollar.

En la Figura 1 se muestra una simplificación de las fases a seguir para desarrollar software orientado a objetos, como propone Jaaksi (1997) y los productos a generar en cada una de ellas. Cabe resaltar que muchos métodos y metodologías proponen realizar fases y productos similares a los de Jaaksi como la propuesta de Larman (2012).

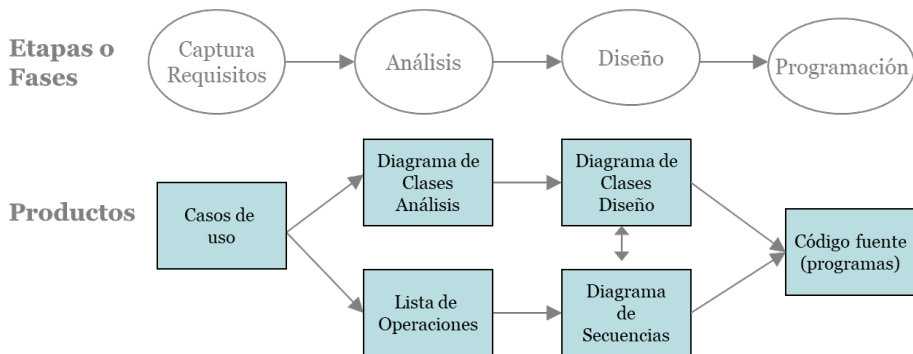


Figura 1 – Fases y productos en un desarrollo de software orientado a objetos propuesto por Jaaksi

En la sesión sincrónica, los estudiantes tuvieron que elaborar el diagrama de clases de la fase de análisis según se muestra en la Figura 1.

A continuación, se presenta el caso de estudio empleado, los materiales e instrumento, las tareas realizadas en la sesión y una descripción de los estudiantes que participaron en la sesión sincrónica en Zoom con la técnica del rompecabezas.



### 3.1. Caso de estudio

El caso de estudio fue el mismo que se empleó en las clases presenciales y cuya experiencia ha sido publicada previamente (Pow-Sang, 2016) y consistió en una pequeña parte de un sistema software de ventas que fue especificada con casos de uso (Bittner y Spence, 2003). A los estudiantes se les proporcionó la documentación de casos de uso, con el fin de elaborar un diagrama de análisis de acuerdo con esos requisitos de software, y los patrones de Coad et. al (1995). El sistema de software comprendía tres casos de uso: administrar productos, registrar pedidos por Internet y registrar venta en caja.

### 3.2. Materiales e instrumento

Los materiales e instrumento empleados fueron los siguientes:

- Documentos en formato PDF con la especificación de los casos de uso
- Documentos con requerimientos adicionales del sistema
- Documento con los patrones de Coad et. al (1995) adaptados al lenguaje unificado de modelado, UML, (Pow-Sang, 2012) en formato PDF.
- Evaluación en formulario de Google.

En las clases presenciales, se entregaba a los estudiantes los documentos y los patrones de Coad impresos en papel, así como la evaluación. Para esta experiencia, se puso a disposición de los documentos y del enlace de la evaluación en la plataforma basada en Moodle que utiliza la universidad.

La evaluación incluía solo preguntas de opción múltiple. En las clases presenciales la evaluación también contenía una pregunta en la que los estudiantes tenían que dibujar un diagrama de clases de análisis para un caso de estudio pequeño; esta última pregunta fue reemplazada por una de opción múltiple.

En el siguiente enlace se pueden consultar los materiales e instrumento empleados en esta dinámica:

<http://inform.pucp.edu.pe/~jpowasang/jigsaw/virtual.html>

### 3.3. Tareas realizadas en la sesión

La Tabla 2 muestra las tareas que se definieron con anterioridad a la sesión, junto con los tiempos de duración aproximados, los cuales son similares a la experiencia realizada en modalidad presencial (Pow-Sang, 2015).

Al principio, en la tarea 1, se conformaron grupos de trabajo de dos personas, se entregaron los materiales y se les explicó a los estudiantes la dinámica de la sesión. Un grupo tuvo que preparar el diagrama de clases de análisis para los casos de uso Registrar venta en caja y Administrar productos; otro grupo tuvo que elaborar el diagrama para los casos de uso Registrar pedido por Internet y Administrar productos. Como se puede observar, todos los grupos tenían un caso de uso en común (administrar productos), porque este caso de uso actuará como un enlace a los otros casos de uso. Para poder conformar estos grupos, se crearon salas para grupos reducidos en Zoom con asignación aleatoria de participantes.

No.	Tareas	Duración
1	Entrega de material, explicación de la sesión y conformación de grupos (dos estudiantes por grupo)	15'
2	Desarrollo de la tarea por parte de los estudiantes (elaboración de diagrama de clases)	20'
3	Conformación de grupos de expertos con un máximo de seis estudiantes y desarrollo de actividad por parte de ellos (elaboración de diagrama de clases)	15'
4	Conformación de grupos de estudiantes que integrarán los diagramas desarrollados (máximo de seis estudiantes por grupo)	20'
5	Cierre del trabajo	20'
<b>Total</b>		<b>90'</b>

Tabla 2 – Tareas de la sesión

Durante la tarea 2, los estudiantes trabajaron de manera colaborativa para elaborar el diagrama de clases de análisis que se les había asignado. A diferencia de las clases presenciales en las que los estudiantes empleaban papel y lápiz, para este caso los estudiantes utilizaron la herramienta Lucidchart<sup>4</sup> en su versión gratuita, herramienta que permite que varios participantes puedan hacer diagramas de manera conjunta.

En la tarea 3, se conformaron grupos de seis participantes como máximo; cada grupo contenía estudiantes que habían elaborado el diagrama de clases de análisis para los mismos casos de uso, a estos grupos se les denomina “expertos”. Los estudiantes tuvieron que comparar sus diagramas para perfeccionarlos y así obtener un solo diagrama por grupo. Durante esta tarea, se proporcionó a los estudiantes más información sobre el sistema para que puedan crear un diagrama más completo para el caso de estudio.

Luego, en la tarea 4, se conformaron grupos de trabajo “mixtos”, de modo que cada equipo tuviera estudiantes que realizaron diagramas para diferentes casos de uso. El objetivo de esta tarea era combinar los diagramas elaborados por ellos y así poder tener el diagrama de clases completo de todo el caso de estudio. Adicionalmente se le entregó a cada grupo información adicional del sistema.

La tarea 4 tomó más tiempo del que usualmente duraba en una sesión presencial, por ello el cierre de la sesión, correspondiente a la tarea 5, se realizó en la siguiente clase; sin embargo, la mayoría de los grupos había terminado sus diagramas al finalizar esta sesión sincrónica.

Durante todos los trabajos en grupo de la sesión sincrónica, para poder revisar lo que estaban haciendo los estudiantes, se les pidió que uno de ellos compartiera su pantalla en su sala de Zoom con el diagrama que estaban realizando. Esto permitió que se pudiera revisar y asesorar de manera rápida a cada equipo cada vez que el profesor ingresaba a cada una de las salas.

<sup>4</sup> <https://www.lucidchart.com/>

### 3.4. Estudiantes que participaron en la sesión

La sesión sincrónica con Zoom en la que se empleó la técnica del rompecabezas se realizó en el semestre académico 2020-1, semestre que se inició en marzo del 2020, en pleno estado de emergencia decretado por el Gobierno Peruano debido a la pandemia del covid-19.

Los autores expertos en aprendizaje cooperativo recomiendan sesiones con un máximo de 30 personas por profesor o ayudante. Aunque la cantidad de estudiantes matriculados fue de 41, solo asistieron 30 a la sesión sincrónica en la que se aplicó la técnica del rompecabezas para el trabajo en grupo.

La evaluación se tomó una semana después de que se llevaron a cabo tanto la sesión sincrónica con la técnica del rompecabezas y como la sesión en la que hizo el cierre del trabajo en grupo. Cabe resaltar que esta evaluación solo fue realizada como una retroalimentación para los estudiantes y sus resultados no formaron parte de la nota final del curso; por ello, no se les dijo a los estudiantes que se les iba a tomar esta evaluación.

## 4. Resultados

La evaluación fue dada por 31 estudiantes. Sin embargo, solo 21 de ellos habían asistido a las dos sesiones sincrónicas anteriores correspondientes al trabajo con la técnica del rompecabezas, por ello solo se consideraron los resultados de estos 21 alumnos. Como se mostró en las secciones anteriores de este artículo, no se pudo realizar el cierre del trabajo en la misma sesión, porque la tarea 4 correspondiente a la elaboración del diagrama de clases de análisis de todo el sistema tomó más tiempo de lo previsto.

Cada pregunta de la evaluación se calificó con “1” si la respuesta era correcta y con “0” si era incorrecta; siendo 5 la máxima calificación que podían obtener los estudiantes. La Tabla 3 muestra los estadísticos descriptivos de los resultados obtenidos en la evaluación.

Variable	Calificaciones de la evaluación del 2020-1
<i>Observaciones</i> (número de estudiantes)	21
<i>Mínimo</i>	2
<i>Máximo</i>	5
<i>Promedio</i>	0,796
<i>Desviación estándar</i>	4,33

Tabla 3 – Resultados de la evaluación de estudiantes del semestre 2020-1

Como se puede observar en la tabla anterior, el promedio en las calificaciones fue de 4,33 con una desviación estándar de 0,796; esto quiere decir que los estudiantes tuvieron un buen desempeño luego de la sesión sincrónica con la técnica del rompecabezas; superior a 2,5 y muy cercana a la calificación máxima de 5.

A fin de determinar si los resultados obtenidos son comparables a experiencias realizadas en clases con modalidad presencial, se revisaron las evaluaciones que se tomaron

en el semestre 2013-1 luego de realizar el mismo trabajo en equipo con la técnica del rompecabezas (Pow-Sang, 2015). Sin embargo, la evaluación que se tomó en ese semestre consideró una pregunta en la que los estudiantes debían dibujar un diagrama de clases de análisis, la cual no fue incluida en la evaluación del semestre 2020-1. La calificación de esta pregunta fue descartada y solo se consideraron las preguntas que eran similares entre ambas experiencias; por ello también se descartó la última pregunta de la experiencia del 2020-1.

La tabla 4 presenta los estadísticos descriptivos de las evaluaciones realizadas en el semestre 2013-1 y 2020-1. Cabe resaltar que la calificación máxima que podían tener los estudiantes fue de 4.

Variable	Calificaciones de la evaluación del 2013-1	Calificaciones de la evaluación del 2020-1
<i>Observaciones (número de estudiantes)</i>	12	21
<i>Mínimo</i>	1	2
<i>Máximo</i>	4	4
<i>Promedio</i>	0,888	0,577
<i>Desviación estándar</i>	3,33	3,67

Tabla 4 – Comparación de los resultados de las evaluaciones luego de una clase presencial (2013-1) y otra no presencial (2020-1) en la se empleó la técnica del rompecabezas

En la tabla anterior se puede observar que el promedio del semestre 2020-1 es algo mayor que el obtenido en el semestre 2013-1; sin embargo, no se puede confirmar si esa diferencia es significativa. Por ello, a fin de obtener resultados más concluyentes, se aplicaron más pruebas estadísticas.

Con el objetivo de determinar si las muestras de ambos semestres siguen una distribución normal, se aplicó la prueba de Shapiro-Wilk (Shapiro & Wilk, 1965). Con esta prueba se pudo determinar que ambas muestras no siguen una distribución normal. Debido a que ambas muestras no siguen una distribución normal, fue necesario aplicar la prueba no paramétrica de Mann-Whitney (Mann & Whitney, 1947) para comparar los valores de las medianas, siendo las hipótesis estadísticas por emplear las siguientes para un nivel de significación  $\alpha$  de 0.05:

- $H_0: Med_{2013-1} = Med_{2020-1}$
- $H_a: Med_{2013-1} \neq Med_{2020-1}$

Donde:

$Med_{2013-1}$  es la mediana de los resultados de las evaluaciones del semestre 2013-1

$Med_{2020-1}$  es la mediana de los resultados de las evaluaciones del semestre 2020-1

La prueba de Mann-Whitney arrojó un resultado de U igual a 98.5 y un valor-p de 0.251. Dado que el valor-p calculado es mayor que el nivel de significación  $\alpha$  de 0.05, la hipótesis nula  $H_0$  no puede ser rechazada. Esto quiere decir que, aunque los resultados obtenidos son ligeramente mejores para el semestre 2020-1 en comparación a los del

semestre 2013-1, se puede verificar que los resultados son similares para las evaluaciones de ambos semestres. Por ello, se podría inferir que el aprendizaje entre los estudiantes en una modalidad presencial (2013-1) como en la modalidad no presencial (2020-1) utilizando la técnica del rompecabezas son equiparables.

## 5. Lecciones aprendidas a este cambio de modalidad

El cambio a la modalidad no presencial trajo consigo muchos retos. Una de las ventajas de una clase presencial es que los profesores se pueden dar cuenta de si los estudiantes están entendiendo un tema al ver las expresiones de sus rostros. Esto no ocurre cuando se utiliza una herramienta de video conferencia como Zoom, porque la mayoría de los estudiantes de pregrado no encienden sus cámaras debido a limitaciones al ancho de banda de la red o por una decisión personal; aunque sí interactuaban regularmente por el chat.

La aplicación de la técnica del rompecabezas en las clases presenciales permitía que se pueda conocer de manera directa qué tanto están comprendiendo y aprendiendo los estudiantes sobre el tema al hacerle seguimiento a lo que están realizando al conversar con ellos y guiarlos en las salas reducidas que se le asignaron. Se pudo percibir que estas acciones apoyan en reducir, de alguna manera, la pérdida en la interacción que se tiene con los estudiantes en las clases presenciales.

Se pudo observar que la demora en el desarrollo de las actividades por parte de los estudiantes se debía al uso de la herramienta Lucidchart dado que no todos estaban familiarizados en ella porque la habían usado muy poco; a pesar de que se les indicó que la revisaran y usaran previo a la sesión sincrónica. Esto no ocurría en las clases presenciales porque los diagramas se elaboraban en papel y con lápiz, lo cual es más rápido que emplear una herramienta de software.

## 6. Conclusiones y trabajo futuro

La técnica del rompecabezas (*jigsaw*, en inglés) es una técnica de aprendizaje activo que fue propuesta originalmente para enseñar a niños pequeños; sin embargo, hay profesores que también las están empleando en programas de pregrado en ingeniería y computación de universidades. Una de las ventajas en el uso de técnicas de aprendizaje activo, como es la técnica del rompecabezas, es que además apoya en el desarrollo de las habilidades blandas de los estudiantes; tales como el trabajo en equipo y las habilidades de comunicación, las cuales son requeridas y son consideradas muy importantes e indispensables en el entorno laboral

Este artículo presenta una experiencia en la adaptación de una clase presencial en la que se utilizaba la técnica del rompecabezas para el aprendizaje de diagramas de clases de análisis a una sesión sincrónica no presencial utilizando herramientas de informática como Zoom y Lucidchart. Esta adaptación se tuvo que realizar debido a la suspensión de las clases presenciales debido a la pandemia del covid-19 y a la necesidad de continuar con las actividades académicas de la universidad con el objetivo de que los estudiantes no perdieran sus clases que se encontraban programadas con anticipación.

Se analizaron los resultados de una evaluación que se tomó una semana después de que se realizó la sesión sincrónica con la técnica del rompecabezas y al compararlos con los resultados de una evaluación tomada años atrás en una clase presencial en la que se empleó la misma técnica, estructura y materiales, se pudo comprobar estadísticamente que los resultados son similares y muy positivos en cuanto al aprendizaje de los estudiantes.

Además, se pudo observar que la aplicación de la técnica del rompecabezas, al igual que en las clases presenciales, permite que se pueda conocer de manera directa qué tanto están comprendiendo y aprendiendo los estudiantes sobre el tema que se está desarrollando en clase, al hacerle seguimiento de lo que están realizando en las salas reducidas en Zoom. Esto suple, de alguna manera, el hecho de que los estudiantes de pregrado no enciendan sus cámaras de video y de que los profesores no puedan darse cuenta mediante la expresión de los rostros de sus estudiantes del nivel de comprensión que ellos están teniendo sobre el tema que se está abordando en clase. La fuente de interacción principal con ellos muchas veces se reduce a la participación por el chat del Zoom.

Como trabajo futuro, se seguirá replicando este tipo de experiencia y recoger información de las evaluaciones a fin obtener resultados más concluyentes sobre la aplicación de la técnica del rompecabezas para la enseñanza de la ingeniería de software.

## Referencias

- Alemu, B. M. (2010). *Active learning approaches in mathematics education at universities in Oromia, Ethiopia* (Doctoral dissertation).
- Aronson, E., Blaney, N., Stephan, C., Sikes, J., & Snapp, M. (1978). *The jigsaw classroom*. Beverly Hills, CA: Sage Publishing Company.
- Bargh, J. A., & Schul, Y. (1980). On the cognitive benefits of teaching. *Journal of Educational Psychology*, 72(5), 593.
- Biggs, J., & Tang, C. (2011). *Teaching for quality learning at university*. McGraw-hill education (UK).
- Bittner, K., & Spence, I. (2003). *Use case modeling*. Addison-Wesley Professional.
- Börstler, J. (2003). Teaching and learning OO. *Extended Abstract, Workshop on Learning and Teaching Object-orientation*.
- Carpenter, J. (2006). Effective Teaching Methods for Large Classes. *Journal of Family & Consumer Sciences Education*, 24(2), 13-23.
- Coad, P., North, D., & Mayfield, M. *Object models: strategies, patterns, applications*. Yourdon Press, 1995.
- Deibel, K. (2005). Team formation methods for increasing interaction during in-class group work. In *Proceedings of the 10th annual SIGCSE conference on Innovation and technology in computer science education* (pp. 291-295).

- Jaaksi, A. (1997). A Method for Your First Object-Oriented Project. *Object Expert*, 2, 44-52.
- Larman, C. (2012). *Applying UML and patterns: an introduction to object oriented analysis and design and interative development*. Pearson Education India.
- Mann, H. B., & Whitney, D. R. (1947). On a test of whether one of two random variables is stochastically larger than the other. *The annals of mathematical statistics*, 50-60.
- Pow-Sang Portillo, J. A., & Campos, P. G. (2009). The jigsaw technique: experiences teaching analysis class diagrams. In *2009 Mexican International Conference on Computer Science* (pp. 289-293). IEEE.
- Pow-Sang, J.A. (2012). *Técnicas para la Estimación y Planificación de Proyectos de Software con Ciclos de Vida Incremental y Paradigma Orientado a Objetos*. Tesis Doctoral, Universidad Politécnica de Madrid. <http://oa.upm.es/10266/2/tesis-final-japowsang.pdf>
- Pow-Sang, J. A. (2014). An experience in the use of the jigsaw technique to teach object-oriented design. In *2014 International Conference on Interactive Collaborative Learning (ICL)* (pp. 1062-1067). IEEE.
- Pow-Sang, J. A. (2015). Replacing a traditional lecture class with a jigsaw class to teach analysis class diagrams. In *2015 International Conference on Interactive Collaborative Learning (ICL)* (pp. 389-392). IEEE.
- Pow-Sang, J. A. (2016). The Jigsaw technique to teach object-oriented design: A replication study with graduate students. In *2016 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)* (pp. 1212-1217). IEEE.
- Pow-Sang, J. A., & Escobar-Cáceres, P. (2016). A Systematic Literature Review of the Application of the Jigsaw Technique in Engineering and Computing. In *International Conference on Interactive Collaborative Learning* (pp. 322-329). Springer, Cham.
- Pow-Sang, J. A. (2017a). Experiences using the Jigsaw learning technique to teach IFPUG function points. In *2017 Ieee World Engineering Education Conference (Edunine)* (pp. 76-79). IEEE.
- Pow Sang, J. A. (2017b). *Aplicación de la técnica del rompecabezas para la enseñanza de diagramas de clases de análisis en la especialidad de ingeniería informática* (tesis de licenciatura en educación). Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú.
- Prince, M. (2004). Does active learning work? A review of the research. *Journal of engineering education*, 93(3), 223-231.
- Ramírez, M. R. (2021). Transformación digital en las Universidades: Proceso en épocas de COVID 19. *Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologías de Informação*, (E42), 593-602.
- Roeders, P. (1997). *Un Diseño del Aprendizaje Activo*. Lima: Walkiria Ediciones con apoyo de la Cooperación Técnica Alemana.

- Rossetti, M. D., & Nembhard, H. B. (1998). Using cooperative learning to activate your simulation classroom. In *1998 Winter Simulation Conference. Proceedings (Cat. No. 98CH36274)* (Vol. 1, pp. 67-74). IEEE.
- Shapiro, S., & Wilk, B. (1965). An Analysis of Variance Test for Normality (Complete Samples). *Biometrika*, 59(3/4), 591-611.
- Turnbull, D., Chugh, R., & Luck, J. (2021). Transitioning to E-Learning during the COVID-19 pandemic: How have Higher Education Institutions responded to the challenge?. *Education and Information Technologies*, 1-19.
- Wilcoxon, F. (1945). Individual Comparisons by Ranking Methods. *Biometrics Bulletin*, 1(6), 80-83.



# Sistema para a identificação de aglomerações operando em Redes IoT e *Fog Computing*

Bruno Scholles Soares Dias<sup>1</sup>, Ian Porto e Mello<sup>1</sup>, Francisco L. de Caldas Filho<sup>1</sup>, Rafael Z. A. da Mata<sup>1</sup>, Leonardo de Oliveira Almeida<sup>1</sup>, Fabio L. L. Mendonça<sup>1</sup>, Rafael T. de Sousa Jr.<sup>1</sup>

**bruno.scholles@uiot.org; ian.porto@uiot.org; francisco.lopes@uiot.org;  
rafael.zerbini@uiot.org; leonardo.almeida@uiot.org; fabio.mendonca@uiot.org;  
desousa@unb.br**

<sup>1</sup> LATITUDE/UnB, Área 1, 12, Faculdade de Tecnologia - Dep. Eng. Elétrica - Asa Norte, 70910-900, Brasília/DF, Brazil

**Pages: 300-311**

**Resumo:** Este artigo apresenta um sistema de rede IoT, utilizando *fog computing* para identificação de aglomerações a partir de imagens de câmeras IP e processadas para reconhecimento de padrões e cálculos de distância. Esse sistema conta com uma solução de baixo custo, no qual diversos SBCs ficam instalados na mesma rede local das câmeras IP, de modo a realizar o processamento das imagens, sem a necessidade de transmiti-las para fora da região de *fog computing*. Assim, o monitoramento é feito de forma eficiente, haja visto a não necessidade de enviar as imagens para serem processadas por um sistema centralizado (*data center* ou nuvem), trazendo economia quanto ao envio e armazenamento dos dados. Com isso, situações que precisam de ação de um gestor da monitoração para evitar quebras de distanciamento social podem facilmente geridas.

**Palavras-chave:** IoT; *Fog Computing*; Visão Computacional; Aprendizado de Máquina.

## ***Agglomeration Identification System Operating on IoT and Fog Computing Networks***

**Abstract:** This paper presents an IoT network system, using fog computing to identify agglomerations from IP camera images, processing for pattern recognition and distance calculations. This system has a low-cost solution, in which several SBCs are installed on the same local network as the IP cameras, in order to process the images without having to transmit them outside the fog computing region. Thus, monitoring is done efficiently, as there is no need to send the images to be processed by a centralized system (data center or cloud), bringing savings in terms of sending and storing data. Having said that, situations that need attitude from a monitoring manager to avoid breaks in social distance can easily be managed.

**Keywords:** IoT; Fog Computing; Computer Vision; Machine Learning.

## 1. Introdução

A pandemia do COVID-19 infectou aproximadamente 223 milhões de pessoas e levou mais de 4,5 milhões à morte, segundo divulgado pela Organização Mundial de Saúde (WHO, 2021). Além das orientações sanitárias de vacina e isolamento social, um outro fator importante para redução do contágio foi o distanciamento social. Nesse sentido, de acordo com a OMS, a distância recomendada para evitar o contágio é de pelo menos 1,5 metro entre as pessoas.

Logo, este estudo visa apresentar uma proposta de sistema de detecção de aglomerações em locais controlados de maneira automática, utilizando os conceitos de Visão Computacional. A Visão Computacional é um ramo da inteligência que trata de processamento de imagens reais por um computador (Milano & Honorato, 2010), enquanto Fog Computing é a distribuição do poder de processamento em nuvem e nas bordas da rede (Chen et al, 2017) e Internet of Things (IoT). O resultado dessas análises irá proporcionar a identificação de aglomerações e a comunicação tempestiva de autoridades responsáveis.

O conceito de *Fog Computing* será empregado em conjunto com os equipamentos IoT, fazendo com que as imagens recebidas pelas câmeras IP passem pela análise do algoritmo de detecção de objetos *YOLOv4-Tiny*. Essa análise proporcionará a identificação eficaz de aglomerações, enquanto o processamento distribuído proporcionará a notificação dos responsáveis locais, auxiliando no processo de tomada de decisão.

A solução proposta por este artigo encontra-se ancorada nas pesquisas de Visão Computacional, IoT e *Fog Computing*. A estruturação do trabalho, além desta introdução, contará com os seguintes capítulos e seções: Trabalhos Relacionados, Metodologia, Testes e Resultados e por fim Conclusões.

## 2. Trabalhos Relacionados

A pandemia do COVID-19 desencadeou, em torno do mundo, estudos e pesquisas que não ficaram restritas ao campo das ciências sanitárias, mas que também trouxeram avanços e o desenvolvimento de soluções apoiadas em tecnologia. Projetos com o intuito de identificar aglomerações, promover o distanciamento social e monitorar a temperatura dos indivíduos ganham amplo espaço e notoriedade, e passam a ser aliados às tecnologias como *Fog Computing*, IoT e Visão Computacional como as que serão apresentadas.

(Aquino et. al, 2020), desenvolveu um estudo que apresenta a eficácia do distanciamento social, aliado ao isolamento dos casos de COVID-19 indicando o status de quarentena às pessoas que tiveram contato. Desse modo é possível proporcionar o distanciamento social e a adoção de políticas de proteção, além de permitir o monitoramento epidemiológico pelo Sistema Nacional de Saúde Brasileiro. Alinhado com essa perspectiva, a presente pesquisa propõe uma solução automatizada, versátil e acessível para a identificação de aglomerações, podendo ser empregada no apoio às entidades competentes no controle da doença.

(Rezaei e Azarmi, 2020) desenvolveram um sistema híbrido de visão computacional aliado à câmeras de segurança para detecção de aglomerações em ambientes públicos e

privados. O mencionado sistema proporciona a identificação de aglomerações, a partir da intersecção de circunferências formadas em torno de cada indivíduo. Já o enfoque a ser dado neste trabalho será no desenvolvimento de uma solução de baixo custo, utilizando processamento distribuído e um modelo de identificação versátil que possibilitará o monitoramento de um espaço geográfico a ser definido.

Enquanto isso (Bian et al, 2020), apresentaram um protótipo de detecção de proximidade, por meio de tecnologias vestíveis utilizando campo magnético oscilante, a fim de manter o distanciamento entre as pessoas. O sistema é formado por dois canais, sendo um receptor que emite constantemente um campo magnético de 20kHz e um receptor em que as bobinas medem a tensão desse sinal, em que com isso é possível identificar a distância entre eles. Neste trabalho o objetivo será verificar aglomerações em um determinado ambiente, logo, será realizada a medição de distância com base na imagem captada por câmera.

Estudo desenvolvido por (Ahmed et al, 2020), utilizou uma plataforma de deep learning para o rastreamento de aglomerações utilizando uma perspectiva de topo. Essa aplicação utiliza o YOLOv3 para reconhecimento de objetos, além de considerar a distância Euclidiana para medir a distância entre as pessoas que, ao atingir um valor menor que o limiar, detecta aglomeração. No desenvolvimento deste projeto será utilizado o YOLOv4 pois garante performance superior ao YOLOv3 em relação a precisão média e a quantidade de *frames* por segundo.

No trabalho de (Savazzi et al, 2020), foi feito um sistema de visão térmica baseado em sensores infravermelhos utilizados para verificar a temperatura dos indivíduos, além de identificar uma aglomeração. a solução proposta utiliza uma abordagem Bayesiana, logo usa modelos probabilísticos para identificação de forma conjunta da temperatura e distância por meio dos sensores térmicos instalados na parede. Neste artigo não há previsão de implantação de câmeras, portanto a proposta é mais adaptável às situações do cotidiano, além de utilizar uma arquitetura em nuvem que permite maior escalabilidade.

(Bouhleb et al, 2020) criaram um modelo de análise de aglomeração baseado em vídeos feitos por Veículo Aéreo Não Tripulado. A abordagem proposta pelos autores se apoiou em dois métodos, o macroscópico, que visa medir a densidade da aglomeração e classificar em densa, esparsa, média ou nenhuma e, o microscópico, que detecta indivíduos e calcula a distância entre eles. Já na pesquisa em andamento o processamento das imagens utiliza o *Fog Computing* e câmeras instaladas em estruturas fixas, que não necessitam de operação, portanto apresentam menor custo de implementação.

### 3. Metodologia

Utilizando-se de uma Raspberry e uma Jetson Nano, foi desenvolvido uma solução de baixo custo, voltada à identificação de aglomerações em diversos ambientes monitorados por câmeras IP, através de sistema utilizando processamento distribuído. A arquitetura deste artigo propõe um armazenamento e processamento de dados local, tornando sua implementação viável em praticamente qualquer lugar.

O foco do presente trabalho está na mensuração da distância entre pessoas dentro de um ambiente controlado, por meio de câmeras IPs, a fim de monitorar possíveis quebras nos protocolos de distanciamento social.

O sistema é composto por dispositivos inteligentes, ou SBC (*Single Board Computers*), que são responsáveis por processar e identificar as aglomerações nas imagens enviadas pelas câmeras IP, assim como também um computador, que é responsável por receber todo o fluxo de imagens das possíveis aglomerações detectadas pelos dispositivos, validar as imagens e notificar as quebras de distanciamento social.

### 3.1. Arquitetura do Projeto

O sistema foi construído em cima de paradigmas IoT, *Fog/Cloud Computing* e Visão Computacional. Ao reconhecer uma aglomeração, o dispositivo inteligente envia uma notificação ao computador, atuando como um *Middleware*, informando que os protocolos de distanciamento social não estão sendo respeitados. A figura a seguir exemplifica melhor este processo:

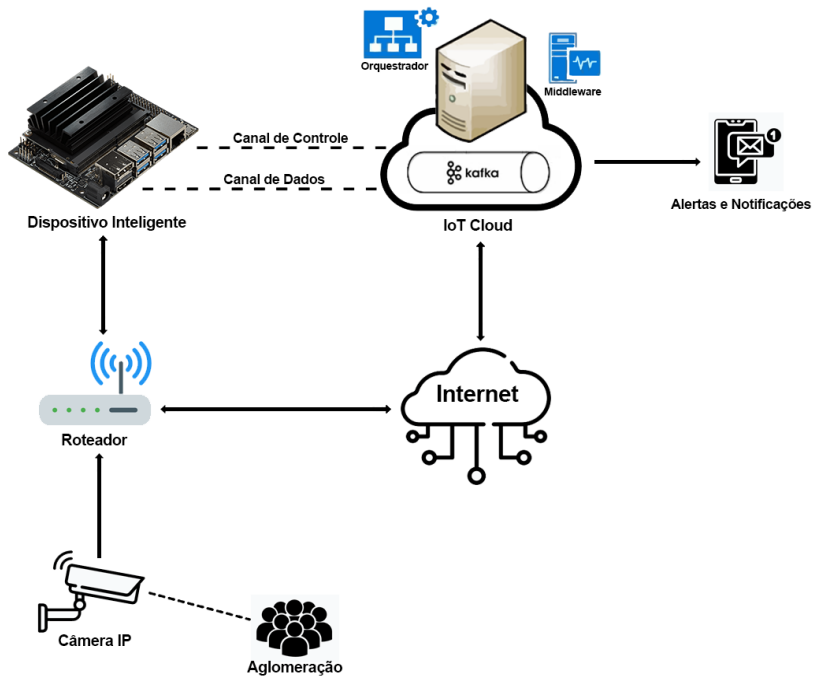


Figura 1 – Arquitetura do sistema, utilizando *Fog Computing*

No sistema, as câmeras operaram, conectadas à uma rede, em um ambiente físico para monitorar possíveis aglomerações. É importante ressaltar que as câmeras IP podem ser instaladas na rede local ou na Internet.

Nele, temos também dispositivos inteligentes, no qual são instalados na rede local, onde interagem com as câmeras por meio da interface IP e fazem o reconhecimento das aglomerações nos ambientes, por meio de um algoritmo nela instalado, que será explicado em maiores detalhes na próxima seção. Com base nos dados coletados, ele recebe os dados e os envia ao computador com um Orquestrador nele instalado, para que se execute a operação correta, de acordo com as regras estabelecidas pelo sistema.

O Orquestrador é instalado com outros dispositivos usando a arquitetura de *Fog Computing* (de Caldas Filho et al, 2019). Ele tira proveito dos recursos combinados do *Fog*, como alocação de recursos e proximidade do usuário.

O sistema possui múltiplos dispositivos físicos locais para processamento distribuído, sendo que cada dispositivo é responsável pelo processamento das imagens de sua própria câmera IP, com o objetivo de detectar indivíduos em um determinado ambiente e medir a real distância entre eles. Quando aglomerações são detectadas por um número de *frames* estabelecidos pelo orquestrador, eles são enviados ao módulo de sincronização na nuvem para enviar possíveis alertas aos responsáveis locais.

Para que o *Fog Computing* consiga atingir seu potencial máximo é necessário que a nuvem consiga lidar com várias, uma vez que o aumento de dispositivos nas pontas aumenta o número de requisições para a nuvem. Para garantir isso utilizamos na arquitetura um sistema distribuído de streaming de eventos, assim o orquestrador tem a liberdade de ir consumindo as mensagens assim que seus recursos permitirem. Por ser distribuído, o sistema de streaming é facilmente escalável, bastando apenas adicionar novos agentes ao cluster à medida que for necessário. Um requisito de extrema importância para o cenário deste artigo é que não pode haver perda de mensagens, uma vez que a aglomeração detectada pelos dispositivos na ponta precisa ser informada, dado isso escolhemos uma solução de streaming de eventos que fosse resiliente e que mantivesse as mensagens em memória. Para suprir os requisitos citados escolhemos o *Apache Kafka* (Apache Kafka, 2021).

### 3.2. Algoritmo de Detecção de Aglomerações

O algoritmo que será discutido nesta seção refere-se ao algoritmo instalado no dispositivo inteligente do sistema. Nele, as imagens da câmera IP são submetidas a um algoritmo que utiliza uma rede neural. Este algoritmo é capaz de fazer previsões com base no contexto global da imagem. Dessa forma, é possível se fazer previsões com uma única avaliação de rede, tornando-o extremamente eficiente em comparação a diversos outros sistemas de detecção inteligentes.

O algoritmo escolhido foi o *Social Distancing AI* (Birla, 2020), que passou por uma série de modificações. A primeira delas foi a escolha de trocar a rede neural, onde o autor original utilizou o *YOLOv3* (Redmon & Farhadi, 2018). Assim, para este trabalho, foi utilizado o *YOLOv4-tiny* (Bochkovskiy et al, 2020), sendo esta uma rede neural mais leve e eficiente para nossa solução.

Para a primeira etapa de processamento da imagem, devemos levar em conta de que o vídeo de entrada pode ser obtido de qualquer ângulo de visão, por isso devemos converter o ângulo de visão em um panorama. Como a imagem de entrada é monocular, ou seja, tirada de uma única câmera, o método de conversão mais simples é selecionar

quatro pontos na vista em perspectiva. Esses pontos definem a área de interesse que irá monitorar a distância social e mapeá-los para uma vista retangular do panorama. Além disso, se vistos de cima, esses pontos devem formar linhas paralelas no mundo real, pressupondo, dessa forma, que todos estão no mesmo plano. A vista de cima ou vista panorâmica tem a característica de que os pontos são distribuídos uniformemente nas direções horizontal e vertical. A partir desse mapeamento, o algoritmo pode derivar uma transformação que pode ser aplicada a toda a imagem em perspectiva.

Portanto, o usuário deve começar utilizando o mouse para selecionar 7 pontos de interesse. Os quatro primeiros pontos definirão a área de interesse que irá monitorar a distância social, formando uma área em forma de polígono. Os três pontos seguintes definirão a relação entre o número de pixels nas direções horizontal e vertical e a distância real, e devem formar uma linha paralela com a área de interesse. Com isso, a imagem pode ser convertida para uma vista panorâmica para se estimar a verdadeira distância entre as pessoas no ambiente.

Em seguida, foi utilizada a rede neural *YOLOv4*, baseada em código aberto, no qual foi utilizada para detectar as pessoas presentes nas imagens e definir uma caixa delimitadora em torno de cada pedestre. Portanto, aplicamos pós-processamento mínimo, como *Non-max Suppression* (NMS) e diversas heurísticas baseadas em regras para eliminar caixas delimitadoras repetidas para cada pedestre.

Também consideramos necessário ignorar quem está fora do polígono delimitado pelos 4 primeiros pontos, justamente por estarem fora da zona de confiança da estimativa da distância. Para filtrar essas pessoas fora da área de interesse, utilizamos um filtro (GeekForGeeks, 2021) checando se os pontos médios inferiores das caixas (relativos aos pés dos indivíduos detectados) pertencem ao polígono de delimitação, por meio do número de vezes que uma linha imaginária traçada em uma direção qualquer a partir destes pontos se intersecta com as arestas da região. Caso este número seja par e o ponto não pertença a umas das arestas, a bounding box da detectada é deletada e dessa forma, não é utilizada nos cálculos.

A caixa delimitadora de cada pedestre no quadro e as coordenadas de cada pedestre são convertidas em uma visão panorâmica, e a transformação é aplicada ao ponto central inferior da caixa delimitadora de cada pessoa para obter sua posição real e a distância entre cada par de pessoas é calculado. Por fim, as pessoas que violam o acordo de distância social são marcadas com um retângulo vermelho, as que estão perto de violar essas regras são marcadas com um retângulo amarelo e, as que atendem ao padrão, são marcadas com um retângulo verde.

O módulo de sincronização é responsável por se comunicar com o nó *Fog* e a nuvem para receber atualizações do banco de dados e enviar a telemetria de integridade do dispositivo para o controlador. A próxima subseção irá descrever esse processo com mais detalhes.

### 3.3. Middleware

O *Middleware* utilizado neste projeto foi desenvolvido no mesmo laboratório de Internet das Coisas em que este trabalho foi executado e se trata de uma evolução advinda de

trabalhos como (Martins et al, 2017), (Filho et al, 2017), (Silva et al, 2016) e (de Menezes et al, 2019).

No âmbito deste projeto, o orquestrador é responsável pelo provisionamento de dados para o algoritmo de detecção e pela validação das detecções a partir da imagem recebida pelos dispositivos em edge. Além disso, o foco da implementação está na ocorrência de detecções por um sistema distribuído, o que torna a utilização de uma arquitetura baseada em eventos uma necessidade (Michelson, B.M., 2006), transformando os participantes de bloqueadores síncronos a assíncronos não bloqueadores (Kuhn e Allen, 2014). Esta solução gera uma enorme quantidade de dados pelos dispositivos, que devem ser armazenados e processados para a validação da aglomeração e para a emissão de alertas (D'silva et al, 2017).

Em consequência da arquitetura proposta, é necessário utilizar uma solução de streaming de eventos para evitar que mensagens que não foram processadas em real-time sejam perdidas, garantindo a integridade dos dados para que o orquestrador seja capaz de processá-los (Zhang et al, 2014). A solução foi encontrada como *Apache Kafka*, streaming de dados open-source de alto throughput. Desta forma, dispositivos são atualizados pelo orquestrador por meio de tópicos específicos na forma de metadados para o seu funcionamento, além de também enviar o frame no qual a aglomeração foi detectada. Os tópicos são divididos em partições, os *producers* escrevem para um tópico específico e cada mensagem é alocada em uma partição especificada pelo Kafka e cada *consumer* realiza a leitura da mensagem em seu próprio ritmo. O Kafka dimensiona o consumo de tópicos distribuindo partições entre um grupo de *consumers* que estão consumindo um mesmo tópico. Assim, com a integridade das mensagens asseguradas, escalar o orquestrador se torna fácil, precisando apenas adicionar mais agentes ao cluster para melhorar o desempenho no processamento das imagens (Wang, 2015), isso torna a solução mais atraente quando comparada à arquiteturas tradicionais, onde é necessário se escalar o servidor para que não haja perda de mensagens.

## 4. Testes e Resultados

Para realização dos testes, foram utilizados a SBC Raspberry Pi 3 e Jetson Nano Developer Kit. Além disso, foram utilizados um computador com processador AMD Ryzen 3500X 6-Core CPU @ 3.59GHz, 16GB de memória RAM, GPU NVIDIA GeForce RTX 2060 SUPER, disco rígido SSD de 512GB em ambientes Linux e Windows e um HDD de 1TB. Por conta das limitações da pandemia, optamos por utilizar um vídeo de um *dataset* (University of Reading, 2009) voltado a justamente estudo de detecção de aglomerações. Esse conjunto de dispositivos permitiu a organização de um aparato tecnológico com intuito de simular o ambiente de monitoramento proposto, com finalidade de testar a aplicabilidade do sistema.

### 4.1. Teste de Carga

Dito isso, primeiramente foi feito um teste de carga do *Middleware* para se mensurar duas informações acerca do sistema: qual a carga máxima de dispositivos conectados que este sistema suporta e qual a escalabilidade desse sistema.



Com isso, foi realizado um teste de carga com o seguinte cenário: o orquestrador atua como um *consumer* de dados na arquitetura, recebendo dados enviados por vários dispositivos e cada dispositivo atua como um *producer*, enviando uma mensagem para o orquestrador. Cada dispositivo envia um frame correspondente a aglomeração detectada, esse frame é comprimido antes de ser enviado, tendo um tamanho médio de 260 *Kilo Bytes*. Para o teste de carga foi utilizada a ferramenta de performance oferecida pelo próprio Kafka. Para simular diversos dispositivos enviando *frames* para o orquestrador foram enviadas 100, 1000 e 10000 mensagens, onde cada mensagem representa um dispositivo. Para os testes utilizamos apenas um broker *Kafka*.

Na Tabela 1 podemos observar os resultados do teste de carga, onde quatro métricas são apresentadas, temos o total de dados consumidos pelo orquestrador em MB, a quantidade de mensagens consumidas por segundo, o tempo total para consumir todas as mensagens e a quantidade de dados processados em um segundo, também em MB. Podemos observar que não há um aumento significativo no tempo total para consumir todas as mensagens quando aumentamos o número de dispositivos de cem para mil, um aumento de dez vezes no número de dispositivos gera um aumento de apenas cinquenta e cinco por cento no tempo total de processamento. Já para um aumento de mil dispositivos para dez mil, um aumento também de dez vezes, temos um aumento no tempo de processamento de mais de onze vezes. Podemos observar que existe uma diminuição na quantidade de dados processados por segundo entre mil e dez mil mensagens, esse é um indício de que seria necessário escalar para alcançar um melhor desempenho para dez mil dispositivos, sendo necessário aumentar o tamanho do cluster *Kafka* para suportar o aumento de dispositivos.

Métricas	100 mensagens	1000 mensagens	10000 mensagens
Total de dados consumidos (MB)	26.2642	258.007	2575.436
Número de mensagens consumidas por segundo	40.98	760.82	621.62
Tempo total para consumir mensagens (sec)	0.88	1.317	16.09
Quantidade de dados processados por segundo (MB/sec)	29.84	195.90	160.06

Tabela 1 – Teste de carga do sistema proposto.

#### 4.2. Detecção de aglomeração

Este trabalho é um aprimoramento direto de (Dias et al, in press). Desta forma, o algoritmo procura atingir um número determinado de *frames* que contenham algum tipo de quebra de distanciamento social detectadas em um período de tempo, de forma a compensar quaisquer ineficiências que existam na rede neural. Os dispositivos inteligentes rodam a rede neural *YOLOv4-tiny*, com uma acurácia menor em relação ao *YOLOv4*, conforme exemplifica a tabela 2, retirada do trabalho mencionado.



Método	Aglomerações Detectadas (em frames)	Sem Aglomerações Detectadas (em frames)
Contabilização manual	343	354
YOLOv4	252	445
YOLOv4-tiny	217	480

Tabela 2 – Teste de carga do sistema proposto.

Assim, para compensar esta característica, o algoritmo tenta acumular um número, determinado pelo orquestrador, de *frames* com aglomerações detectadas, esperando alguns segundos desde a última detecção para perdoar falhas da IA. A detecção só será notificada ao sistema após este acúmulo ser completado. Caso o sistema não tenha sido capaz de coletar 15 *frames* dentro do período estabelecido, a aglomeração será desconsiderada.

Por consequência disto, é possível que o algoritmo notifique a mesma aglomeração repetidas vezes, configurando uma super notificação, conforme pode ser visto na Figura 2.



Figura 2 – Exemplificação de duas imagens enviadas que reportavam a mesma aglomeração.

## 5. Conclusões

Este trabalho conseguiu desenvolver um sistema de monitoramento de aglomerações, sendo capaz de processar imagens de diversas câmeras de forma distribuída, dentro de uma arquitetura IoT utilizando *Fog Computing*.

Sua aplicação se mostrou muito eficiente em casos onde a conectividade com a internet possui altas latências de rede ou locais onde a rede fica certo tempo indisponível. Também podemos estender sua aplicabilidade em projetos que necessitem de custos mais baixos de implementação, visto a não necessidade de um servidor/nuvem para um processamento central.

A utilização de um sistema distribuído de streaming permitiu que a aplicação fosse resiliente e facilmente escalável, sendo necessário apenas adicionar novos agentes no cluster. A análise de carga se mostrou eficiente para até mil dispositivos com apenas um agente, também mostrou que para dez mil dispositivos com apenas um agente o desempenho é menor, sendo necessário adicionar novos agentes ao cluster Kafka.

Para trabalhos futuros, pretendemos realizar testes de carga e escalabilidade com diversos agentes Kafka. Em relação à super notificação de casos de aglomerações, temos a expectativa de que este problema também seja endereçado à trabalhos futuros, utilizando de técnicas de inteligência artificial e/ou aprendizado de máquina, a fim de se evitar este problema, por meio de uma identificação individual para cada uma das pessoas nas imagens.

## Referências

- Ahmed, I., Ahmad, M., Joel J.P.C. Rodrigues., Jeon, G., Din, S. (2021) A deep learning-based social distance monitoring framework for COVID-19, *Sustainable Cities and Society*, Volume 65, 102571, ISSN 2210-6707
- Apache Kafka (2021). Apache Kafka. <https://kafka.apache.org/>
- Aquino, E., Silveira, I., Pescarini, J., Aquino, R. (2020) Medidas de distanciamento social no controle da pandemia de COVID-19: potenciais impactos e desafios no Brasil. *SciELO Preprints 2020*.
- Bian, S., Zhou, B., Lukowicz, P. (2020). Social Distance Monitor with a Wearable Magnetic Field Proximity Sensor. *Sensors 2020*. <https://doi.org/10.3390/s20185101>
- Birla, D. (2020), Social Distancing AI - GitHub. <https://github.com/deepak112/Social-Distancing-AI>.
- Bochkovskiy, A., Wang, C., Liao, H. M. (2020). Yolo v4, v3 and v2 for Windows and Linux GitHub. [https://github.com/kiyoshiiriemon/YOLOv4\\_darknet](https://github.com/kiyoshiiriemon/YOLOv4_darknet)
- Bouhlef, F., Hazar, M., Hammami, M. (2021). Crowd Behavior Analysis based on Convolutional Neural Network: Social Distancing Control COVID-19. In *Proceedings of the 16th International Joint Conference on Computer Vision, Imaging and Computer Graphics Theory and Applications (VISIGRAPP 2021)—Volume 5: VISAPP, Scitepress, Vienna, Austria*. pp. 273–280.
- de Caldas Filho, F. L., Rocha, R. L., Abbas, C. J. B., Martins, L. M. C. E., Canedo, E. D., de Sousa, R. T. (2019). QoS Scheduling Algorithm for a Fog IoT Gateway. 2019 Workshop on Communication Networks and Power Systems (WCNPS).
- de Milano, D., Honorato, L. B. (2010). *Visão Computacional*. Faculdade de Tecnologia, Universidade Estadual de Campinas
- Dias, B. S. D., e Mello, I. P., de Caldas Filho, F. L., da Mata, R. Z. A., Mendonça, F. L. L., Junior, R. T. S. (in press). Sistema Monitor De Aglomerações Baseado Em Reconhecimento De Padrões E Cálculos De Distanciamento Social Operante Em Rede Iot Estruturada Em Fog Computing. (Prevision Screen –November/2021)

- D'silva, G. M., Khan, A., Gaurav and Bari, S. (2017). Real-time processing of IoT events with historic data using Apache Kafka and Apache Spark with dashing framework. 2nd IEEE International Conference on Recent Trends in Electronics, Information & Communication Technology (RTEICT), 2017, pp. 1804-1809, doi: 10.1109/RTEICT.2017.8256910.
- Filho, F. L. C., Martins, L. M. C., Araújo, I. P., Mendonça, F. L. L., da Costa, J. P. C. L., Junior, R. T. S. (2017). Design and Evaluation of a Semantic Gateway Prototype for IoT Networks. Association for Computing Machinery, pp. 195–201, doi: 10.1145/3147234.3148091.
- GeekForGeeks (2021). How to check if a given point lies inside or outside a polygon. [https://www.geeksforgeeks.org/how-to-check-if-a-given-point-lies-inside-apolygon/#:~:text=1\)%20Draw%20a%20horizontal%20line,true,%20then%20point%20lies%20outside](https://www.geeksforgeeks.org/how-to-check-if-a-given-point-lies-inside-apolygon/#:~:text=1)%20Draw%20a%20horizontal%20line,true,%20then%20point%20lies%20outside)
- Kuhn, R. and Allen, J. (2014). Reactive Design Patterns. Manning Publications, MEAP 2 edition.
- Martins, L. M. C., Filho, F. L. C., Júnior, R. T. S., Giozza, W. F. C., da Costa, J. P. C. L. (2017). Increasing the Dependability of IoT Middleware with Cloud Computing and Microservices. Association for Computing Machinery, pp. 203–208, doi: 10.1145/3147234.3148092.
- de Menezes, J. T. M., da Costa, P. H. L., da Cunha D. F., de Caldas Filho, F. L., e Martins, L. M. C., de Mendonça, F. L. L. (2019). Desenvolvimento De Modelo Hierárquico De Middlewares Com Aplicação De Fog Computing Para Redes IoT. Atas das Conferências Ibero-Americanas WWW/Internet 2019 e Computação Aplicada , vol. 4128, pp. 155-- 162.(2019).
- Michelson, B.M. (2006). Event-driven architecture overview. Patricia Seybold Group, 2
- Redmon, J., Farhadi, A. (2018). YOLOv3: An Incremental Improvement. arXiv:1804.02767.
- Rezaei, M., Azarmi, M. (2020) DeepSOCIAL: social distancing monitoring and infection risk assessment in COVID-19 Pandemic. Appl. Sci. 10, 7514
- Savazzi, S., Rampa, V., Costa, L., Tolochenko, D. (2020). Analysis of body-induced thermal signatures for social distancing monitoring. 2020 IEEE SENSORS. pp. 1-4, doi: 10.1109/SENSORS47125.2020.9278699.
- Chen, S., Zhang, T., Shi, W. (2017). Fog Computing. IEEE Internet Computing, vol. 21, no. 2, pp. 4-6, Mar.-Apr. 2017, doi: 10.1109/MIC.2017.39.
- Silva, C. C. M., de Caldas, F. L., Machado, F. D., Mendonça, F. L. L., de Sousa Jr., R. T. Proposta de auto-registro de serviços pelos dispositivos em ambientes de IoT. XXXIV Simpósio Brasileiro De Telecomunicações - SBrT2016.
- University of Reading (2009). PETS 2009 Benchmark Data. University of Reading. <http://www.cvg.reading.ac.uk/PETS2009/a.html>

Wang, Z. (2015). Kafka and Its Using in High-throughput and Reliable Message Distribution. 8th International Conference on Intelligent Networks and Intelligent Systems (ICINIS), 2015, pp. 117-120, doi: 10.1109/ICINIS.2015.53.

WHO, World Health Organization (2021). <https://covid19.who.int/>

Zhang, Z., Cho, M. C. Y., Wang, C., Hsu, C., Chen, C., Shieh, S. (2014). IoT Security: Ongoing Challenges and Research Opportunities. IEEE 7th International Conference on Service-Oriented Computing and Applications, 2014, pp. 230-234, doi: 10.1109/SOCA.2014.58.

# La experiencia de un caso de ABP en un curso de requerimientos de software

Andrés Víquez Víquez<sup>1</sup>, Irene Hernández Ruiz<sup>2</sup>

[anviquez@itcr.ac.cr](mailto:anviquez@itcr.ac.cr); [irene.hernandez.ruiz@una.cr](mailto:irene.hernandez.ruiz@una.cr)

<sup>1</sup> Escuela de Ingeniería en Computación Instituto Tecnológico de Costa Rica, Heredia, 40504, Costa Rica.

<sup>2</sup> Escuela de Informática Universidad Nacional, Heredia, código postal, Heredia, 40205, Costa Rica.

**Pages:** 312-325

**Resumen:** El presente trabajo da a conocer la experiencia de la aplicación de un caso de ABP para el curso de Requerimientos de Software de la carrera de Ingeniería en Computación del Instituto Tecnológico de Costa Rica. En esta experiencia se detallan los objetivos del curso, su temática, el caso por aplicar por parte del estudiantado y sus resultados obtenidos en el desarrollo de un proyecto haciendo uso de la metodología del aprendizaje basado en proyectos (ABP). Además, se presentan los resultados obtenidos en un cuestionario de percepción para conocer la opinión de los estudiantes sobre la metodología, resultados como parte de su estudio universitario y como una experiencia con casos reales, los cuales los preparan para su vida profesional.

**Palabras-clave:** metodología, casos prácticos, ABP, requerimientos de software

## *The experience of an ABP case in a software requirements course*

**Abstract:** This paper presents the experience of the application of an ABP case for the Software Requirements course of the Computer Engineering career of the Technological Institute of Costa Rica. In this experience, the objectives of the course, its theme, the case to be applied by the student body and its results obtained in the development of a project using the project-based learning methodology (PBL) are detailed. In addition, the results obtained in a perception questionnaire are presented to know the opinion of the students about the methodology, results as part of their university study and as an experience with real cases, which prepare them for their professional life.

**Keywords:** methodology, case studies, ABP, software requirements

## 1. Introducción

El Buck Institute for Education indica que el aprendizaje basado en proyectos (ABP) es “un método de enseñanza en el que los estudiantes adquieren conocimientos y habilidades trabajando durante un período de tiempo prolongado para investigar y responder a una pregunta, problema o desafío auténtico, atractivo y complejo” (BIE,

2020). Asimismo, el enfoque del ABP pone el foco en “la unificación del aprendizaje teórico y práctico, colaboración de alumnos y la inclusión de elementos de la vida fuera de las instituciones de educación” (Huber, 2008).

El término “proyecto” se utiliza universalmente en la práctica de la ingeniería como una “unidad de trabajo”, tienen una complejidad variable, pueden ser realizados de forma individual o en pequeños grupos y variar en duración; desde unas pocas semanas hasta un año entero (Mills & Treagust, 2003). Los proyectos son una forma diferente de trabajo en el aula, que fomenta la indagación de los estudiantes (García-Varcácel Muñoz-Repiso & Basilotta Gómez-Pablos, 2017) y su realización conlleva tener que resolver diferentes problemas que irán apareciendo durante el desarrollo del proyecto (Martín & Martínez, 2018).

Se han identificado una serie de componentes que son críticos en el éxito del ABP, entre los que se encuentran la motivación como un factor muy influyente en el desarrollo de un proyecto, por ello es necesario que el proyecto esté centrado en el estudiante, adaptado a sus necesidades e intereses, despierte su curiosidad y genere motivación intrínseca (García-Varcácel Muñoz-Repiso & Basilotta Gómez-Pablos, 2017), es decir, conduzca al alumno hacia una motivación autónoma en una etapa determinada de su vida (Nicolás & Ramos, 2020).

La planificación, la ejecución y la evaluación de los proyectos corresponden al segundo componente (Sudjimat, 2019), pues el aprendizaje de contenidos y competencias tiene que estar claramente definido.

Un tercer componente es la interacción-colaboración con el docente y entre los alumnos, que tiene por objetivo lograr un trabajo conjunto de manera productivo entre los estudiantes. Para esto el proyecto tiene que ofrecer oportunidades para colaborar y reflexionar sobre las experiencias desarrolladas en el aula con otros compañeros, así como fomentar la participación, el valor social, la interdependencia positiva y la responsabilidad. También, los profesores deben guiar a los estudiantes para que aprendan a establecer grupos objetivos, dividir las responsabilidades del proyecto, gestionar los plazos y abordar los problemas relacionadas con la dinámica de grupo (Ertmer & Simons, 2005).

Las principales ventajas que se destacan del ABP están centradas en el alumnado y se relacionan con la adquisición de competencias, la mejora de la motivación, la mejora del aprendizaje y una mayor participación del alumnado en las actividades realizadas (Roig-Vila, 2016). Para ser más específico, se mencionan las siguientes:

- Mejora la competencia de trabajo en grupo, pues el resultado final depende del aporte que hacen todos los integrantes (Mejías González, 2019).
- Es un tipo de enseñanza que no se centra únicamente en un solo ámbito de estudio, sino que establece relaciones de integración entre diferentes disciplinas (Galeana De La O, 2006).
- Facilita el aprender de forma cooperativa y colaborativa en la diversidad del trabajo en grupo, favoreciendo al mismo tiempo el crecimiento emocional, intelectual y personal mediante experiencias directas con personas y estudiantes en diferentes contextos (Cortés, 2005, pág. 168).

- Requiere que los estudiantes hagan un mayor uso de habilidades mentales de uso superior que hacen énfasis en cuándo y dónde pueden utilizar el conocimiento adquirido en el mundo real, en lugar de memorizar datos en contextos aislados (Blank, 1997; Bottoms & Webb, 1998).
- En el caso del ABP en entornos virtuales, se ha logrado identificar como una ventaja que los estudiantes aprenden de forma autónoma y logran enriquecer su conocimiento a través de la experimentación simulada (Vargas, Vega, & Morales, 2020).

Entre las principales desventajas del ABP se encuentran:

- La realización de los proyectos puede necesitar más tiempo lectivo para lograr los mismos objetivos académicos (Sandoval, 2017).
- Presenta obstáculos para su implementación (Martín & Martínez, 2018), como: requiere de un diseño instruccional por parte del docente bien estructurado, las instituciones no siempre tienen las aulas didácticas equipadas y suficientes para el número de alumnos y dificultades para lograr una adecuada comunicación entre los miembros del equipo por falta de tiempo para reunirse (López & Vázquez, 2015).
- Es complicado evaluar el aporte individual, pues las actividades están enfocadas a potenciar el trabajo en grupo y al desarrollo de competencias que implican un alto grado de interactividad (Mejías González, 2019).
- El gran número de alumnos que cursan las asignaturas de grado, puede dificultar la aplicación de metodologías como el aprendizaje basado en proyectos, si no se utilizan las herramientas apropiadas (Romero, Sánchez, & Jiménez, 2018).
- Si bien el trabajo en equipo o grupal en ambientes virtuales es uno de los puntos álgidos del ABP, en la virtualidad es de suma importancia buscar mecanismos que propicien la interacción y la conformación de los grupos asesorando y apoyando en la cohesión de los mismos, herramientas como zoom y redes sociales son sin duda las armas más poderosas para lograr el cometido del trabajo en equipo (Zafra-Rodriguez, 2020).

Finalmente, el ABP promueve un aprendizaje significativo de forma integrada y dinámica, en el que posiciona al alumno como parte activa de su propio proceso formativo (Ferreiro, 2018). De este modo, el proyecto tiene que incentivar la investigación y la búsqueda de respuestas a interrogantes.

El artículo presenta una innovación educativa que se ha venido trabajando en el curso de Requerimientos de Software de la carrera de Ingeniería Computación del Instituto Tecnológico de Costa Rica en el Centro Académico de Alajuela, a través de la implementación del ABP en las últimas iteraciones en que se ha impartido el curso.

## 2. Descripción del curso

El curso de Requerimientos de Software se imparte en el IV semestre del Bachillerato de Ingeniería en Computación, su objetivo es brindar al estudiante los conceptos, herramientas y metodologías necesarias para obtener y especificar requerimientos, analizar y validar requerimientos, administrar requerimientos, tener los requerimientos claros para poder posteriormente entrar en la etapa de diseño.



Entre los objetivos específicos del curso se encuentran:

- Analizar la especificación de requerimientos y su validación, para contemplarlos en la etapa de diseño del producto de software.
- Aplicar métodos para la recopilación de información, incluyendo entrevistas.
- Aplicar técnicas y herramientas para la modelación de problemas.
- Definir requerimientos del usuario, del sistema y del producto de software.
- Determinar una especificación de software
- Aplicar estrategias para la comprobación de la calidad del producto que se desarrolla.

Por el tipo de curso, se presta para que el docente se siente a un desarrollo teórico de los contenidos, típicamente apoyado solamente con presentaciones y lecturas. El resultado de este enfoque es que los estudiantes no pueden llevar a la práctica estos conocimientos, lo que les genera un sentimiento de que el curso no es de utilidad para su desarrollo profesional, cuando en realidad es todo lo contrario.

Con la incorporación de la metodología de ABP en el curso, se pretende que los temas vistos en clase sean llevados a la práctica, con el propósito de aumentar la motivación del estudiantado, reforzar sus habilidades blandas y darle un rol activo dentro de su proceso de aprendizaje.

### **3. Descripción del proyecto aplicando ABP**

El proyecto desarrollado tiene como objetivo desarrollar un proyecto de aplicación real que le permita al estudiantado la utilización de los procesos de la ingeniería de requerimientos para la resolución de posibles retos que enfrentan los profesionales durante la fase de análisis de requerimientos.

Los objetivos de aprendizaje del proyecto fueron:

- Aplicar técnicas de elicitación de requerimientos para el levantamiento de necesidades del negocio.
- Comprender las características de las principales metodologías de desarrollo de software tradicionales y ágiles para su selección y aplicación en proyectos.
- Desarrollar una especificación de software.
- Definir requerimientos del usuario, del sistema y del producto de software.
- Comprender técnicas para la validación de requerimientos de software.
- Usar herramientas que faciliten el entendimiento y proceso de la gestión de requerimientos.

A continuación se detallan las fases que conforman la estrategia aplicada:

#### **3.1. Planeación y organización**

Se organizó la clase en equipos para la ejecución del proyecto, la cantidad de personas por cada uno fue de máximo 4 estudiantes.

En primera instancia, cada equipo de trabajo buscó una entidad gubernamental, emprendimiento, empresa u organización sin fines de lucro para desarrollar un sitio web funcional utilizando un sistema de gestión de contenidos (Content Management



System, CMS), para posteriormente llevar a cabo una serie de actividades que les permitiera entender y concebir sus necesidades específicas, así como producir una serie de artefactos que los guiaran en su proceso de construcción.

### 3.2. Ejecución

Cada equipo tuvo que desarrollar las actividades necesarias para desarrollar un documento que compilara los siguientes entregables:

- Levantamiento de requerimientos: se debía llevar a cabo como mínimo tres sesiones de trabajo con el cliente, donde se aplicarían técnicas de elicitación distintas, que les permitieran llevar a cabo el proceso de levantamiento de necesidades para la construcción del producto de software. Todos los insumos necesarios para aplicar cada técnica de elicitación y los resultados de su aplicación debían ser documentados adecuadamente y acompañados de una minuta firmada por el cliente.
- Selección de una metodología de desarrollo o ciclo de vida para el proyecto: cada equipo debió identificar una metodología que más se adaptara al proyecto, realizar una descripción detallada de cómo la aplicarían para el desarrollo del proyecto, así como las razones por las que se propuso usar el mismo.
- Elaboración de una especificación de requisitos del sistema: cada equipo debió desarrollar un documento a partir de una plantilla facilitada por el profesor, que compila las recomendaciones para la especificación de los requerimientos, el cual documenta los acuerdos entre el cliente y el grupo de desarrollo, para así cumplir con la totalidad de exigencias estipuladas.
- Definición de requerimientos: cada equipo debió llevar a cabo una definición detallada de todos los requerimientos, tanto funcionales como no funcionales, incluyendo su identificador y prioridad, utilizando formato de historias de usuario, casos de uso o cualquier otro estilo de acuerdo con la metodología de desarrollo de software seleccionada por los estudiantes. En este punto lo importante fue asegurar la completitud de los requerimientos y documentarlos de tal forma que sea fácil identificarlos unívocamente, asignarles prioridades y darles seguimiento durante todo el proceso de desarrollo del producto. Durante el proyecto fue necesario administrar los requerimientos del producto de software a desarrollar utilizando una herramienta web apropiada para la gestión automatizada de requerimientos.
- Desarrollo del producto de software: cada equipo debió desarrollar un sitio web funcional de acuerdo con la información recabada y los resultados de los puntos anteriores, utilizando un sistema de gestión de contenidos tal como WordPress, Joomla, Drupal, Prestashop, entre otros.
- Cada equipo de trabajo se autoorganizó y gestionó para desarrollar todas las actividades necesarias para el desarrollo de los entregables durante el ciclo lectivo.

El profesor realizó cuatro sesiones grupales de seguimiento durante el periodo para medir los avances del proyecto, brindar realimentación y guiar a los estudiantes durante el proceso. Estas sesiones fueron llevadas a cabo con el profesor y el resto de los compañeros, de manera que todos los equipos conocieron los avances de sus compañeros y compartieron sus experiencias también.

### 3.3. Cierre

Una vez finalizado el proyecto, cada equipo presentó frente al resto de sus compañeros el proceso llevado a cabo y los resultados obtenidos del proyecto. La presentación debía ser a lo más de 15 minutos, más 5 minutos de preguntas del profesor y los compañeros.

## 4. Evaluación de los aprendizajes

A continuación se proceden a detallar los productos de aprendizaje que componen el proyecto con su respectivo valor:

Producto	Valor
<i>Primer avance</i>	2.5%
<i>Segundo avance</i>	2.5%
<i>Tercer avance</i>	2.5%
<i>Cuarto avance</i>	2.5%
<i>Informe final</i>	60%
<i>Sitio web</i>	20%
<i>Presentación de resultados</i>	10%

Tabla 1 – Productos de aprendizaje

El proyecto consiste en una única entrega que fue realizada en la última semana lectiva del calendario universitario. El seguimiento fue llevado a cabo a través de informes de avance que estuvieron distribuidos en diferentes semanas del ciclo lectivo.

El informe final se compone de las siguientes secciones:

1. Levantamiento de requerimientos (30%)
2. Metodología de desarrollo o ciclo de vida (10%)
3. Documento de requerimientos del sistema (10%)
4. Requerimientos (10%)

Para cada una de las secciones anteriores se evaluó que el desarrollo de cada punto fuera claro, bien organizado y comprendiera todos los elementos solicitados.

El sitio web fue evaluado por el cliente final utilizando la rúbrica que se muestra a continuación:

Las rúbricas de evaluación en este tipo de proyectos permiten hacer una evaluación integral de los estudiantes y conocer en cuáles de los criterios tienen fortalezas y en cuales pueden mejorar.

Finalmente, para la presentación de resultados se evaluaron aspectos como la pronunciación y el tono de voz, la calidad del material de apoyo, el conocimiento y dominio del tema, la organización y secuencia de cada una de las partes presentadas, y el uso de un vocabulario apropiado.

Criterio	Indicadores de rendimiento			
	Sobresaliente (4)	Satisfactorio (3)	Por mejorar (2)	Deficiente (1)
<i>Contenido</i>	Toda la información provista por el estudiante en el sitio web es precisa y todos los requisitos han sido cumplidos.	Casi toda la información provista por el estudiante en el sitio web es precisa y todos los requisitos de la asignación han sido cumplidos.	Casi toda la información provista por el estudiante en el sitio web es precisa y casi todos los requisitos han sido cumplidos.	Hay varias inexactitudes en el contenido provisto por el estudiante o muchos de los requisitos no están cumplidos.
<i>Presentación</i>	El sitio tiene un atractivo excepcional y una presentación útil. Es fácil localizar todos los elementos importantes. El espacio en blanco, los elementos gráficos y el centrado son usados con efectividad para organizar el material.	El sitio web tiene un atractivo y una presentación útil. Todos los elementos son fáciles de localizar.	Las páginas tienen una presentación útil, pero pueden parecer estar llenas de información o ser aburridas. La mayoría de los elementos son fáciles de localizar.	Las páginas se ven llenas de información o son confusas. Es a menudo difícil localizar elementos importantes.
<i>Imágenes</i>	Las imágenes están relacionadas al tema (propósito) del sitio, su tamaño está cuidadosamente seleccionado, son de alta calidad y procuran aumentar el interés del visitante.	Las imágenes están relacionadas al tema (propósito) del sitio, son de buena calidad y procuran aumentar el interés del visitante.	Las imágenes están relacionadas al tema (propósito) del sitio; sin embargo, no todas son de buena calidad ni procuran mantener el interés del visitante.	Las imágenes parecen haber sido escogidas al azar, son de baja calidad o distraen al visitante.
<i>Ortografía y gramática</i>	No hay errores de ortografía, puntuación o gramática en el sitio web.	Hay 1-3 errores de ortografía, puntuación o gramática en el sitio web.	Hay 4-5 errores de ortografía, puntuación o gramática en el sitio web.	Hay más de 5 errores de ortografía, puntuación o gramática en el sitio web.
<i>Trabajo colaborativo</i>	Los estudiantes demuestran respeto por las ideas de cada uno y el cliente, muestran un compromiso por la calidad del trabajo y gestionan las actividades con suficiente tiempo.	Los estudiantes demuestran respeto por las ideas de cada uno y el cliente, muestran un compromiso por la calidad del trabajo, sin embargo gestionan las actividades a destiempo o con urgencia.	Los estudiantes demuestran respeto por las ideas de cada uno y el cliente; sin embargo, hay poca evidencia de compromiso hacia la calidad del trabajo y suelen gestionar las actividades a destiempo.	Los estudiantes discuten o no respetan las ideas y aportaciones de cada uno o del cliente. No existe un compromiso hacia la calidad del trabajo.

Tabla 2 – Rúbrica de evaluación del sitio web

## 5. Evaluación de la experiencia

Para la evaluación de la experiencia se les pidió a los estudiantes del curso que completaran un formulario en Google Forms, el cual fue completado por 21 estudiantes, de los cuales 19 son hombres y 2 son mujeres.

La distribución geográfica de acuerdo con su sede de pertenencia se presenta en la figura 1, en la cual se puede observar que la mayoría de los estudiantes pertenecen en primer lugar a Alajuela, en segundo lugar, Limón y en tercer lugar San José y San Carlos, por lo cual se cuenta con participación de estudiantes pertenecientes a diferentes sedes donde se da la carrera

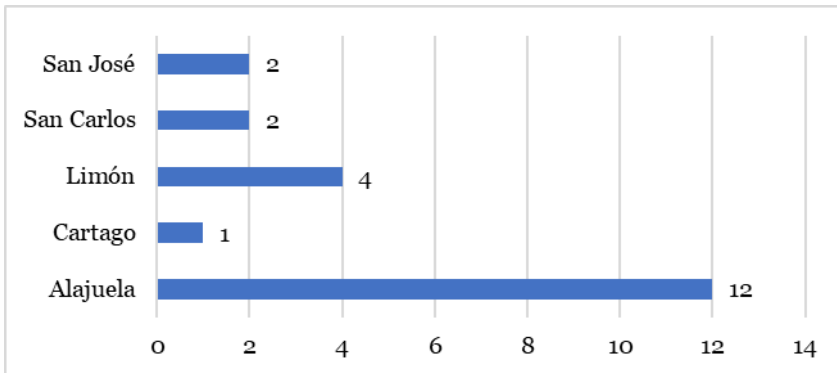


Figura 1 – Distribución geográfica de estudiantes de acuerdo con su sede

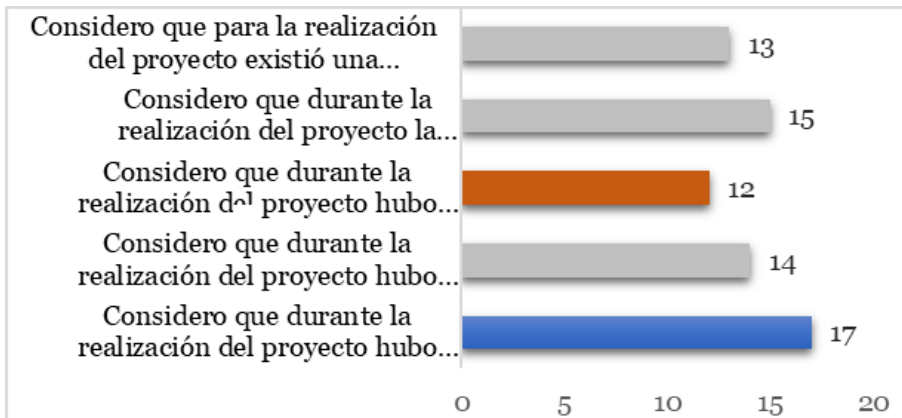


Figura 2 – Percepción del Proyecto

Se realizó una medición para establecer el nivel de madurez de las habilidades blandas de los estudiantes que son requeridas para llevar a cabo de una forma exitosa el proyecto del curso. En la Figura 2, se muestra las frecuencias de respuesta del estudiantado con respecto al proyecto, en el cual se destaca con mayor cantidad de frecuencia la opción

donde el estudiantado considera que durante la realización del proyecto hubo un liderazgo efectivo por parte de uno o más miembros del equipo de trabajo. Por otra parte en la figura 3, se muestra la valoración realizada por los estudiantes en torno al trabajo en equipo.

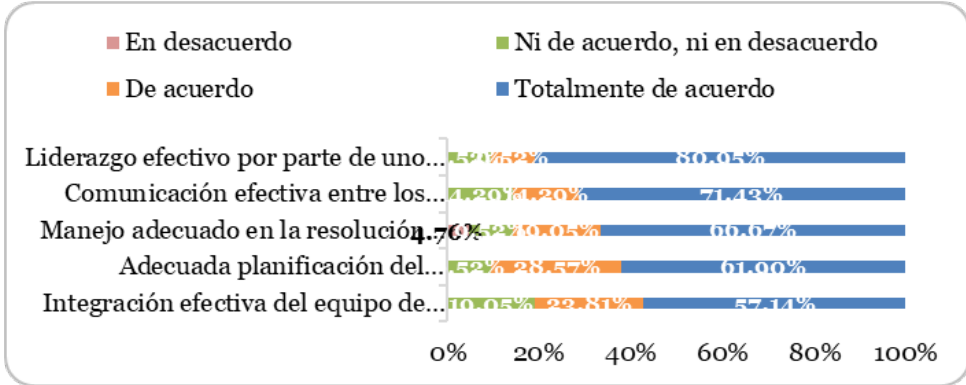


Figura 3 – Valoración de los estudiantes sobre el trabajo en equipo

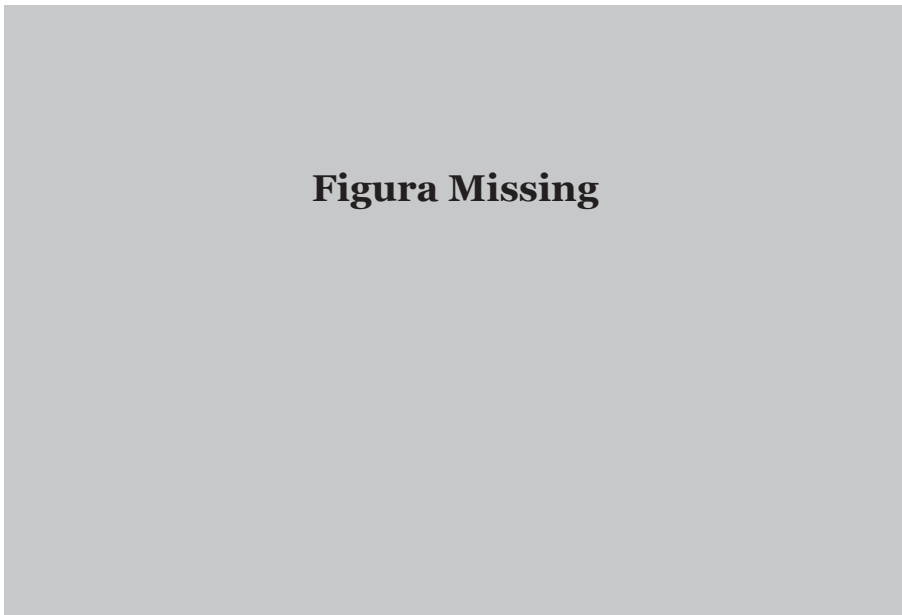


Figura 4 – Valoración del trabajo en equipo por parte de los estudiantes.

En la figura 4 se puede observar que los estudiantes se encuentran a un nivel general muy satisfechos con respecto a la estructura y organización del proyecto, siendo con el de mayor porcentaje de aceptación el tiempo estipulado para la realización del proyecto, en segundo lugar si las indicaciones son claras en cuanto a la actividades y productos.

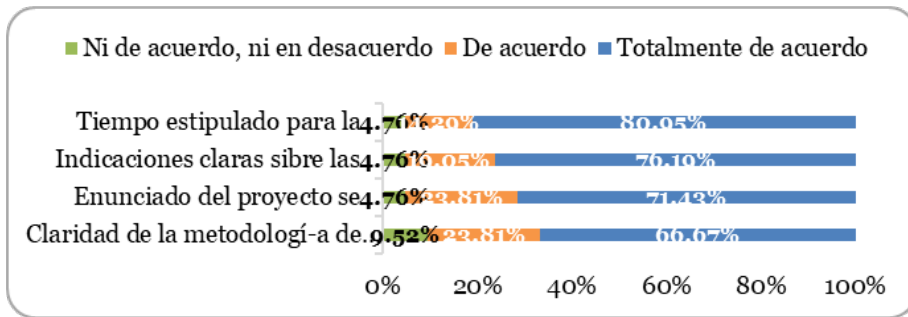


Figura 5 – Nivel de satisfacción de los estudiantes

## 6. Conclusiones

El trabajo en equipo por parte de los estudiantes los enfrenta a poder desarrollar sus habilidades blandas, ya que requieren interactuar con sus compañeros y este tipo de ejercicios académicos los prepara para poder interactuar en un espacio de trabajo más orientado hacia proyectos de la vida real.

Al enfrentarse a proyectos desarrollados con la metodología ABP le permite al estudiante poder lidiar con clientes, desarrollar estrategias de trabajo en equipo de una manera virtual y que puedan poder desarrollar un prototipo acerca de la recolección de requerimientos grupal. Además, le permite trabajar habilidades de liderazgo como un futuro desarrollador de software.

La abstracción de poder comprender las necesidades de una organización requiere de mucha práctica, compartir con otros futuros colegas y poder desarrollar toda una experiencia, la cuál con este tipo de proyectos los estudiantes lo logran, tal y como se pueden observar en las figuras anteriores.

Es importante también el seguimiento que realizan los docentes a los trabajos de los estudiantes, para poder atender sus consultas y orientarlos de la mejor manera en el desarrollo de este tipo de proyectos. Para lo cual es importante y recomendable hacer uso de recursos tecnológicos con el fin de recursos de apoyo con los estudiantes.

Finalmente, se recomienda desarrollar este tipo de experiencias en los cursos de la carrera en la cual se presenten proyectos en los cuales los estudiantes de niveles avanzados puedan poner en práctica sus conocimientos adquiridos y que puedan tener un proceso de enseñanza y aprendizaje cercano a la realidad laboral. Esto con el fin no solo que vaya mejor preparado para el mercado laboral, sino que cuente con experiencia previa que le permita tener un mejor desempeño durante la carrera y fortalezca sus habilidades blandas.

## Referencias

- Amissah, P. A. (2019). Advantages and Challenges of Online Project Based Learning. Tesis, Rochester Institute of Technology, School of Media Sciences. Obtenido de <https://scholarworks.rit.edu/theses/10231/>

- Andrade, J. A. (2005). Wikipedia: una experiencia mundial de trabajo colaborativo. *Enl@ ce: Revista Venezolana de Información, tecnología y conocimiento*, 2(2), 81-86. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/823/82320207.pdf>
- Aranda, A. F. (2010). La autoevaluación: una estrategia docente para el cambio de valores educativos en el aula. *Ser Corporal*(3), 6-18.
- Arrausi, J. J., & Martínez, J. R. (2018). Driving maps: El uso de mapas mentales para orientar el Aprendizaje Basado en Proyectos a través del Design thinking. *Grafica*, 6(11), 25-31. Obtenido de <https://www.raco.cat/index.php/Grafica/article/view/332526>
- Ausín, V., Abella, V., Delgado, V., & Hortigüela, D. (2016). Aprendizaje basado en proyectos a través de las TIC: una experiencia de innovación docente desde las aulas universitarias. *Formación universitaria*, 9(3), 31-38. doi:<http://dx.doi.org/10.4067/S0718-50062016000300005>
- Biasutti, M., & EL-Deghaidy, H. (2015). Interdisciplinary project-based learning: an online wiki experience in teacher education. *Technology, Pedagogy and Education*, 24(3), 339-355. doi:<https://doi.org/10.1080/1475939X.2014.899510>
- BIE. (2020). Buck Institute for Education. Recuperado el 16 de octubre de 2020, de <https://www.pblworks.org/what-is-pbl>
- Blanco Púa, Y. A., & Hoz Montero, O. E. (2017). Mapas mentales como estrategia para el fortalecimiento de la conceptualización de los sistemas de ecuaciones lineales 2X2. Tesis de maestría, Universidad del Norte, Barranquilla.
- Blank, W. (1997). Authentic instruction. , 15(1), 15-21. En *Promising practices for connecting high school to the real world* (págs. 15-21). Tampa, Florida: University of South Florida.
- Bottoms, G., & Webb, L. D. (1998). Connecting the Curriculum to” Real Life”. En *Breaking Ranks: Making it happen*. Reston, VA: National Association of Secondary School Principals.
- Buzan, T., & Buzan, B. (1996). *El libro de los mapas mentales*. Barcelona: Ediciones Urano.
- Carballo Bermúdez, S. (2014). Una wiki para investigar en grupo. *Cuadernos de pedagogía*(450), 34-37.
- Castaño-Sánchez, A. X. (2016). Evidencias de aprendizaje autorregulado en un ambiente de aprendizaje basado en la indagación con ePortafolios. *Ventana Informática*(34), 41-57.
- Cortés, R. J. (2005). Aplicación del crédito europeo en las aulas universitarias. En *La Universidad en la Unión Europea: el espacio europeo de educación superior y su impacto en la docencia* (págs. 155-186). Ediciones Aljibe.
- Dai, Y. (2020). O2O Iterative Project-based Teaching Model for Literature Course. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (iJET)*, 15(16), 80-93. Obtenido de <https://www.learnstechlib.org/p/217967/>



- Ertmer, P. A., & Simons, K. D. (2005). Scaffolding teachers' efforts to implement problem-based learning. *International Journal of Learning*, 12(4), 319-328. Obtenido de [https://www.researchgate.net/profile/Peggy\\_Ertmer/publication/254427219\\_Scaffolding\\_Teachers'\\_Efforts\\_to\\_Implement\\_Problem\\_Based\\_Learning/links/00b49534420901ab4c000000/Scaffolding-Teachers-Efforts-to-Implement-Problem-Based-Learning.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Peggy_Ertmer/publication/254427219_Scaffolding_Teachers'_Efforts_to_Implement_Problem_Based_Learning/links/00b49534420901ab4c000000/Scaffolding-Teachers-Efforts-to-Implement-Problem-Based-Learning.pdf)
- Ferreiro, A. A. (2018). Aprendizaje basado en proyectos para el desarrollo de la competencia digital docente en la formación inicial del profesorado. . *RELATEC: Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa*, 17(1), 9-24. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6566732>
- Galeana De La O, L. (2006). Aprendizaje Basado en Proyectos. *Revista electrónica Ceupromed*, 1(27), 1-17.
- García, I. (2011). E-Portafolio, rúbricas y blogfolio para una evaluación integral. *Revista de Artes y Humanidades UNICA*, 12(3), 34-56. Obtenido de [http://www.unicaedu.com/publicaciones/REVISTA\\_UNICA\\_N3\\_VOL12\\_2011.pdf#page=34](http://www.unicaedu.com/publicaciones/REVISTA_UNICA_N3_VOL12_2011.pdf#page=34)
- García-Varcácel Muñoz-Repiso, A., & Basilotta Gómez-Pablos, V. (2017). Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP): evaluación desde la perspectiva de alumnos de Educación Primaria. *Revista de Investigación Educativa*, 35(1), 113-131. Obtenido de <https://revistas.um.es/rie/article/view/246811/203561>
- Huber, G. L. (2008). Aprendizaje activo y metodologías educativas. *Tiempos de cambio universitario*, 59. Obtenido de [https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/50784992/Equipo\\_de\\_TI-opc3\\_vFinal\\_de\\_venta.pdf?1481208518=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DAprendizaje\\_activo\\_y\\_metodologias\\_educat.pdf&Expires=1602879172&Signature=JK1X3vsK~z9OkH23Y9oZJSm2n~cIFo6qQQ](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/50784992/Equipo_de_TI-opc3_vFinal_de_venta.pdf?1481208518=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DAprendizaje_activo_y_metodologias_educat.pdf&Expires=1602879172&Signature=JK1X3vsK~z9OkH23Y9oZJSm2n~cIFo6qQQ)
- Lokey-Vega, A., Williamson, J., & Bondeson, K. (2018). A lesson structure and an instructional design model for project-based online learning. *Journal of Online Learning Research*, 4(3), 327-345. Obtenido de <https://www.learntechlib.org/p/182994/>
- López, M. S., & Vázquez, O. L. (2015). Aprendizaje Colaborativo basado en proyectos desarrollados en Ingeniería. *Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*(10). Obtenido de <http://1-11.ride.org.mx/index.php/RIDSESECUNDARIO/article/download/453/445>
- Martín, J. G., & Martínez, J. E. (2018). Aprendizaje basado en proyectos: método para el diseño de actividades. *Revista Tecnología, Ciencia y Educación*(10). Obtenido de <https://www.tecnologia-ciencia-educacion.com/index.php/TCE/article/view/194>
- Mejías González, L. (2019). Mejora del proceso de enseñanza-aprendizaje en Ciencias: Metodología activa y aprendizaje basado en proyectos. Tesis, Universidad de La Laguna. Obtenido de <https://riull.ull.es/xmlui/bitstream/handle/915/16969/Mejora%20del%20proceso%20de%20ensenanza-aprendizaje%20en%20Ciencias%20Metodologia%20activa%20y%20aprendizaje%20basado%20en%20proyectos.pdf?sequence=1>

- Mills, J. E., & Treagust, D. F. (2003). Engineering education—Is problem-based or project-based learning the answer. *Australasian journal of engineering education*, 3(2), 2-16. Obtenido de [https://www.researchgate.net/profile/Nathan\\_Scott2/publication/238670687\\_AUSTRALASIAN\\_JOURNAL\\_OF\\_ENGINEERING\\_EDUCATION\\_Co-Editors/links/odeec53a08c7553c37000000.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Nathan_Scott2/publication/238670687_AUSTRALASIAN_JOURNAL_OF_ENGINEERING_EDUCATION_Co-Editors/links/odeec53a08c7553c37000000.pdf)
- Nicolás, A. M., & Ramos, P. R. (2020). Motivación y aprendizaje basado en proyectos: una investigación-acción en educación secundaria. *Multidisciplinary Journal of Educational Research*, 10(3), 295-320. Obtenido de <https://hipatiapress.com/hpjournals/index.php/remie/article/view/4493/pdf>
- Orsmond, P., Merry, S., & Reiling, K. (1996). The importance of marking criteria in the use of peer assessment. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 21(3), 239-250.
- Peffer, K., Tuunanen, T., Rothenberger, M. A., & Chatterjee, S. (2007). A design science research methodology for information systems research. *Journal of management information systems*, 24(3), 45-77. doi:<https://doi.org/10.2753/MIS0742-122240302>
- Prendes Espinosa, M. P., & Sánchez Vera, M. D. (2008). Portafolio electrónico: posibilidades para los docentes. *Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación*(32), 21-34. Obtenido de <https://idus.us.es/handle/11441/22569>
- Ricaurte-Quijano, P., & Carli-Álvarez, A. (2016). El proyecto Wiki Learning: Wikipedia como entorno de aprendizaje abierto. *Comunicar*, 24(49), 61-69. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/158/15847434007.pdf>
- Rodríguez Martín, B. (2020). Buenas prácticas en entornos virtuales de aprendizaje basados en wikis. En B. Rodríguez Martín, *Docencia colaborativa universitaria: planificar, gestionar y evaluar en entornos virtuales de aprendizaje* (págs. 97-105). España: Ediciones de la Universidad de Castilla-La Mancha. doi:[http://doi.org/10.18239/atenea\\_2020.22.00](http://doi.org/10.18239/atenea_2020.22.00)
- Rodríguez-Gallego, M. R. (2014). Evidenciar competencias con rúbricas de evaluación. *EA, Escuela Abierta*, 17(1), 117-134. doi:<https://doi.org/10.29257/10.29257/EA17.2014.08>
- Roig-Vila, R. (2016). *Tecnología, innovación e investigación en los procesos de enseñanza-aprendizaje* (Primera ed.). Barcelona: Editorial Octaedro. Obtenido de <http://rua.ua.es/dspace/handle/10045/61787>
- Romero, F. J., Sánchez, M. P., & Jiménez, P. A. (2018). Aplicación del aprendizaje basado en proyectos (Project-Based Learning, PBL) utilizando el eportafolio: Caso de estudio. En *Metodologías docentes innovadoras en la enseñanza universitaria* (págs. 301-310). Edit. um Ediciones de la Universidad de Murcia. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7097083>
- Sandoval, L. A. (2017). El aprendizaje por proyectos: una experiencia pedagógica para la construcción de espacios de aprendizaje dentro y fuera del aula. *Ensayos Pedagógicos*, 12(1), 51-68. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6095686>

- Sarasa Cabezuelo, A. (2006). Usando la Wikipedia como motivación en el proceso de aprendizaje. *RELATEC: Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa*, 5(2), 433-442. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2229238>
- Sudjimat, D. A. (2019). Study of implementation of project based learning in mechanical engineering study program of vocational high school. *Journal of Physics: Conference Series*, 1165(1). Obtenido de <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1165/1/012024/meta>
- Susilawati, A., Hernani, H., & Sinaga, P. (2017). The application of project-based learning using mind maps to improve students' environmental attitudes towards waste management in junior high schools. *International Journal of Education*, 9(2), 120-125. Obtenido de <https://www.learntechlib.org/p/208923/>
- Taberna Torres, J., & García Planas, M. (2016). Enseñanza basada en proyectos: una forma alternativa para enseñar Álgebra Lineal. In *In-Red 2016. II Congreso nacional de innovación educativa y docencia en red. In-Red 2016. II Congreso nacional de innovación educativa y docencia en red*. Editorial Universitat Politècnica de València. doi:<http://dx.doi.org/10.4995/INRED2016.2016.4374>
- Tur Ferrer, G., & Urbina Ramírez, S. (2016). Rúbrica para la evaluación de portafolios electrónicos en el entorno de la web social. *Pixel-Bit: Revista de Medios y Educación*, 48, 83-96. doi:<https://doi.org/10.12795/pixelbit.2016.i48.06>
- Vargas, N. A., Vega, J. A., & Morales, F. H. (2020). Aprendizaje basado en proyectos mediados por tic para superar dificultades en el aprendizaje de operaciones básicas matemáticas. *Revista Boletín Redipe*, 9(3), 167-180. Obtenido de <https://revista.redipe.org/index.php/1/article/view/943>
- Vázquez, M. S., Baldazo, M. G., Perotín, R. A., & Martínez, M. R. (2010). Aprendizaje por proyectos en el entorno virtual: aplicación en la asignatura de Introducción a la Cooperación para el desarrollo. *RELADA-Revista Electrónica de ADA-Madrid*, 4(1). Obtenido de <http://polired.upm.es/index.php/relada/article/view/93>
- Vickerman, P. (2009). Student perspectives on formative peer assessment: an attempt to deepen learning? *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 34(2), 221-230.
- Wikipedia. (2020). Wikipedia. Recuperado el 23 de octubre de 2020, de <https://www.wikipedia.org/>
- Zafra-Rodríguez, C. A. (2020). Aprendizaje de la automatización industrial en tiempos de pandemia. Una Experiencia virtual de aprendizaje basado en proyectos. Tesis, Universitaria Agustiniiana, Facultad de Humanidades, Ciencias Sociales y Educación, Bogotá. Obtenido de <http://repositorio.uniagustiniana.edu.co/handle/123456789/1314?show=full>

# La gamificación y geolocalización como elementos que promuevan la motivación para el uso de software educativo

Sidanelia Flores-Silva<sup>1</sup>, Victor Cornejo-Aparicio<sup>1</sup>

[sfloressi@unsa.edu.pe](mailto:sfloressi@unsa.edu.pe); [vcornejo@unsa.edu.pe](mailto:vcornejo@unsa.edu.pe)

<sup>1</sup> Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Santa Catalina 117, 04001, Arequipa, Perú.

**Pages:** 326-338

**Resumen:** El presente artículo de revisión, presenta una apreciación crítica; de dos tecnologías que progresivamente han venido evolucionando significativamente, nos referimos a la gamificación y la geolocalización, mismas que se presentan como factor desencadenante de la motivación de los estudiantes, para ello se abordan las concepciones más relevantes de ambos conceptos, y haciendo un rastreo de los postulados más antiguos, hasta algunos que en la actualidad sintetizan su naturaleza y aporte al sector educativo, adicionalmente se rescatan las concepciones sobre la motivación, dentro de los tratados actuales, sobre la motivación que los medios informáticos promueven, y que inciden en las actitudes en los estudiantes, de una forma concluyente, se advierte la consecuencia de ignorar o subvalorar estos conceptos, además de la consideración del estudiante como un trabajador, que busca, consume, adopta e incorpora conocimiento a su formación.

**Palabras-clave:** Gamificación, geolocalización, motivación, educación con computadoras

## *Gamification and geolocation as elements that promote motivation for the use of educational software*

**Abstract:** This review article presents a critical appraisal; of two technologies that have progressively evolved significantly, we refer to gamification and geolocation, which are presented as a triggering factor for student motivation, for this the most relevant conceptions of both concepts are addressed, and making a tracing of the oldest postulates, even some that currently synthesize their nature and contribution to the educational sector, additionally the conceptions about motivation are rescued, within the current treatises, about the motivation that the computer media promote, and that affect the Attitudes in students, in a conclusive way, the consequence of ignoring or undervaluing these concepts is noted, in addition to the consideration of the student as a worker, who seeks, consumes, adopts and incorporates knowledge into their training.

**Keywords:** Gamification, geolocation, motivation, computer education.

## 1. Introducción

Es innegable que la tecnología ha venido causando mejoras continuas, en todas las áreas de aplicación del conocimiento, y muy en especial las tecnologías informáticas han determinado nuevos paradigmas, que se vienen ampliando y especializando en los sectores donde intervienen los procesos, en el sector educación ha impactado de una forma muy determinante, tal es así, que muchas concepciones no son actualmente concebibles, sin la intervención de las tecnologías de la información y comunicación, dentro de las múltiples aplicaciones informáticas, los videojuegos han venido creciendo en su uso, esto se hace dentro del proceso educativo, tanto en la gestión de la información, y también en el proceso de formación, en este último aspecto, los videojuegos cumplen roles instructivos y/o evaluativos, en este último, se ha empleado ampliamente el concepto de gamificación, dicho concepto se ha desarrollado de manera exponencial en el ámbito educativo. Es también conocido que la geolocalización es una tecnología que permite manipular la variable ubicación, esta permite asociar las diversas variables ya arto trabajadas en la educación, con las que provee la geolocalización. La combinación de gamificación y la geolocalización, se conjugan eficientemente para incrementar la motivación en el estudiante, esto permitirá a los estudiantes, aplicar sus potencialidades en los cometidos que se le encomienden, dentro de las actividades programadas en el proceso de enseñanza aprendizaje. Es muy importante que los interesados en desarrollar o aplicar software educativo, conozcan y entiendan claramente la gamificación y la geolocalización, a efectos de que puedan estar a la vanguardia de los procesos educativos de nuestros tiempos.

## 2. La gamificación

Según (RAE) gamificación es una adaptación del inglés gamification que es un híbrido formado a partir del inglés game ('juego') y resultar, por tanto, poco transparente semánticamente en español. donde recomienda emplear ludificación—formada a partir del latín ludus 'juego'— es el equivalente español gamificación.

Según los autores Zichermann & Cunningham (Zichermann, 2011) señala que la gamificación consiste en el uso de mecánicas, elementos y técnicas de diseño de juegos en contexto que no son juegos para involucrar a los usuarios y resolver problemas

Para Rieber (Rieber, 1996) "playing a game successfully can require extensive critical thinking and problema-solving skills Para este autor, los juegos poseen una organización estructurada con interacciones complejas (funcionalidad social, pensamiento crítico y las habilidades para solucionar problemas) en las que se incluye un contexto, jugadores, objetos, metas, reglas, condiciones y un reto.

Emilio C. (Crisol, 2020) Define la gamificación como: " Burke nice design to digitally engage and motivate people to achieve their goals". las nuevas tecnologías han contribuido a que la gamificación evolucione, incluyendo la narrativa transmedia, abriendo nuevas posibilidades para atraer a aquellas generaciones acostumbradas al uso de las tecnologías".

A partir de estas definiciones podemos desarrollar una definición en cuanto a la gamificación, donde se entiende a la gamificación o ludificación, que consiste en el uso de mecánicas, elementos y técnicas en un contexto de jugadores, objetos, metas, reglas, condiciones y retos, logrando una experiencia digital motivante.

### 2.1. Teoría del juego

El historiador holandés Johan Huizinga (Arsgames, 2010), afirma que el juego constituye una actividad fundamental humana, demostrado la importancia del juego simbólico en el proceso de aprendizaje del niño/a los videojuegos. poseen un carácter performativo y unidos a su componente social e interactivo, poseen un gran potencial de generación y transformación de significados culturales, políticos y sociales. Asemejándolo a un Círculo Mágico, que presupone la existencia del juego en la sociedad humana y animal, con características de libertad, no es real en concepto, sin localización, duración, marca su propio orden y no tiene ningún interés material.

El círculo mágico es el espacio, físico o ideal («virtual»), donde el usuario desarrolla fantasías y máximas capacidades. En el exterior de él (mundo real) contiene miedos, incertidumbres, realidades, cuestiones, etc. Y dentro hay un estado de inmersión permite soñar, enfrentar retos, ganar o perder, sentirse seguro y sin miedo a forzar habilidades porque el riesgo de perder es ficticio, y cuando el usuario sale del círculo adquiere nuevas experiencias y conocimientos. McGonigal (2011), pág. 21

### 2.2. Elementos de gamificación:

Werbach y Hunter (Biel, 2012), señalan elementos de diseño basado en de : reto/desafío, tareas que implican esfuerzos; desbloqueo, componentes disponibles tras conseguir un objetivo; insignias, representaciones visuales de logros; puntos, recompensas que simbolizan la progresión; niveles, diferentes estado de progresión o dificultad; y tablero de posiciones, lista ordenada con el nombre y el puntaje del jugador.

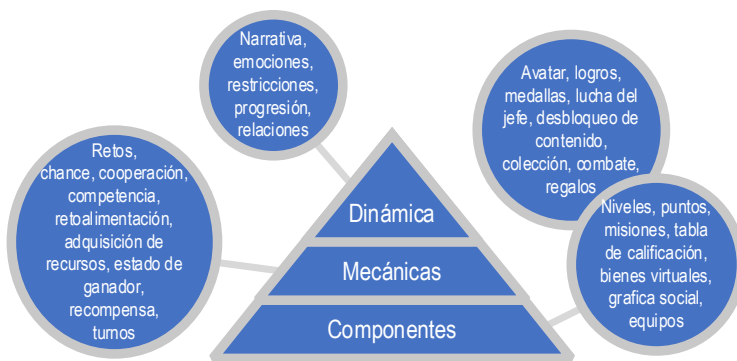


Figura 1 – Piramide de los Elementos de Gamificación, Kevin Werbach (De Puy, 2017)

Elemento	Descripción	Diseño	Efecto
Dinámicas	forma en que se ponen en marcha las mecánicas; determinan el comportamiento de los estudiantes y están relacionadas con la motivación de nuestros aprendientes	Emociones	Curiosidad, competitividad, frustración, felicidad
		Narración	Una historia continuada es la base del proceso de aprendizaje
		Progresión	Evolución y desarrollo del jugador/alumno
		Relaciones	Interacciones sociales, compañerismos, estatus, altruismo
		Restricciones	Limitaciones o componentes forzosos.
Mecánicas	componentes básicos del juego, sus reglas, su motor y su funcionamiento,	Colaboración	Trabajar juntos para conseguir un objetivo
		Competición	Unos ganan y otros pierden. También contra uno mismo
		Desafíos	Tareas que implican esfuerzo, que supongan un reto
		Recompensas	Beneficios por logros
		Retroalimentación	Cómo lo estamos haciendo
		Suerte	El azar influye
		Transacciones	Comercio entre jugadores, directamente o con intermediarios
		Turnos	Participación secuencial, equitativa y alternativa
		Avatar	Representación visual del jugador
		Colecciones	Elementos que pueden acumularse
Componentes	recursos con los que contamos y las herramientas que utilizamos para diseñar una actividad en la práctica de la gamificación	Combate	Batalla definida
		Desbloqueo de contenidos	Nuevos elementos disponibles tras conseguir objetivos
		Equipos	Trabajo en grupo con un objetivo común
		Gráficas sociales	Representan la red social del jugador dentro de la actividad
		Huevos de Pascua	Elementos escondidos que deben buscarse
		Insignias	Representación visual de los logros
		Límites de tiempo	Competir contra el tiempo y con uno mismo
		Misiones	Desafíos predeterminados con objetivos y recompensas
		Niveles	Diferentes estadios de progresión y/o dificultad
		Puntos	Recompensas que representan la progresión
		Clasificaciones y barras de progreso	Representación gráfica de la progresión y logros
		Regalos	Oportunidad de compartir recursos con otros
Tutoriales	Familiarizarse con el juego, adquisición de normas y estrategias		

Tabla 1 – Elementos de la Gamificación basada en Reto /Desafío (De Puy, 2017)



Según Ferran Teixe (Argilés, 2015) el economista filósofo describe sistema gamificados como actividades que incluye elementos como el status, logro, autoexpresión (autonomía), competición, altruismo, feedback y fun (diversión), lo relaciona con la estética describiéndolo en elementos de mecánica, dinámicas y bucles

Gamificación usa	Descripción	Clases
Mecánicas	Son posiciones y características concretas de elementos de un entorno de juego y tiempo dado, atractivo o adictivo. Sigue procesos de gamificación basados en requerimientos de usuario para su construcción, evaluación y sistematización en contexto estético lúdico que motiva acciones de actitud, decisión y conductas y de un contexto no lúdicos referido al aprendizaje	Points (puntos), valores numéricos que se consiguen dirigir acciones concretas , permite seguimiento del progreso y recompensa , relacionan niveles que reflejan habilidad, persistencia o de reputación Badges (medallas o emblemas) representaciones gráficas de los logros que se obtienen incremento de follows( fidelidad), y Leaderboards (clasificaciones). Calificaciones numéricas más altas antes que conseguir un beneficio asociado
Dinámicas	Patrones, pautas y sistemas presentes en los juegos pero que no forman parte de los mismos. Las mecánicas sin dinámicas podrían hacer que los jugadores rutinarios	Recompensas / Status / Logros / Autoexpresión / Competición / Altruismo / Feedback / Diversión (Fun) o respuestas emocionales .
Bucles de actividad (activity loops en inglés)	Lineales desarrollan secuencias hacia adelante, pararse, retroceder, esperar una valoración para saber cómo se continúa, etc	Los Bucles de implicación (engagement loops) de corto plazo y estadios: de motivación y feedback . Los Bucles de progresión (progression loops) experiencias sus estadios son: descubrimiento (Discovery) incentivos de interés, Incorporación (Onboarding) familiarización ,enganche con reglas, mecánicas, etc., Apuntalamiento (Scaffolding) equilibrio entre la dificultad de los retos y sus capacidades para acabar superándolos, Maestría (Mastery/Endgame) retos de superación implica un cambio de nivel, o status, etc. Y «descanso» para recuperar fuerzas.

Tabla 2 – elementos según Werbach y Hunter

Una Propuesta taxonomía, Robert Hunicke (Robin Hunicke, 2004) describe al juego desde lo que siente el usuario, basado en la experiencia considera la estética, dinámicas y mecánicas: Una de las estéticas son la a) Sensación (placer empírico), fantasía (recreación), narrativa( relato), reto (obstáculos), camaradería ( marco social), descubrimiento(mapeo), b) expresión (autodescubrimiento) y sumisión o entrega (pasatiempo).los cuales le influyen a involucrarse al juego: Todas se mueven en modelos: Modelos estéticos, que los cuales ayudan a describir dinámicas y mecánicas de juego; y los Modelos dinámicos las cuales crean experiencias, contemplan evitar errores y retroalimentación; Por otra parte Jane McGonigal diseñadora de juegos y escritora canalizar actitudes positivas y la colaboración en un contexto del mundo real, en donde muestra cuatro características que son: Objetivo, Normas, Feedback,y Participación



voluntaria donde otros elementos no definitorios como la interactividad, los gráficos, las historias, las recompensas, la competencia, etc. Destacando en el usuario optimismo urgente que funciona como auto- motivación del éxito razonable combinado con la creencia que les hace intentarlo, tejedor en una trama social aumentando confianza y cooperación; producción dichosa y el deseo de un propósito satisfactorio o épico capaz de lograr individualmente

### 3. La geolocalización

Según la publicación de María E. Portillo Montiel y otros en la revista titulada Algoritmo para geolocalización de dispositivos móviles a partir de emisores de WIFI , (Portillo, 2014) , Wireless Fidelity (WiFi, por su abreviatura en inglés), es una tecnología de redes de área local que permite la conexión entre computadoras y otros dispositivos conectados a redes inalámbricas, que emiten señal WiFi de coordenadas y radios en zonas de acción conjunta donde se activar la aplicación y estima con precisión la ubicación del dispositivo móvil determinando el área visibles en el momento. La geolocalización basa el Sistema de Posicionamiento Global ; GPS (Antichán, 2009) , Los satélites son repetidores activos de microondas en el espacio, estaciones que funcionan en conjunto con sus pares en tierra, para ofrecer servicios de telecomunicaciones o especializado resulta confiable y exacta en ambientes externos, es una herramienta de navegación formada por 24 satélites a 20.000 kilómetros por encima de la tierra con órbitas móviles; reciben dos tipos de datos, uno son parámetros sobre la ubicación y el otro es la operatividad de cada satélite en una hora precisa.

#### 3.1. Aplicaciones De Geolocalizacion Sector Educativo

La geolocalización tiene mucha aplicación en diferentes actividades económicas, actualmente hay nuevas tecnologías (Bejarano, 2017):

- Desarrollo de la realidad aumentada sobre **dispositivos móviles** como apoyo a la acción educativa, que posibilita relacionar las **imágenes en tiempo real** y la **posición geográfica** del usuario
- La tecnología de realidad aumentada, en un entorno real con **información digital**. Google Maps que visualiza en el ordenador la inclusión de los datos geográficos y la imagen fotográfica del lugar.
- Tecnología de geolocalización y realidad aumentada en contextos educativos: experiencias y herramientas Didácticas, herramientas de cartografía digital con carácter colaborativo a la educación.
- Herramientas de orientación para los usuarios y **desplazamiento en espacios** físicos, Producido por la facultad tecnológica de la Universidad Francisco José De Caldas, que utiliza **Cámara para captura de imágenes** para transmitir la información del mundo real a un procesador del sistema de realidad aumentada, **interpretar la información** y marca la reproducción de imágenes como elemento activador que muestra posiciones.
- Realidad aumentada: una alternativa metodológica en la educación primaria nicaragüense. proporcionar experiencias de aprendizaje fuera del aula, más contextualizadas desplegando nexos de unión entre la realidad y la situación de aprendizaje en que participan los estudiantes

- La realidad aumentada es capaz de proporcionar experiencias de aprendizaje fuera del aula, más contextualizadas desplegando nexos de unión entre la realidad y la situación de aprendizaje en que participan los estudiantes. en la creación de libros en 3D (Carracedo, 2012).

### **3.2. Los juegos educativos por computadora**

Según (Almeida, 1997), las acciones que realiza el tutor (programa mediante el cual pretende enseñar conocimientos a una persona, teniendo en cuenta su capacidad de aprendizaje y el conocimiento), pueden evaluar, el cual el modelo depende del dominio, el propósito de los problemas que se deben resolver y el método de resolución; donde considera que una capacidad de las computadoras es la evaluación, la cual se considera que interviene en el proceso y sus resultados son válidos.

Según (Pinto, 2012), menciona la importancia de evaluar los recursos educativos electrónicos, de una manera sistemática y rigurosa, apoyada por el uso de instrumentos que midan, tanto aspectos objetivos como subjetivos de la calidad de estos recursos, que incluye la evaluación y elementos pedagógicos con el objeto de asegurar la eficacia, y el logro de los objetivos propuestos. Donde integra nociones clásicas de usabilidad y de aprendizaje, al condicionar la calidad de un recurso de e-learning, no sólo al carácter “usable” con un valor pedagógico (Pinto, 2011) La usabilidad pedagógica o instruccional, se incorpora en el desarrollo y diseño de métodos de valoración de la calidad de los recursos electrónicos educativos.

(Pech, 2012), muestran dimensiones pedagógicas las cuales son a) Orientación a metas, b) Ambiente pedagógico c) Rol del docente-tutor d) Rol de la tecnología e) Naturaleza de las actividades de aprendizaje –matética f) Aprendizaje cooperativo g) Validez experiencial, y h) Fuente de motivación.

## **4. La motivación**

Es correcto mencionar que; el tema de la motivación no es un aspecto novedoso, ha sido abordado hace ya varios años, principalmente por psicólogos, quienes han enfocado sus estudios principalmente a los trabajadores; en las empresas de producción de bienes o servicios, lo cual será abordado en un principio. Hoy en día la motivación es un aspecto que esta siendo destacado en todas las áreas del conocimiento, tal es así; que en el sector educación es algo que se los educadores deben afrontar, principalmente por la tendencia del inmediatez en el que se desarrollan los estudiantes, quienes están acostumbrándose a obtener todo de manera rápida, descuidando primordialmente el propósito de su dedicación al estudio, motivo por el cual, en un segundo momento se abordará el tema de la motivación, en un enfoque direccionado a determinar, cómo las tecnologías de la información y comunicación, y muy específicamente, como los videojuegos despiertan una motivación, que los hace más aprensivos en un proceso lúdico, dentro de un entorno educativo.

### **4.1. Primeros estudios sobre la motivación**

Según estudios sobre la motivación humana del Dr. David C McClellan en 1956 (McClelland, 1956), muestra que la motivación se inicia, se mantiene, dirige e interrumpe

en el ser humano, la cual está señalada por el propósito consiente de cada individuo, lo cual lo lleva a motivarlo a determinar sus acciones y elecciones. McClellan establece tres necesidades del ser humano las cuales son: Logros poder y afiliación

Otro autor de la motivación es Maslow en 1954 (Naranjo Pereira, 2009.), considero la teoría de la motivación, la cual trata de explicar la conducta humana jerarquizando sus necesidades, las cuales son: fisiológicas, seguridad, sociales-aceptación, estima y autorrealización, estas a medida que se satisface en lo sustancial, en un nivel de necesidades, este deja de ser motivante, siendo el siguiente nivel el que se vuelve importante en el individuo.

Harold Koontz (Koontz, 2012), muestra otros autores adicionalmente, que hablan sobre las teorías de motivación, entre ellas presenta a la teoría ERC (existencia, relación y crecimiento) de Alderfer; que identifica tres grupos de necesidades primarias (existencia, relaciones y crecimiento), el cual a diferencia de Maslow, establece que no es una progresión rígida y sucesiva, por la diferencia entre individuos y culturas que influyen en esta, otro planteamiento es el de los dos factores de Herzberg, el cual lleva al ser humano a autoevaluarse, dependiendo de las situaciones acerca de su desempeño, mostrando dos factores: motivación y de higiene, en las cuales la motivación comprende logros, reconocimientos, etc. y en higiene; salarios, políticas, etc. Donde los factores de motivación y su influencia en el individuo permiten lograr cualquier insatisfacción, también se ve los postulados de Douglas McGregor, quien propone su teoría XY sobre la motivación, donde la teoría X, es un postulado negativo, donde afirma la resistencia del trabajador a desempeñar sus funciones, y la teoría Y, que es un postulado que afirma que los trabajadores en la medida que se elimine los obstáculos para que se desempeñe eficientemente, esto lo harán, que en resumen se conjugan de manera tal que, por un lado se debe aplicar presión (X), y por el otro se debe establecer condiciones de desempeño (Y)

Como es de entender, el tema de la motivación ha sido abordado por los autores, más con un propósito de buscar el elemento motivante; de los trabajadores en un entorno productivo. Es destacable el hecho de que la mayoría de los autores, identifican el deseo de pertenencia aun grupo social, como una necesidad humana que desencadena la motivación; por un propósito individual enmarcado en las actividades laborales que desarrolla.

#### **4.2. La motivación en la educación y la tecnología informática**

Existen diversos tipos de motivación (Alemán, 2018), se destacan la intrínseca y la extrínseca, la cual hace que el individuo preste más esfuerzo por lograr la meta, emplear estrategias de aprendizaje profundas, para un aprendizaje efectivo, por lo que en el proceso de enseñanza-aprendizaje, se debe intervenir en las estrategias de aprendizaje que favorezcan el aprendizaje cognitivo y la motivación por aprender.

Mg Valencia (Valencia, 2019) menciona algunos beneficios que ofrecen las TIC. algunos beneficios como, a) motivación e interés (la motivación va si la materia es atractiva), b) rapidez e inmediatez (cantidad de recursos), c) interactividad y comunicación, d) cooperación y colaboración, e) aprendizaje en feedback, f) iniciativa y creatividad, g) autonomía y flexibilidad, todo ello fomenta el aprendizaje significativo.

(Monsalve, 2015) muestran un análisis de entrevistas acerca de Las TIC, como instrumento para la mejora de dichos procesos, en el diseño e implantación de nuevos planes de aula;

que cumplan con las exigencias que demandan la formación del estudiante, donde sus resultados sobre el: uso de las computadoras desde el nivel de agrado y fundamentos teóricos, basado en entrevistas.

Indicador	Resultados	Fundamentos teóricos
Nivel de agrado	Con la utilización de la computadora como apoyo en las clases, se logra mantener el interés de los educandos por las temáticas además del desarrollo de las actividades con más entusiasmo y creatividad. Esto se pudo justificar en la observación donde se apreció la motivación hacia las temáticas, el interés en el desarrollo de las actividades y una mejor disciplina.	Díaz y Hernández (2006), señalan que el docente juega un papel fundamental, es quien crea situaciones o ambientes de aprendizaje en donde debe involucrar a sus alumnos para que fluya un lenguaje de interacción permanente y el aprendizaje significativo.
Nivel de conocimiento	Los hallazgos reportaron que la integración de la computadora en su que hacer pedagógico, propicia un mejor nivel de conocimiento, puesto que los ambientes de aprendizaje son más prácticos e innovadores. Los estudiantes que realizan las actividades, son creativos y trabajan colaborativamente.	Coll (1999) señala que la escuela debe formar alumnos que aprendan y desarrollen el conocimiento como proceso constructivo, donde los sujetos poseen ideas previas a partir de las cuales inician la construcción de nuevos conocimientos.
Construcción de conocimiento	Dentro de las actividades propuestas, se percibió en los estudiantes el desarrollo del pensamiento lógico matemático y habilidades comunicativas	(Monsalve, 2015), La integración de la computadora como apoyo en su práctica pedagógica propicia en los estudiantes la construcción de conocimiento de manera creativa, innovadora y participativa

Tabla 3 – Indicadores a priori, resultados y los fundamentos del uso de computadora

(Fombona, 2020) explican que Las TIC móviles impactan especialmente en los niños y niñas, por convertirse en un recurso universal de información, acciones, contenidos, metodologías y soportes de construcción de conocimiento, de alta creatividad, diversidad, ubicuidad, inmediatez e interactividad. También se observaron nuevos problemas de superficialidad, dependencia y sobre-dinamismo, donde la mayoría de las aplicaciones se desvían de la estructura clásica de una unidad didáctica, y sólo en algunos desarrollos consolidados se observan todas las fases de un proceso formativo: objetivos definidos, actividades consecuentes y procedimientos de evaluación. Este conjunto de multi-herramientas están impulsadas por técnicas de marketing, lograr captar atención de los usuarios y que usen o consuman productos y servicios.

## 5. Conclusiones

La gamificación y la geolocalización, al margen de ser tecnologías que están evolucionando exponencialmente, son elementos que se pueden implementar de una forma muy natural en la construcción de software educativo, mismos que al ser accedidos desde un ordenador o dispositivo móvil, de forma localizada, en un espacio virtual, o en una conjunción de ambos, es natural su carácter motivador sobre los estudiantes, dependerá

de la temática, extensión y propósito de las aplicaciones, para que se determine el uso, utilidad y obsolescencia del mismo.

Las frases trilladas sobre la existencia de los analfabetos de nuestra actualidad, hacen referencia a quienes no obtienen, usan y consumen productos informáticos; en el quehacer de sus actividades cotidianas, se ha llegado a esta concepción, debido a que en algún momento la tecnología informática fue subvaluada; por quienes en el paradigma imperante, han sostenido viejas prácticas y modelos de éxito coyunturales y contemporáneos, en ese entonces, tal es así que; que hoy en día las tecnologías informáticas basadas en gamificación y geolocalización no son empleadas en su potencialidad real y proyectada, lo cual nos permitiría afirmar que; en un futuro próximo, esta tecnología será imperante, ya se escucha bastante de la gamificación en los procesos educativos de enseñanza aprendizaje, sin embargo su aplicación masiva y predominante, aún no se da, en el caso de la geolocalización, esta no es muy difundida, además que aún no existen productos que exploten sus beneficios de una forma clara y por sobre todo práctica y diversa, sin embargo, es una tecnología que proporciona mucha información periférica, la misma que permite clasificar la información incluyendo nuevas variables, todo ello se advierte como futuro factor determinante en los procesos educativos, donde el profesor determina, adopta, programa y designa recursos y medios, mismos que primaran en la práctica docente, y tanto la gamificación como la geolocalización, constituirán un factor de valoración de la obsolescencia profesional docente.

Un punto sobre el cual vale la pena reflexionar, es la concepción del estudiante como un trabajador, naturalmente este es un menor de edad, adolescente o joven, quien no tiene un desempeño productivo en el sector empresarial, sin embargo este consume recursos, lo cual lo convierte en un centro de costo, por ende; emplear el enfoque empresarial sobre la motivación de los trabajadores, aplicado al estudiante, puede significar un antes y un después, debido a que en el sector empresarial, se ha tenido mucho éxito en tratar este concepto motivacional sobre los trabajadores, por ello si consideramos al estudiante; como un trabajador de la búsqueda, producción y adopción del conocimiento, en un proceso productivo llamado educación, podría emplearse muchas técnicas ya probadas en el ámbito empresarial, para lograr mejores rendimientos en los estudiantes.

## 6. Agradecimientos

Agradecemos de manera especial al Vicerrectorado de Investigación de la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, quien ha financiado el proyecto denominado “Mecanismo de evaluación de operaciones matemáticas de respuesta única empleando juegos geolocalizados”, con número de contrato IBA-23-2021-UNSA, donde se elaboró el presente artículo

## Referencias

Alemán Marichal, B. N. (2018). La motivación en el contexto del proceso enseñanza-aprendizaje en carreras de las Ciencias Médicas. *Revista Médica Electrónica*, 40(4), 1257-1270. Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1684-18242018000400032&lng=es&tlng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1684-18242018000400032&lng=es&tlng=es)

- Almeida Campos, S., & Febles Rodríguez, J. P. (1997). Evolución de la enseñanza asistida por computadoras. *Educación Médica Superior*, 1(1), 31-38. Último acceso: 2021-09-12, disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=So864-21411997000100005&lng=es&tlng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=So864-21411997000100005&lng=es&tlng=es).
- Antichán, M., Morán, J., & Núñez, S. (2009). Sistema De Posicionamiento Global Aplicado Al Tráfico Inteligente Paraorganismos De Emergencia. *Télématique- Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal*, 8(2), 15. ISSN: 1856-4194
- Argilés, F. T. (2015). *Gamificación: Motivar jugando*. Barcelona: UOC Oberta Publishing . ISBN 978-84-9064-876-6
- Arsgames, E. C. (2010). Del juego simbólico al videojuego: la evolución de los espacios de producción simbólica. *Revista de Estudios de Juventud*, I (98), 186. doi:IISSN:0211-4364
- Bejarano, P. C., & Vacca Castro, C. A. (2017). Revisión sistemática para integración de datos en geolocalización. Tesis. Bogota, Colombia. último acceso: 2021-09-12, disponible en: <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/14534/1/Trabajo%20de%20grado%20-%20Revisi%C3%B3n%20sistem%C3%A1tica%20para%20integraci%C3%B3n%20de%20datos%20en%20geolocalizaci%C3%B3n.pdf>
- Biel Alejaldre, L. & María, G. J. (2012). Gamificar: El Uso De Los Elementos Del Juego En La Enseñanza De Español. Mahidol University International College y Sichuan International Studies University, College of. Obtenido de <https://docplayer.es/49078237-Gamificar-el-uso-de-los-elementos-del-juego-en-la-en-senanza-de-espanol.html>
- Carracedo, J.P. & Martínez Méndez, C.L. (2012), *Realidad Aumentada: Una Alternativa Metodológica en la Educación Primaria Nicaragüense*, IEEE-RITA Vol. 7, Núm. 2, May. 2012, <http://rita.det.uvigo.es/201205/uploads/IEEE-RITA.2012.V7.N2.A9.pdf>
- Coll, César (1999), Algunos desafíos de la educación básica en el umbral del nuevo milenio. *Perfiles Educativos*, núm. 84, enero-juni, 1999, Instituto de Investigaciones sobre la Universidad y la Educación, Distrito Federal, México, disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/132/13208402.pdf>
- Crisol-Moya, Emilio; Herrera-Nieves, Liliana & Montes-Soldado, Rosana (2020), Educación virtual para todos: una revisión sistemática, *Education in the Knowledge Society*, Vol. 21 (2020), Artículos, Páginas 13, DOI: <https://doi.org/10.14201/eks.23448>
- De Puy, Mónica & Ramfis, Miguelena (2017), Importancia de la Gamificación en la Educación Aplicado en Entornos de la Investigación, 15 th LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education, and Technology: “Global Partnerships for Development and Engineering Education”, 19-21 July 2017, Boca Raton Fl, United States. Disponible en [http://www.laccei.org/LACCEI2017-BocaRaton/student\\_Papers/SP282.pdf](http://www.laccei.org/LACCEI2017-BocaRaton/student_Papers/SP282.pdf)



- Díaz, F. y Hernández, G. (2003). Cognición situada y estrategias para el aprendizaje significativo. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 5 (2).
- Edel Navarro, R. & Guerra Ortégón, C.E. (2010), Recursos didácticos para la educación a distancia: hacia la contribución de la realidad aumentada, *Ide@s CONCYTEG* 5(61): Julio, 2010
- Eduloc (2021), Biblioteca de escenarios, último acceso: 2021-09-12, disponible en:” <http://www.eduloc.net/es/escenari/lista>
- Fombona Cadavieco, Javier; Pascual Sevillano, Maria Angeles; Sevillano, Maria Luisa (2020), Construcción del conocimiento en los niños basado en dispositivos móviles y estrategias audiovisuales. *Educação & Sociedade* [online]. 2020, v. 41, e216616. Disponible en: <https://doi.org/10.1590/ES.216616>, Epub 0 o 2020. ISSN 1678-4626.
- Geoguessr (2021), último acceso: 2021-09-12, disponible en: <https://www.geoguessr.com/>
- Koontz, Harold; Weihrich, Heinz & Cannice, Mark (2012), *Administración: Una perspectiva global y empresarial*. 13ed, Mc Graw Hill , ISBN: 978-607-15-0759-4
- Mcclelland, D. C. (1956). Estudio de la motivacion humana. EEUU: Narcea. Ultimo acceso: 2021-09-12, disponible en: <https://psicuagtab.files.wordpress.com/2012/06/mcclelland-david-estudio-de-la-motivacion-humana.pdf>
- Monsalve Castro, Nancy Yamile (2015), La inclusión de la computadora en el aula por docentes de quinto grado para propiciar el aprendizaje significativo en los estudiantes. (R. e. 79, Ed.) *Revista Escuela de Administración de Negocios*, 50-63. doi:ISSN: 0120-8160
- Naranjo Pereira, María Luisa (2009), Motivación: perspectivas teóricas y algunas consideraciones de su importancia en el ámbito educativo, *Educación*, vol. 33, núm. 2, 2009, pp. 153-170, Universidad de Costa Rica, San Pedro, Montes de Oca, Costa Rica, disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/440/44012058010.pdf>
- Pech, Silvia J.; Guillermo, Cecilia & Domínguez, Luciano (2012). Las dimensiones pedagógicas de los procesos de enseñanza y aprendizaje interactivos empleados en los sistemas de teleaprendizaje o e-learning. facultad de educación, doi:DOI:10.13140/2.1.1065.8881. disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/269465098\\_LAS\\_DIMENSIONES\\_PEDAGOGICAS\\_DE\\_LOS\\_PROCESOS\\_DE\\_ENSEANZA\\_Y\\_APRENDIZAJE\\_INTERACTIVOS\\_EMPLEADOS\\_EN\\_LOS\\_SISTEMAS\\_DE\\_TELEAPRENDIZAJE\\_O\\_E-LEARNIN?channel=doi&linkId=548ca90b0cf225bf66a29afb&showFulltext=true](https://www.researchgate.net/publication/269465098_LAS_DIMENSIONES_PEDAGOGICAS_DE_LOS_PROCESOS_DE_ENSEANZA_Y_APRENDIZAJE_INTERACTIVOS_EMPLEADOS_EN_LOS_SISTEMAS_DE_TELEAPRENDIZAJE_O_E-LEARNIN?channel=doi&linkId=548ca90b0cf225bf66a29afb&showFulltext=true)
- Pinto, M., & Gómez-Camarero, C. (2011). Propuesta de criterios e indicadores internacionales para la evaluación de los recursos educativos electrónicos. n. 5, *Ibersid*, pp. 81-87, 2011. Ultimo acceso: 2021-09-12



- Pinto, M., Gomez-Camarero, C., & Fernández-Ramos, A. (2012). Los recursos educativos electrónicos: perspectivas y herramientas de evaluación. *Perspectivas en Ciência da Informação*, 17(3). Último acceso: 2021-09-12, disponible en: <https://www.scielo.br/j/pci/a/JjsTQZKdfjrpBcc4YDkqbQv/?format=pdf&lang=es>
- Portillo, M. P. (2014). Algoritmo para geolocalización de dispositivos móviles a partir de emisores de WIFI. (e. C. Red de Revistas Científicas de América Latina, Ed.) *Enlace: Revista Venezolana de Información*, 13. doi:ISSN: 1690-7515, Depósito legal pp 200402ZU1624
- RAE. (s.f.). Diccionario de la lengua española. observatorio de palabras. último acceso: 2021-09-12, disponible en: <https://www.rae.es/observatorio-de-palabras/ludificacion>
- Rieber, L. P. (1996). *Seriously Considering Play: Designing Interactive Learning Environments Based on the Blending of Microworlds, Simulations, and Games*. *Educational Technology Research and Development*. último acceso: 2021-09-12, disponible en: <https://www.learntechlib.org/p/79845/>
- Robin Hunicke, M. L. (2004). MDA: un enfoque formal al diseño y la investigación de juegos. Lecture at Game Developers Conference Game Tuning Workshop,. Último acceso: 2021-09-12, de “AI Babysitter Elective”. disponible en: [http://fba.unlp.edu.ar/lenguajemm/?wpfb\\_dl=103](http://fba.unlp.edu.ar/lenguajemm/?wpfb_dl=103)
- Valencia, A. J. (2019). *Campus Educación - Revista de Difusión Científica del Sector Educativo*(16-E). doi:ISSNe 2445-365X - D.P. AB 199-2016 | © 2018
- Zichermann & Cunningham. (2011). *Gamification by Design Implementing Game Mechanics in Web and Mobile Apps*. Mary Treseler. doi:10.7203/qfa.4.1.9461

# Metodologia para o mapeamento de processos sob a perspectiva da Gestão do Conhecimento: Estudo de caso do PMI-SC

Tácito Almeida de Lucca<sup>1</sup>, Julio Ríos-Zaruma<sup>2</sup>, Gregorio Varvakis<sup>1</sup>

tacitodelucca@gmail.com; julioalbertorios7@gmail.com; g.varvakis@ufsc.br

<sup>1</sup> Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento, Universidade Federal de Santa Catarina, 88040-900, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil

<sup>2</sup> Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento, Universidade Federal de Santa Catarina/Universidad Técnica Particular de Loja, 88040-900, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil

Pages: 339-351

**Resumo:** Muitas organizações carecem quanto a definição e padronização de seus processos, tornando a execução das atividades do negócio mais morosa e onerosa. Além disso, as propostas para o mapeamento de processos em geral dão ênfase a execução técnica do processo, deixando de lado a gestão do conhecimento. O objetivo do estudo foi propor uma metodologia para o mapeamento de processos de negócio sob a perspectiva da gestão do conhecimento. A metodologia de natureza qualitativa consistiu na realização de pesquisa bibliográfica, análise documental e estudo de caso. Quanto ao processo de gestão do conhecimento, considerou-se o modelo da APO (2020) que contempla cinco etapas: identificar, criar, armazenar, compartilhar e aplicar o conhecimento. O estudo trouxe como resultado uma proposta de mapeamento de processos de negócio sob a ótica da gestão do conhecimento, permitindo o estabelecimento das principais práticas em cada uma das fases do processo de gestão do conhecimento na instituição.

**Palavras-chave:** Mapeamento de processos de negócio. Gestão do conhecimento. Metodologia.

## *Methodology for process mapping from the perspective of Knowledge Management: PMI-SC case study*

**Abstract:** Many organizations lack the definition and standardization of their processes, making the execution of business activities more time consuming and costly. In addition, the proposals for the mapping of processes in general emphasize the technical execution of the process, leaving aside the knowledge management in the process. The aim of the study was to propose a methodology for mapping business processes from the perspective of knowledge management. The qualitative methodology consisted of conducting bibliographic research, document analysis and case study. As for the knowledge management process, the APO model (2020) was considered, which includes five stages: identifying, creating, storing, sharing and applying knowledge. The study resulted in a proposal for mapping

business processes from the perspective of knowledge management, allowing the establishment of the main practices in each of the phases of the knowledge management process in the institution.

**Keywords:** Business process mapping. Knowledge management. Methodology.

## 1. Introdução

Muitas organizações carecem quanto a definição e padronização de seus processos, tornando a execução das atividades do negócio mais morosa e onerosa. A ausência de processos padronizados implica em outras consequências como dificuldade na transmissão de informações e conhecimento entre membros da mesma equipe ou novos membros, demora na tomada de decisão, memória organizacional indisponível para consulta e utilização. As propostas para o mapeamento de processos em geral dão ênfase a execução técnica do processo, deixando de lado uma questão muito importante, a gestão do conhecimento no processo.

O objetivo do estudo foi propor uma metodologia para o mapeamento de processos de negócio sob a perspectiva da gestão do conhecimento. Logo, este trabalho pretende responder a seguinte questão de pesquisa “Como realizar o mapeamento de processos de negócio de uma organização considerando as características e particularidades do conhecimento, bem como as atividades do processo de gestão do conhecimento?”.

O artigo é dividido em quatro seções: revisão de literatura, procedimentos metodológicos, estudo de caso, e considerações finais. Na primeira seção são apresentados conceitos e elementos importantes do mapeamento de processos de negócio e da gestão do conhecimento. Na parte subsequente é retratada a metodologia empregada no estudo. Na penúltima seção são divulgados e analisados os resultados, propondo ao final a metodologia para o mapeamento de processos de negócio sob a ótica da gestão do conhecimento. Para concluir o artigo, contudo não o objeto em questão, são realizadas considerações finais e indicados possíveis desdobramentos da pesquisa.

## 2. Revisão da literatura

Nesta seção apresenta-se a fundamentação teórica que deu subsídio para a construção do estudo contemplando os elementos de gestão de processos, gestão do conhecimento e mapeamento de processos.

### 2.1. Gestão de processos e mapeamento de processos

De acordo com a ISO 9000 (2015), um processo é definido como um “conjunto de atividades mutualmente relacionadas que usam entradas para fornecer um resultado esperado”. O mapeamento de processos é uma ferramenta que busca aprimorar os processos existentes e implementar uma nova estrutura para seus processos. Além disso, permite melhorar a compreensão dos processos atuais e simplificar aqueles que requerem mudanças (HUNT, 1996).

A modelagem de processos de negócios está relacionada a uma representação formal e abstrata dos modelos de negócios, orientada para a descrição das propriedades e características dos processos. Segundo o autor Kalpic e Bernus (2006), duas categorias

de modelos de processos de negócios são propostas: modelos de atividades e modelos de comportamento. O primeiro enfoca a funcionalidade, atividades e operações realizadas, enquanto o segundo enfoca as regras e sequências de quais atividades devem ser executadas. Existem diversas metodologias e técnicas de gerenciamento de processos, dentre as quais, algumas são apresentadas a seguir.

Harrington (1997) descreve uma metodologia de processo de melhoria em organizações em seis estágios: organização, documentação, análise, design, implementação e gerenciamento. De Sousa et al. (2015) propõem uma metodologia de mapeamento de processos de negócios utilizada no Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão - MPOG do Brasil composta por quatro etapas: pré-mapeamento, mapeamento, execução e validação

Uma das técnicas de mapeamento de processos é o benchmarking, que é definido como um processo de medição contínua e sistemática, no qual os processos de negócios de uma organização são comparados com os líderes do setor em qualquer parte do mundo para obter informações para melhorar o desempenho da organização (LEMA & PRICE, 1995). Um grande número de organizações utiliza essa técnica nos Estados Unidos, prática que também tem continuidade nas organizações brasileiras, entre as de pequeno e médio porte (CARPINETTI; DE MELO; 2002).

Um dos desafios das metodologias de mapeamento de processos é que elas não consideram o conhecimento do processo, o artigo de Seethamraju e Marjanovic (2009) apresenta um paradigma interessante para focar a gestão do conhecimento na iniciativa de melhoria. Isso é feito por meio de processos de aquisição, criação, co-criação, transferência e aplicação de conhecimento explícito e conhecimento experiencial. A abordagem tradicional enfoca a modelagem de processos e a modelagem de técnicas de melhoria.

## **2.2. Gestão do conhecimento**

Conhecimento é a combinação de dados e informações que são combinados com a opinião de especialistas, habilidades e experiência (DAVENPORT & PRUSAK, 1998). Lank (1997) entende que o conhecimento é o maior ativo para a criação de valor nas organizações. Alavi e Leidner (2001) apontam que o conhecimento é uma informação encontrada na mente dos indivíduos, porém uma informação personalizada.

Já a gestão do conhecimento (GC) pode ser entendida como uma estratégia de criação e um processo de fluxo de conhecimento relevante através da organização com o objetivo de criar valor para o cliente (BENDER & FISH, 2000). A Asian Productivity Organization (APO) (2020), considera que GC é uma abordagem integrada para criar, compartilhar e aplicar conhecimento para melhorar a produtividade, lucratividade e crescimento organizacional. GC envolve funções interdependentes como: criação, avaliação, mapeamento, indexação, transporte, armazenamento, distribuição e compartilhamento de conhecimento.

Dentro dos referenciais da literatura, diferentes modelos são observados para a gestão do conhecimento e suas atividades. Nonaka e Takeuchi, (1995) estabelecem quatro tipos de processos: internalização, externalização, combinação e socialização. Esses quatro processos descrevem o processo de conversão do conhecimento explícito e

tácito. Já Davenport e Prusak, (1998) descrevem quatro tipos de processos: criação de conhecimento, codificação, armazenamento e aplicação. Alavi e Leidner (2001) determinam que a abordagem da GC se encontra em fluxos de conhecimento e em três processos: criar, compartilhar e distribuir conhecimento. Darroch (2003) propõe três construtos para a GC: aquisição de conhecimento, disseminação de conhecimento e sensibilidade (responsividade) ao conhecimento. A APO (2020) estabelece cinco etapas do processo de GC: identificar, criar, armazenar, compartilhar e aplicar o conhecimento.

### **2.3. Integração entre gestão de processos e gestão do conhecimento**

O papel da gestão de processos na gestão do conhecimento é estabelecido em três elementos: os processos de negócios encontrados no repositório de processos da organização passam a fazer parte do capital intelectual; os processos de conhecimento da organização devem fazer parte do repositório da organização; o repositório de processos de negócios pode ser usado para a criação, compartilhamento e distribuição de conhecimento (BOSILJ-VUKŠIÜ, 2006)

A gestão de processos contribui para a gestão do conhecimento por meio de sistemas, tecnologias e ferramentas que permitem que o conhecimento seja adquirido, armazenado e compartilhado (MASSINGHAM & AL HOLAIIBI, 2017). Linderman, Schroeder e Sanders (2010) identificaram fatores de um sistema de gestão da qualidade que levam à criação de conhecimento, a liderança estabelece um desenho organizacional para a infraestrutura de melhoria, a interação entre o suporte técnico e social permite a implementação de técnicas de melhoria de processos, e essas técnicas ao mesmo tempo que criam rotinas organizacionais, alcançam a criação de conhecimento.

Segundo Kalpic e Bernus, (2006) diferentes ferramentas podem ser utilizadas de acordo com o tipo de conhecimento. O conhecimento pode ser tácito ou explícito, o tácito é desenvolvido através da experiência dos donos do conhecimento e é muito difícil de ser comunicado ou compartilhado, podendo ser transferido por meio de demonstrações, storytelling e apresentações informais. O conhecimento explícito está inserido nos documentos, repositórios, rotinas, processos, práticas e normas da organização, pode ser transmitido por meio de apresentações formais e descrições textuais como documentos procedimentais ou modelos de negócios da empresa.

Na pesquisa de Bosilj-Vukšič (2006) relacionada ao setor bancário croata, foi identificado que o principal objetivo das organizações é o desenvolvimento de um repositório de processos de negócios abrangente, onde são utilizados modelos de processos com atributos focados em análise, medição e melhoria. O repositório de processos de negócios oferece a base para o desenvolvimento de projetos de GC com a utilização do conhecimento organizacional existente neste repositório. Considerando o conhecimento organizacional existente, um sistema de GC deve ser desenvolvido para que permita aos funcionários adquirir, recuperar, distribuir e transferir o conhecimento organizacional.

## **3. Procedimentos Metodológicos**

Inicialmente foi feita pesquisa bibliográfica, cujo objetivo consistiu em recolher as informações prévias acerca do tema de pesquisa. A pesquisa proporcionou um maior entendimento em relação aos temas de mapeamento de processos de negócio e gestão

do conhecimento. Como fonte de dados, realizou-se também uma pesquisa documental, segundo Marconi e Lakatos (2010), utilizando-se de documentos disponibilizados pela instituição referentes a organização institucional e informações acerca de processos.

O método utilizado como norteador da pesquisa foi o estudo de caso. Yin (2001) define o estudo de caso como uma investigação empírica de um fenômeno contemporâneo em um contexto da vida real, especialmente quando os limites entre o fenômeno e o contexto não estão claramente definidos. Para levantamento de processos realizados por outros capítulos do PMI para fins de referencial ao estudo foi utilizada a técnica de benchmarking. Para Camp (1989), benchmarking é a busca das melhores práticas do mercado que levem a um desempenho excepcional por meio da implementação dessas melhores práticas. Para identificar os processos em cada diretoria do PMI-SC, optou-se pela realização de entrevistas semiestruturadas com os diretores, tomando como referencial os processos já mapeados e os processos levantados pelo benchmarking.

Quanto ao processo de gestão do conhecimento, buscou-se entre os modelos de GC disponíveis na literatura um modelo que não fosse apenas descritivo, mas também prescritivo e que contemplasse as principais etapas do processo de GC, que considerasse os processos de negócio em sua implantação, que fosse aplicável em organizações dos três setores e que considerasse o cenário atual da transformação digital. Diante dos critérios estabelecidos, o modelo proposto foi o da APO (2020).

A primeira etapa do modelo visa identificar o conhecimento crítico que é importante capturar e/ou desenvolver. A segunda etapa tem como finalidade executar as melhores práticas e processos e usar as melhores ferramentas para criar novos conhecimentos. A etapa de armazenamento tem como objetivo usar as melhores ferramentas e ambientes para armazenar o conhecimento de forma eficaz. Na quarta etapa, de compartilhamento, ocorre o uso das melhores práticas, processos, ferramentas e técnicas para transferir e amplificar o conhecimento. A última etapa, tem como finalidade usar as melhores maneiras de acessar o conhecimento e usá-lo de forma eficaz para alcançar os resultados esperados.

## **4. Estudo de caso**

### **4.1. Objeto de Estudo**

O Project Management Institute - Santa Catarina (PMI-SC), com sede atual em Florianópolis desde 2012, foi fundado em 2002 em Joinville por 30 voluntários e consiste numa associação sem fins lucrativos voltada ao gerenciamento de projetos. O capítulo de Santa Catarina do Project Management Institute (PMI) é o responsável pela divulgação e trabalhos relacionados ao PMI no estado. O PMI-SC conta atualmente com 114 associados e 42 voluntários.

O PMI é a principal associação mundial sem fins lucrativos em gerenciamento de projetos e foi fundado por cinco voluntários, em 1969, na cidade da Filadélfia, Pensilvânia, EUA. Atualmente, a instituição conta com mais de 700 mil associados em 185 países, que praticam e estudam gerenciamento de projetos nas mais diversas áreas como aeroespacial, automobilística, administração, construção, engenharia, serviços financeiros, tecnologia da informação, farmacêutica e telecomunicações.

Os capítulos ou chapters contribuem na missão e nos objetivos do PMI, promovendo o profissionalismo no gerenciamento de projetos nos negócios, universidades e organizações profissionais locais. Este profissionalismo é acentuado através das atividades, reuniões e outros programas educacionais do Chapter, idealizados para fortalecer o conhecimento, a ciência e a compreensão dos princípios, ferramentas e técnicas do gerenciamento de projetos.

O primeiro Chapter a se estabelecer no Brasil foi o de São Paulo, em 1998. Hoje, além do deste, estão estabelecidos os seguintes Chapters brasileiros: Amazonia, Bahia, Ceará, Distrito Federal, Espírito Santo, Goiás, Minas Gerais, Paraíba, Paraná, Pernambuco, Rio de Janeiro, Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Sergipe. Logo, o PMI está presente em 14 estados e no Distrito Federal.

Para ser um associado, basta se interessar por gerenciamento de projetos, não há pré-requisitos, como certificações ou formação na área. O PMI é uma instituição que pode ajudar e ser ajudado por todos, desde os mais inexperientes e sem contato nenhum com área de gerenciamento de projetos, até os mais experientes profissionais do mercado. Quando um profissional se torna um associado do PMI, ele pode filiar-se a um Chapter, que o colocará em contato com profissionais de sua região que trabalham no campo do gerenciamento de projetos.

Outra maneira de envolver-se com o PMI é prestando trabalho voluntário nos processos internos das diretorias de cada capítulo a fim de manter a instituição em funcionamento e possibilitar a entrega de valor aos seus associados, voluntários e toda a comunidade de gerenciamento de projetos. O trabalho voluntário no PMI possibilita diversos benefícios, como networking, troca de experiências, desenvolvimento de novas competências e inclusive novas oportunidades de trabalho.

#### **4.2. Dados Coletados**

Em Julho de 2020 foram consultados os ativos de processos organizacionais do PMI-SC a fim de identificar as diretorias existentes, suas funções e processos já identificados ou mesmo mapeados. De acordo com o PMI (2017), ativos de processos organizacionais são os planos, processos, políticas, procedimentos e bases de conhecimento específicos da organização e por ela usados e podem ser agrupados em duas categorias: processos, políticas e procedimentos; e bases de conhecimento organizacionais. No PMI-SC foram identificados e verificados no repositório da Instituição no Google Drive® o Estatuto do PMI-SC, ATA da Assembleia Geral Ordinária de 2020 e oito processos mapeados.

Nesta etapa constatou-se a formação do capítulo por nove diretorias em operação: Presidência e Vice-Presidência, Diretoria de Governança e PMO, Diretoria Administrativa Financeira, Diretoria de Marketing e Comunicação, Diretoria de Filiação, Diretoria de Voluntariado, Diretoria de Desenvolvimento Profissional, Diretoria de Educação e Diretoria de Parcerias. O organograma da entidade é apresentado na Figura 1.

A Diretoria Administrativa e Financeira tem como atribuições a gestão financeira e contábil da entidade. A Diretoria de Comunicação, Marketing e Publicidade tem como função promover a divulgação interna e externa dos eventos e ações nas mídias sociais. A Diretoria de Filiação tem como objetivo prospectar e reter associados. A Diretoria de Voluntariado tem como atribuição recrutar, selecionar e prestar todo apoio ao



voluntário. A Diretoria de Desenvolvimento Profissional visa a capacitação técnica em gestão de projetos dos associados e voluntários. A Diretoria de Educação busca o apoio acadêmico a instituições de ensino e estudantes. A Diretoria de Parcerias tem a finalidade de prospectar patrocinadores para os eventos e mantenedores para a instituição. A Diretoria de Governança e PMO é responsável pelo portfólio de projetos e zelo da metodologia de gestão de projetos do PMI-SC. A Presidência e Vice-presidência são responsáveis pelo mantimento das políticas internas, planejamento estratégico e apoio às diretorias.

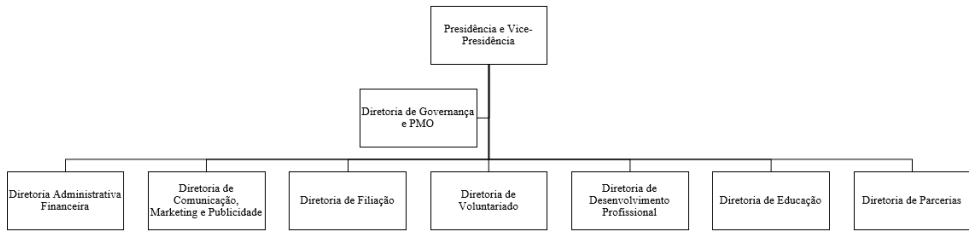


Figura 1 – Organograma do PMI-SC.  
Fonte: Autores (2021).

Os oito processos já mapeados identificados foram: eventos; financeiro de eventos; contas a pagar; comunicação; aquisição de novos parceiros; parcerias; captação de voluntários; recrutamento e seleção de voluntários. Estes processos variaram quanto ao nível de detalhamento e padrão. Além disso, os processos apresentaram datas de registros antigas, indicando que não foram atualizados nos últimos anos.

Após o levantamento de informações internas, foi realizado um benchmarking com os capítulos da região sul, PMI-PR e PMI-RS, por intermédio de reuniões com os profissionais encarregados pela atualização dos processos nos respectivos chapters. Na ocasião, foram recebidos os books de processos dos dois capítulos contendo desenho e instrução de trabalho, sendo o do PMI-PR com 29 processos e o do PMI-RS com 9 processos.

Após o levantamento interno e externo, os processos foram compilados em uma planilha eletrônica para servir como referencial para o mapeamento dos processos do PMI-SC. De posse dessa lista, foram realizadas entrevistas com todos os oito diretores, o vice-presidente e a presidente. O objetivo da entrevista foi identificar os processos de cada diretoria, aqueles em operação, bem como outros necessários para implantação, definir os essenciais para a existência da diretoria e a prioridade de mapeamento. Foram identificados e priorizados nesta etapa 42 processos.

A lista contendo os 42 processos foi então enviada aos diretores para a avaliação e validação dos processos identificados nas demais diretorias. Neste feedback alguns processos foram remanejados para outras diretorias, outros excluídos, unidos e acrescentados, resultando em um somatório final de 46 processos. Estes processos foram então repriorizados pela Diretoria de Governança e PMO ao qual o projeto de mapeamento de processos estava sob tutela, gerando assim o backlog para início do mapeamento.

Antes de iniciar o mapeamento dos processos, foi estabelecido com a equipe do projeto de mapeamento de processos o modus operandi, a fim de padronizar as atividades de mapeamento, bem como garantir que as atividades de criação, armazenamento, compartilhamento e utilização do processo de gestão do conhecimento fossem observadas e consideradas para a efetiva gestão do conhecimento no processo. O desenho do processo de mapeamento de processos pode ser observado na Figura 2.

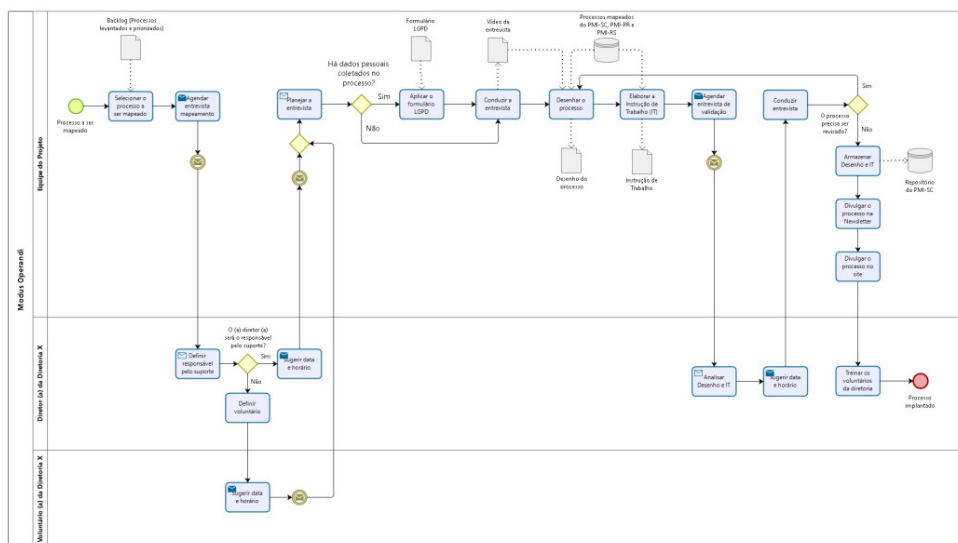


Figura 2 – Modus operandi do mapeamento de processos.  
 Fonte: Autores (2020).

### 4.3. Resultados Obtidos

Sob a perspectiva da gestão do conhecimento e o processo de conhecimento da APO (2020) que contempla as atividades de identificar, criar, armazenar, compartilhar e aplicar o conhecimento, a partir dos dados coletados foi possível identificar as principais práticas presentes em cada uma das atividades do processo de GC (Tabela 1).

Identificar	Criar	Armazenar	Compartilhar	Aplicar
Processos já mapeados no PMI-SC	Entrevistas	Repositório do PMI-SC	Site do PMI-SC	Execução dos processos (Voluntários)
Benchmarking (outros capítulos do PMI)	Desenho do processo	Site do PMI-SC	Newsletter	Uso como referência (Associados)
Identificação dos processos	Instrução de trabalho	E-mail	Vídeo tutorial	Uso como referência (Comunidade de GP)

Identificar	Criar	Armazenar	Compartilhar	Aplicar
	Book de processos		Treinamento	Uso como referência (Outros capítulos do PMI)

Fonte: Autores (2021).

Tabela 1 – Principais práticas de GC no mapeamento de processos.

#### 4.4. Análise dos Resultados

Diante dos dados coletados e resultados obtidos quanto as principais práticas de GC no mapeamento de processos de negócio, buscou-se neste momento analisar cada uma das práticas quanto a sua criticidade para o processo considerando aspectos como necessidade para o processo, contribuição para a memória organizacional e entrega de valor para os associados, voluntários e comunidade de gestão de projetos. A Tabela 2 sintetiza a análise para cada uma das práticas de GC.

Atividade de GC	Principais Práticas de GC	Criticidade
Identificar	Processos já mapeados no PMI-SC	Este foi um ponto crítico, visto que se verificou praticamente a inexistência de processos no capítulo ou a perda de memória da organização ao longo dos anos e gestões anteriores.
	Benchmarking (outros capítulos do PMI)	Esta prática trouxe uma grande contribuição para o processo de mapeamento de processos, uma vez que os processos já mapeados por outros capítulos serviram como base para o mapeamento dos processos do PMI-SC.
	Identificação dos processos	A identificação dos processos que estão sendo realizados e outros que deveriam é fundamental no processo de mapeamento de processos
Criar	Entrevistas	A prática é crítica para o mapeamento de processos, pois os diretores e voluntários que detém o conhecimento dos processos das diretorias. Logo, sem esta prática o processo de mapeamento torna-se inviável.
	Desenho do processo	O desenho do processo, ao mesmo tempo que é uma prática, é um conhecimento crítico e fundamental ao processo de mapeamento de processos, visto sua objetividade e fácil compreensão visual.
	Instrução de trabalho	A instrução de trabalho permite um maior esclarecimento quanto aos detalhes do processo, no entanto não é tão crítico em termos de necessidade quanto o desenho, que sintetiza o processo.
	Book de processos	O book de processos, que consiste num documento com os desenhos e instruções de trabalho compilados, não é uma prática essencial, inclusive não tem sido mais utilizado com frequência no mercado e academia, pois é possível apresentar os processos diretamente via desenho e IT.

Atividade de GC	Principais Práticas de GC	Criticidade
Armazenar	Repositório do PMI-SC	O armazenamento dos processos em repositório centralizado e organizado é fundamental ao processo de GC. O armazenamento em repositórios dispersos, bem como a falta de organização resulta em graves danos a instituição como perda da memória organizacional, demora na tomada de decisão, dificuldade no treinamento de novos voluntários, baixa eficiência nos processos internos, falha de comunicação.
	Site do PMI-SC	A proposta de armazenar os processos também no site é uma prática que contribui para a memória da organização, garantindo que o conhecimento permaneça independentemente das trocas de gestão.
	E-mail	Prática um pouco mais dispersa e descentralizada, não é essencial quanto ao repositório e site, além de poder sofrer ruídos.
Compartilhar	Site do PMI-SC	Assim como armazenamento, o site também funciona como uma excelente prática para o compartilhamento dos processos tanto para os voluntários como para a comunidade de gerenciamento de projetos.
	Newsletter	A prática permite um fácil compartilhamento dos processos que estão sendo ou já foram mapeados.
	Vídeo tutorial	Esta prática funciona como um treinamento assíncrono, permitindo que seja compartilhado a qualquer momento quando acessado. É uma prática interessante, uma vez que o vídeo permanece como memória organizacional.
	Treinamento	A prática é fundamental para que os voluntários sejam devidamente treinados e estejam aptos para executar os processos, bem como serem multiplicadores do conhecimento.
Aplicar	Execução dos processos (Voluntários)	Após o mapeamento dos processos, a execução deles pelos voluntários é uma atividade crítica a fim de garantir a realização de uma atividade padronizada e eficiente.
	Uso como referência (Associados)	Após o mapeamento dos processos, o compartilhamento do material com os associados permite que seja utilizado como referência, entregando valor aos associados.
	Uso como referência (Comunidade de GP)	Após o mapeamento dos processos, o compartilhamento do material com a comunidade de gerenciamento de projetos permite que seja utilizado como referência, entregando valor à comunidade.
	Uso como referência (Outros capítulos do PMI)	Assim como o PMI-SC buscou referência em outros capítulos, após mapeados os processos, o material poderá servir como referência.

Tabela 2 – Criticidade das práticas de GC para o processo de mapeamento de processos de negócio.

## 5. Conclusões

O estudo trouxe como resultado uma proposta de mapeamento de processos de negócio sob a ótica da gestão do conhecimento, permitindo o estabelecimento das principais práticas em cada uma das fases do processo de GC, garantindo assim, que cada uma das cinco etapas do modelo de GC da APO (2020), que incluem a identificação, criação, armazenamento, compartilhamento e aplicação do conhecimento, fossem contemplados.

As implicações de pesquisa do estudo são múltiplas. Primeiro, ele preenche a lacuna na literatura ao avaliar o mapeamento de processos de negócio sob a perspectiva da gestão do conhecimento. O tema ainda se encontra em estágio exploratório devido à escassez de estudos que relacionem as temáticas e, portanto, contribui significativamente para o avanço teórico do campo. Não foram observados outros estudos no Brasil e exterior que façam o link entre as temáticas de mapeamento de processos de negócio e gestão do conhecimento.

Além disso, a maioria dos estudos anteriores de mapeamento de processos de negócio focam no modelo ou processo e enquanto o conteúdo é secundário, diferentemente do apresentado no presente trabalho. Em termos de originalidade, este estudo visa contribuir e estimular discussões baseadas em dados sobre o mapeamento de processos de negócio e sua relação com as práticas de gestão do conhecimento.

Várias limitações podem ser destacadas. Em primeiro lugar, os documentos da instituição foram encontrados apenas no repositório compartilhado com os autores, o que poderia ignorar, involuntariamente, alguns materiais relevantes sobre o mapeamento de processos e gestão do conhecimento. O mesmo vale para os artigos que serviram de base para a pesquisa que foram obtidos apenas na base de dados Scopus e Web of Science, o que poderia ignorar, alguns artigos relevantes. No entanto, a seleção é uma amostra abrangente e representativa da literatura.

Um segundo ponto é que o estudo de caso foi desenvolvido uma instituição do terceiro setor, da área educacional e consultoria no estado de Santa Catarina no Brasil. Ainda que seja difícil obter acesso as informações das organizações, sugere-se como trabalhos futuros a realização de mais de um estudo de caso, podendo ser desenvolvido em diferentes capítulos do PMI no Brasil e em outros países, bem como instituições e organizações do primeiro e segundo setor, de diferentes portes e áreas de atuação.

Além disso, este estudo baseou-se na análise e interpretação dos resultados, que por vezes podem ser subjetivos. Outros pesquisadores usando os mesmos dados podem apresentar interpretações e conclusões diferentes.

Os resultados oferecem insights sobre as necessidades futuras de pesquisa acerca do tema. Futuras pesquisas podem usar a estrutura aqui apresentada para atualizar ou complementar as práticas de GC identificadas neste momento para o mapeamento de processos de negócio no contexto aplicado em cada uma das fases do processo de gestão do conhecimento. Por tratar-se de um tema de pesquisa incipiente, sugere-se o desenvolvimento de estudos que busquem explorar e fortalecer o elo entre as temáticas.

## Referências

- Alavi, M.; Leidner, D. (2001) Review: Knowledge Management and Knowledge Management Systems: Conceptual Foundations and Research Issues. *MIS Quarterly*, 25(1), 107-136
- Asian Productivity Organization. (2020) *APO Knowledge Management Facilitators' Guide*. Tokyo: APO
- Bender, S.; Fish, A. (2000) The transfer of knowledge and the retention of expertise: the continuing need for global assignments, *Journal of Knowledge Management*, 4(2), 125-137
- Bosilj-Vukšić, V. (2006) Business process modelling: a foundation for knowledge management, *Journal of Information and Organizational Sciences*, 30(2), 185-198
- Camp, R. C. (1989) *Benchmarking. The Search for Industry Best Practices that Lead to Superior Performance*. New York: American Society for Quality Control Quality Press
- Carpinetti, L.; De Melo, A. (2002) What to benchmark? A systematic approach and cases, *Benchmarking: An International Journal*, 9(3), 244-255
- Darroch, J.; (2003) Developing a measure of knowledge management behaviors and practices, *Journal of Knowledge Management*, 7(5), 41-54
- Davenport, T. Prusak, L. (1998) *Working knowledge*. Boston: Harvard Business School Press
- De Sousa, R. T. Et Al. (2015) Methodology for business process modeling: A study case within the Brazilian Ministry of Planning, Budget and Management. *2015 10th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI)*. IEEE, 1-6.
- Harrington, H. J.; Esseling, E. K; Van Nimwegen, H. (1997) *Business Process Improvement Workbook*. New York: McGraw-Hill
- Hunt, V. (1996) *Process Mapping: How to Reengineer your Business Process*. New York: John Wiley & Sons, 1996.
- Kalpic, B.; Bernus, P. (2006) Business process modeling through the knowledge management perspective. *Journal of knowledge management*, 10(3), 40-56
- Lank, E. (1997) Leveraging invisible assets: the human factor. *Long Range Planning*, 30(3), 406-412
- Lema, N.; Price, A. (1995) Benchmarking - performance improvement toward competitive advantage. *Journal of Management Engineering*, 11(11), 28-37,
- Linderman, K.; Schroeder, R.; Sanders J. (2010) A knowledge management framework underlying process management. *Decision Sciences*, 41(4), 689-719
- Marconi, M. A.; Lakatos, E. M. (2010) *Técnicas de pesquisa: Planejamento e execução de pesquisas, amostragens e técnicas de pesquisa, elaboração, análise e interpretação de dados* (7a ed.). São Paulo: Atlas

- Massingham, P.; Al Holaibi, M. (2017) Embedding Knowledge Management into Business Processes. *Knowledge and Process Management*, 24(1), 53-71
- Nonaka, I.; Takeuchi, H. (1995) *The Knowledge-Creating Company*. New York: Oxford University Press
- International Organization For Standardization. (2015) *Quality management systems - Fundamentals and vocabulary*. Genève: ISO
- Project Management Institute. (2017) *Um guia do conhecimento em gerenciamento de projetos* (Guia PMBOK). 6ª Edição. Pennsylvania: PMI
- Project Management Institute Santa Catarina. (2021) *História do PMI*. Disponível em: <https://www.pmi.org/about/learn-about-pmi>
- Project Management Institute Santa Catarina. (2021) *História do PMI-SC*. Disponível em: <https://pmisc.org.br/sobre/o-pmi-santa-catarina>
- Seethamraju, R.; Marjanovic, O. (2009) Role of process knowledge in business process improvement methodology: A case study. *Business Process Management Journal*, 15(6), 920-936
- Yin, R. K. (2001) *Estudo de caso: planejamento e métodos*. Porto Alegre: Bookman



# La arquitectura empresarial como una estrategia de migración a la nube para universidades del Ecuador

Armando Cabrera<sup>1,2</sup>, José Carrillo Verdún<sup>2</sup>, Marco Abad<sup>1,2</sup>, Daniel Guamán<sup>1,2</sup>

[aacabrera@utpl.edu.ec](mailto:aacabrera@utpl.edu.ec); [jcarrillo@fi.upm.es](mailto:jcarrillo@fi.upm.es); [mpabad@utpl.edu.ec](mailto:mpabad@utpl.edu.ec); [daguaman@utpl.edu.ec](mailto:daguaman@utpl.edu.ec)

<sup>1</sup> Universidad Técnica Particular de Loja, Loja, 1101608, Loja, Ecuador.

<sup>2</sup> Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, 28031, Madrid, España.

**Pages:** 352-362

**Resumen:** Debido a la crisis causada por la pandemia COVID-19 y a las crecientes necesidades de servicios e información, las universidades del Ecuador se enfrentan al reto de proporcionar el apoyo tecnológico necesario para el desarrollo de sus actividades sustantivas: docencia, investigación y vinculación con la sociedad. La arquitectura empresarial y la computación en nube pueden ayudar a las universidades a alcanzar sus metas a corto plazo a través de un esquema de gestión arquitectónica que permita el acceso a infraestructura avanzada de TI. En este trabajo se propone una estrategia de cuatro fases para que las universidades puedan gestionar la migración a la nube, donde el liderazgo de los altos ejecutivos se considera fundamental para este tipo de estrategias. Además, la estrategia mediada por metodologías de transformación arquitectónica permitirá definir un modelo operativo que asegure que esta migración sea manejable y comprometida con una estrategia de transición disciplinada.

**Palabras-clave:** Computación en la nube, universidad, arquitectura empresarial, TOGAF, ADM.

## *Enterprise architecture as a cloud migration strategy for Ecuadorian universities*

**Abstract:** Due to the crisis caused by the COVID-19 pandemic and the growing need for services and information, universities in Ecuador face the challenge of providing the necessary technological support for the development of their substantive activities: teaching, research, and linkage with society. Enterprise architecture and cloud computing can help universities achieve their goals in the short term through an architectural management scheme that allows them access to advanced IT infrastructure. This paper proposes a four-phase strategy for universities to manage the migration to the cloud, where the leadership of senior executives is considered fundamental for this type of strategy. In addition, the strategy mediated by architectural transformation methodologies will allow the definition of an operational model that ensures that this migration is manageable and committed to a disciplined transition strategy.

**Keywords:** Cloud computing, university, enterprise architecture, TOGAF, ADM.

## 1. Introducción

El uso de tecnologías digitales se ha convertido en una necesidad en las universidades, su uso es esencial para el desarrollo de sus actividades sustantivas: docencia, investigación y vinculación con la sociedad (LOES, 2010). Las universidades deben adaptarse a los requerimientos de las nuevas tecnologías de información desde una visión de negocio que garantice su operatividad y la gestión adecuada de recursos. Actualmente la computación en la nube (CN) es un área clave que las universidades en el Ecuador deben considerar ya que pueden experimentar una gran revolución en su infraestructura tecnológica. Además, pueden proyectar presupuestos a largo plazo en programas de enseñanza y actividades de investigación y vinculación a la vez que reducen los costos de infraestructura de tecnologías de la información (TI) local y disminuyen los requisitos de soporte.

La crisis causada por la pandemia COVID-19, ha afectado de manera significativa a diferentes sectores de la sociedad. (IESALC, 2020) sostiene que el cierre de escuelas y universidades afectó a 1.570 millones de habitantes en todo el mundo, obligando a la implementación de soluciones de educación a distancia, y a pesar de que en el sector universitario el uso de tecnologías digitales ha ganado mucho terreno, ha sido insuficiente para resolver los problemas originados por la pandemia. Además, considera que “el uso intensivo de todo tipo de plataformas y recursos tecnológicos para garantizar la continuidad del aprendizaje es el experimento más audaz en materia de tecnología educativa, aunque inesperado y no planificado”. En el contexto de las universidades del Ecuador (Cueva Agila & Muñoz Diez, 2021) proponen entre sus estrategias para afrontar la crisis el “trabajar hacia la transformación digital”, esto implica, no solo incorporar lo digital en la enseñanza sino además “impulsar la innovación tecnológica” mediante la adopción de la CN.

En respuesta a la crisis actual, la adopción de la CN en las universidades requerirá de métodos y buenas prácticas que garanticen su implantación. La Arquitectura Empresarial (AE) es una práctica que analiza áreas de actividad común al interior o entre organizaciones, donde la información y otros recursos se intercambian para guiar a los estados futuros desde un punto de vista integrado de estrategia, negocio y tecnología (Mitre Corporation, 2015). La AE proporciona un modelo para definir la estructura y el funcionamiento de la organización a través de cuatro dominios: *negocio, datos, aplicaciones y tecnología* (Spewak & Hill, 1993). La AE está diseñada como una herramienta para la gestión estratégica que ayuda a integrar los procesos de negocio y TI, y es importante, porque proporciona directrices claras en la gestión de la información, las aplicaciones y la tecnología para impulsar una estrategia efectiva de migración a la nube en base al método de desarrollo arquitectónico ADM-TOGAF (TOGAF, 2018).

En base a las consideraciones anteriores, en este trabajo se propone una estrategia de migración a la nube basada en la AE y fundamentada en cuatro pasos enfocados al liderazgo, el enfoque estratégico, marcos metodológicos y el establecimiento de un nuevo modelo operativo organizacional. Además, se destaca la importancia de identificar los desafíos en el escenario de desarrollo e implementación de AE, antes de comenzar cualquier iniciativa para la implementación e innovación de nuevos modelos de negocio orientados a la nube (Teece, 2010; Blaschke et al., 2017).

## 2. La computación en la nube en las universidades

(Mell & Grance, 2011) menciona que “la computación en nube es un modelo que permite el acceso por demanda de un conjunto compartido de recursos computacionales configurables que se pueden aprovisionar y liberar rápidamente con un mínimo esfuerzo de gestión o interacción del proveedor de servicios”. En un modelo básico de computación en la nube, se puede identificar servidores, almacenamiento y servicios que pueden ser accedidos por una red común, además estos son compartidos entre organizaciones y accedidos por usuarios o aplicaciones. Los usuarios pueden ser el personal (docente y administrativo), estudiantes o público en general.

La CN proporciona una taxonomía simple e inequívoca de tres modelos básicos de servicio: software en la nube como servicio (SaaS), plataforma en la nube como servicio (PaaS) e infraestructura en la nube como servicio (IaaS) (Mahmood & Hill, 2011), que actualmente se ha extendido a múltiples variantes (Dadas, XaaS, FasS) para describir la distribución de diferentes componentes de TI dentro de un modelo de servicio en la nube. También resume cuatro modelos de implementación que describen cómo se puede compartir la infraestructura informática que ofrece estos servicios: nube privada, nube comunitaria, nube pública y nube híbrida. Los autores (Mell & Grance, 2011) (Mahmood & Hill, 2011), (Bohn, Messina, Liu, Tong, & Mao, 2011) definen una vista unificada de cinco características esenciales que exhiben todos los servicios en la nube: Autoservicio a la medida (On-demand self-service), acceso amplio a la red (Broad Network Access), agrupación de recursos (Resource pooling), elasticidad rápida (Rapid elastic), medición de servicio (Measured service).

Las características mencionadas anteriormente están relacionadas con las principales ventajas que ofrecen los servicios en la nube, motivando a las universidades a adoptar la CN para ofrecer servicios eficientes. Los servicios en la nube permiten a las universidades desarrollar una educación rentable y de calidad a nivel global. (Shayan et al. , 2014), expone que los servicios en la nube no se asocian con una justificación financiera cuando se depende de una máquina individual para cumplir los requisitos informáticos. (Siegler, 2010) menciona que es necesaria la combinación de varios servicios informáticos para justificar la calidad del servicio y la eficiencia de la nube. Los avances de las tecnologías modernas, la reducción de costes, la flexibilidad y los aspectos de calidad de la nube son una clara justificación para la definición de una estrategia de migración a la nube por parte de las universidades. Por lo tanto, la CN comprende un cambio de paradigma para la evolución de las TI en las universidades.

Además, las universidades pueden ser vistas como una red de actividades centradas en las funciones de enseñanza, investigación y vinculación con la sociedad. Estas actividades según (Sison & Pablo, 2000) pueden ser diseñadas a través de la cadena de valor (Porter, 1985), en donde se identifican procesos primarios y de soporte que proporcionan un conjunto de actividades, que agregan valor a la oferta educativa.

En la Tabla 1 se muestra como las actividades de la cadena de valor de cada uno de los procesos primarios descritos en base al Modelo de Referencia del Negocio para Educación Superior (Caudit, 2016), se asocian a cada una las actividades de las funciones sustantivas y a las características del sector empresarial al que está dirigido.

Cadena de valor	Enseñanza	Investigación	Vinculación
<b>Logística de ingreso</b>	Diseño, Admisión, Matrícula	Plan	Diagnóstico, Diseño
<b>Operaciones</b>	Enseñanza	Conducir	Ejecución, Monitoreo
<b>Logística de salida</b>	Graduación	Impacto	Evaluación
<b>Mercadeo y ventas</b>	Admisión	Plan	--
<b>Servicios</b>	Soporte académico	Soporte a la investigación	Soporte a la vinculación

Tabla 1 – Actividades de la cadena de valor de las universidades

### 3. Trabajos relacionados

(Hossain Masud & Huang, 2012) mencionan que es necesaria una estrategia de migración que admita capacidades de CN en base a una hoja de ruta de migración de cuatro pasos enfocados a: desarrollar el conocimiento, la viabilidad y el plan inicial para la CN, la evaluación de estado actual, escoger la solución de CN y, la implementación y gestión de la solución de CN. Por otro lado (Pardeshi, 2014) propone una arquitectura de TI que garantice la transición fluida de un sistema tradicional a un sistema basado en la nube, a través de un marco de cinco pasos (confirmación, implementación, decisión, conocimiento y persuasión) basado en el modelo de difusión de innovación de Roger. Para (Takai, 2012), la transición a la nube consiste en capitalizar las oportunidades y aprovechar los beneficios de la CN que aceleran la entrega, la eficiencia y la innovación de TI a través de cuatro pasos: la promoción de la CN, la consolidación del centro de datos, el establecimiento de la infraestructura empresarial en la nube y el envío de servicios en la nube. Además (Sanli, 2011) en su trabajo establece que la migración a la nube consiste en seguir los pasos de evaluación, diseño, establecimiento, implementación y operación, y monitoreo. Finalmente, (Wyld, 2009) recomienda realizar una evaluación programada de cómo la computación en la nube puede encajar en la estrategia general de TI en apoyo de la misión y la estrategia general a través de seis pasos: aprendizaje, evaluación organizacional, implementación piloto de la nube, evaluación de la preparación de la nube, estrategia de difusión de la nube y estrategia de mejora continua de la nube.

En general, aunque es posible encontrar algunos trabajos relacionados con una estrategia de migración a la nube, se observa que estos se orientan directamente a proponer un ciclo de vida y mecanismos de adopción de tecnologías en la nube desde el punto de vista técnico, y por lo tanto carecen de un análisis que permita alinear las metas y estrategia organizacional con los procesos de negocio e infraestructura de TI. En este sentido, el presente trabajo propone una estrategia de migración a la nube de cuatro pasos desde la perspectiva del liderazgo y la estrategia organizacional soportados por los cuatro dominios de la arquitectura empresarial: negocio, datos, aplicaciones e infraestructura tecnológica, con lo cual se logra que sea impulsada por la alta gerencia mejorando la efectividad y la eficiencia de los procesos de las universidades.

### 4. Estrategia de migración a la nube

Para utilizar una estrategia de migración a la nube es importante considerar los objetivos estratégicos de la organización, en ella se definirá una nueva forma para

que las universidades aborden los desafíos organizacionales y tecnológicos. Con la adopción de prácticas de AE, las universidades establecerán una visión única del entorno organizacional y técnico actual. Esta visión describirá la interconectividad y las capacidades (personas, procesos, tecnología, información) para identificar y respaldar los servicios que de acuerdo las prioridades se consideren necesarias.

En base al análisis de los trabajos relacionados, se sugiere una estrategia de migración conformada por cuatro pasos: (1) asegurar el auspicio de los líderes, (2) establecer el enfoque estratégico, (3) seleccionar el marco metodológico y, (4) definir el nuevo modelo operativo (Ver Figura 1). El éxito de la estrategia de migración dependerá de los resultados combinados de los pasos definidos que se describen a continuación.

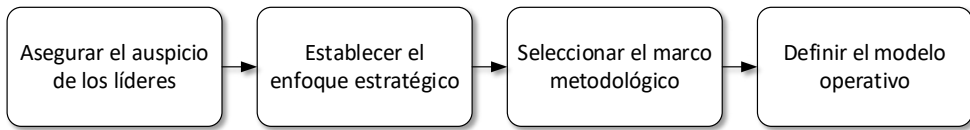


Figura 1 – Fases de la estrategia de migración

### A. Asegurar el auspicio de los líderes

La estrategia de migración a la nube debe ser liderada por los directivos de la universidad, y de preferencia los equipos deben estar compuestos por profesionales que pertenecen a una sección representativa de cada unidad de negocio. Si la estrategia es migrar a un enfoque de servicios en la *nube*, debe estar claramente definida la visión de futuro del negocio (Glissman & Sanz, 2009). En la Figura 2, se establece una estrategia de cambio organizacional que es auspiciada por los directivos de las universidades.

Los directivos de la universidad (ver Figura 2) impulsan el cambio a partir de conductores necesarios para definir una estrategia de migración a la nube que involucre metas orientadas a la reducción de costos, eliminación de demoras, la mejora del viaje del cliente, la reducción de esfuerzos innecesarios mediante la adopción de servicios en la nube y la calidad del servicio.

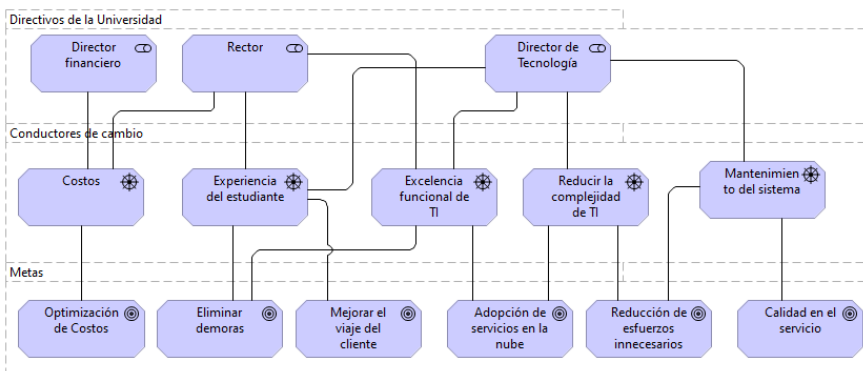


Figura 2 – Liderazgo estratégico

En base a las metas definidas, el liderazgo establece metas estratégicas para alcanzar la excelencia operacional a través de la adopción de servicios en la nube como se define en la siguiente fase.

### B. Establecer el enfoque estratégico

El enfoque estratégico mostrado en la Figura 3, puede utilizarse para propósitos de planificación estratégica y ejecución. El valor e importancia de este enfoque se centra en la manera en que los objetivos de las universidades pueden vincularse a las estrategias y cómo estas se pueden relacionar con la AE a través de sus capacidades.

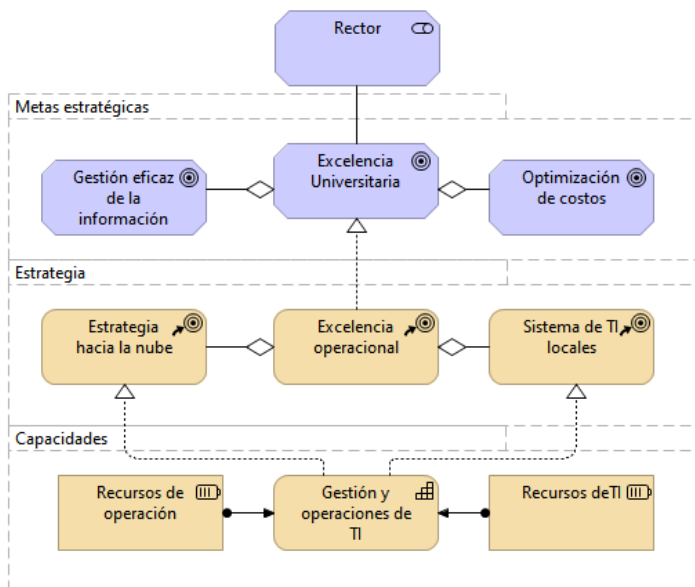


Figura 3 – Enfoque estratégico

La evaluación de las capacidades empresariales y la definición de los servicios que se alojarán en la nube, requerirán la adopción de un marco metodológico, y nuevos roles organizacionales para la administración eficiente de este entorno. Generalmente, a través de este enfoque se extiende los límites organizacionales tradicionales a través del uso de proveedores de servicios en la nube (PSN).

### C. Seleccionar el marco metodológico

Las universidades que estén planificando o que ya están inmersas en un proceso de transformación empresarial o adopción de tecnologías digitales deberán tomar en consideración marcos de trabajo arquitectónicos como Zachman (Zachman, 1987), TOGAF (The Open Group, 2018), OEAF (Covington & Jahangir, 2009) entre otros, con el objetivo de aprovechar las ventajas que ofrece la CN en cuanto a escalabilidad, flexibilidad, disponibilidad y la utilización de los servicios bajo demanda (Bohn et al., 2011).

En este trabajo se utiliza TOGAF como marco de referencia y se adapta el método de desarrollo de la arquitectura (ADM). ADM-TOGAF está basado en iteraciones y fases adaptables de acuerdo a las características de cada universidad. El método adaptado comprende cinco (5) fases de desarrollo, mismas que se ejecutan en cada iteración arquitectónica ADM-TOGAF. En cada fase se han definido las actividades a ejecutar que serán respaldadas por formatos y herramientas que ayudarán a las universidades a desarrollar su arquitectura objetivo. La Tabla II muestra la adaptación del método alineado con la correspondiente iteración ADM-TOGAF.

Fase	Actividades	Iteración
1	Definir el alcance de la arquitectura Definir la visión y requerimientos de arquitectura	Capacidad de la Arquitectura
2	Evalúa la arquitectura actual Evalúa productos / servicios actuales Definir la arquitectura de destino de la nube Análisis de brechas	Desarrollo de la Arquitectura
3	Identificar oportunidades y soluciones Definir el plan de migración a la nube	Planificación de la Transición
4	Gobernar la implementación de la nube	
5	Gestionar el cambio de la arquitectura de la nube Realizar transferencia de conocimientos Realizar una revisión posterior a la implementación Supervisión y medición continua del rendimiento.	Gobernanza de la arquitectura

Tabla 2 – Adaptación ADM-TOGAF

Cada iteración ADM-TOGAF permitirá identificar la estructura, los procesos, la gobernanza y las capacidades que permitan definir el modelo operativo para gestionar servicios en la nube.

#### D. Modelo operativo

El modelo operativo debe ser disciplinado, holístico y dedicado a mejorar continuamente la experiencia del cliente definidos en la fase de liderazgo y estrategia, y para ello debe integrar la estructura de la organización, la gobernabilidad, la información de los procesos empresariales, así como las interacciones entre estos.

Uno de los objetivos de la AE es establecer un mecanismo que permita a la organización entregar rápidamente valor comercial a sus clientes en base a una estructura ágil en la que se consideren diferentes implicaciones orientadas al cliente que dependen del contexto del negocio y las tecnologías digitales (Hornford et al., 2017), (Traverso, WoeiMin, & Ng, 2016). En el modelo operativo no sólo se describen los productos y servicios que ofrece una organización, sino que, también se describen las funciones y procesos de negocio y su interrelación con procesos y funciones de aplicaciones e infraestructura. Según (Armbrust et al., 2009) las organizaciones que utilizan servicios en la nube podrán tener estructuras de negocio ampliadas debido a que los servicios empresariales son proporcionados no sólo por unidades internas, sino también por unidades organizativas externas que forman parte del ecosistema de negocio de las organizaciones (Moore,



1993), (Peltoniemi & Vuori, 2004), (Nachira, Nicolai, Dini, & Le Louarn, 2007) (Kelly, 2015).

Según (Grebe, Rubmann, & Leyh, 2017) las organizaciones se deben enfocar en simplificar la infraestructura de TI con la finalidad de multiplicar los beneficios resultado de la reducción de la complejidad y la liberación de recursos. La Figura 4, muestra este conjunto de interrelaciones a través de capas arquitectónicas, que impulsarán la agilidad en las universidades, y mejoran la forma en que sus departamentos de TI responden a los requisitos cambiantes de la organización.

Esta representación permite que la estrategia de migración sea analizada y representado como una pila de capas de la siguiente manera: primero los aspectos de negocio en la parte superior, los aspectos de la aplicación en la siguiente capa, y finalmente los aspectos tecnológicos en la parte inferior. Este enfoque hace visible el panorama operativo general con todas las relaciones necesarias entre todos los elementos estructurales y de comportamiento, que son significativos en el contexto de la estrategia de migración a la nube. Las capas están conectadas con los servicios por lo que, esta vista permite analizar y representar una estrategia de migración, y visualizar todas las relaciones importantes de abajo a arriba y de arriba a abajo entre todos los elementos de cada capa.

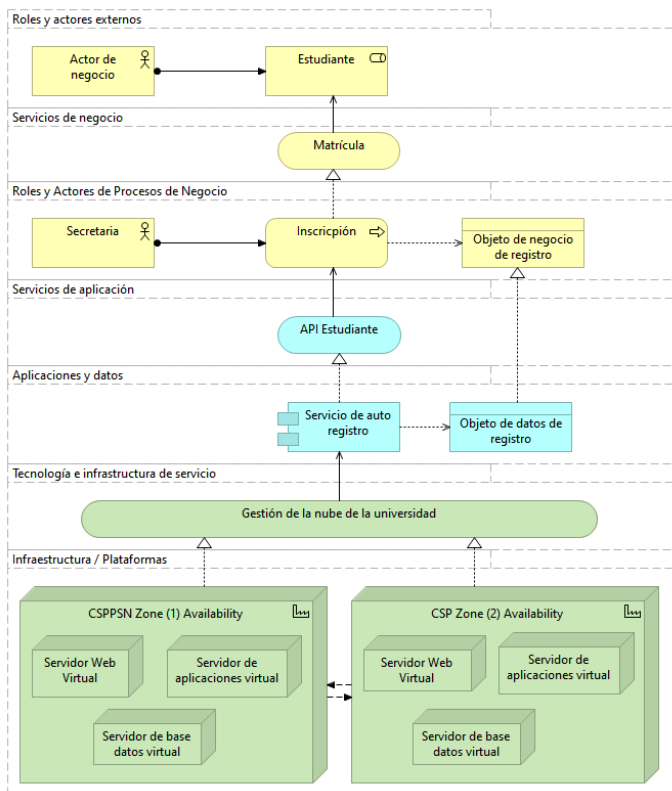


Figura 4 – Modelo Operativo

#### 4. Conclusiones y trabajo futuro

La estrategia de migración propuesta es un marco que puede utilizarse en cualquier universidad y para cualquier plataforma e infraestructura de computación en nube, es adaptable para responder a las necesidades de cualquier Universidad. La arquitectura empresarial y la computación en la nube se complementan para definir una estrategia de migración alineada a la estrategia de negocio.

La arquitectura empresarial ayuda a las empresas a construir cimientos estructurales al integrar sus dimensiones para contextualizar estrategias de transformación, estructuras organizacionales, capacidades de negocio, grupos de datos, aplicaciones y todos los objetos tecnológicos que requerirán provisionar servicios en la nube. Siguiendo los pasos descritos en la estrategia de migración, la adopción de la computación en la nube puede ser un éxito en las universidades. A futuro se propone validar la viabilidad de la estrategia y proporcionar la evaluación de la adopción de la computación en la nube derivada de los pasos planteados.

#### Referencias

- Armbrust, M., Fox, A., Griffith, R., Joseph, A., Katz, R., Konwinski, & Zaharia, M. (2009). *Above the clouds: A berkeley view of cloud computing*. Berkeley.
- Blaschke, M., Cigaina, M., Riss, U. V., & Shoshan, I. (2017). Shaping the Digital Enterprise. In *Shaping the digital enterprise: Trends and use cases in digital innovation and transformation*. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-40967-2>
- Bohn, R. B., Messina, J., Liu, F., Tong, J., & Mao, J. (2011). NIST cloud computing reference architecture. *Proceedings - 2011 IEEE World Congress on Services, SERVICES 2011*, 594–596. <https://doi.org/10.1109/SERVICES.2011.105>
- Caudit. (2016). Higher Education Reference Model.
- Covington, R., & Jahangir, H. (2009). *Oracle Enterprise Architecture Framework*.
- Cueva Agila, A., & Muñoz Diez, J. (2021). Oportunidades y retos de la pandemia Covid-19 para las instituciones de educación superior en Ecuador: La perspectiva de la PUCESI. In M. Morocho (Ed.), *El Aseguramiento de la Calidad de la Educación Superior en Latinoamérica y el Caribe, en tiempos del COVID-19: visión de las Instituciones de Educación Superior* (pp. 183–196). Loja: EDILOJA Cía. Ltda.
- Glissman, S., & Sanz, J. (2009). *A comparative review of business architecture*.
- Grebe, M., Rubmann, M., & Leyh, M. (2017). *Beyond the hype*.
- Hornford, D., Hornford, N., Sabesan, S., Scotch, S., Street, K., & Toder, S. (2017). *Digital Transformation Strategy to Implementation using The Open Group Standards*.
- Hossain Masud, A., & Huang, X. (2012). *An E-learning System Architecture based on Cloud Computing Big Data Analysis of Fish Movement View project Community perception View project*. Retrieved from <https://www.researchgate.net/publication/232814938>

- IESALC. (2020). *COVID-19 y educación superior: De los efectos inmediatos al día después Análisis. Análisis de impactos, respuestas políticas y recomendaciones.*
- Kelly, E. (2015). Introduction: Business ecosystems come of age. *Deloitte Business Trends Series*, 3–16.
- LOES. *Ley de Educación Superior del Ecuador.* , (2010).
- Mahmood, Z., & Hill, R. (2011). *Cloud Computing for Enterprise Architecture.* Springer Science & Business Media.
- Mell, P., & Grance, T. (2011). *The NIST Definition of cloud computing.*
- Mitre Corporation. (2015). *EABoK Planning an EA - Purpose Enterprise Architecture Book of Knowledge.*
- Moore, J. F. (1993). Predators and prey: a new ecology of competition. *Harvard Business Review*, 71(3), 75–86. <https://doi.org/Article>
- Nachira, F., Nicolai, A., Dini, P., & Le Louarn, L. (2007). *Digital Business Ecosystems.*
- Pardeshi, V. H. (2014). Cloud Computing for Higher Education Institutes: Architecture, Strategy and Recommendations for Effective Adaptation. *Procedia Economics and Finance*, 11, 589–599. [https://doi.org/10.1016/S2212-5671\(14\)00224-X](https://doi.org/10.1016/S2212-5671(14)00224-X)
- Peltoniemi, M., & Vuori, E. (2004). Business ecosystem as the new approach to complex adaptive business environments. *Proceedings of EBusiness Research Forum*, 267–281. <https://doi.org/9521513160>
- Porter, M. E. (1985). Porter's Value Chain. [https://doi.org/http://en.wikipedia.org/wiki/File:Porter\\_Value\\_Chain.png](https://doi.org/http://en.wikipedia.org/wiki/File:Porter_Value_Chain.png)
- Sanli, O. (2011). *Cloud Computing.*
- Shayan, J., Azarnik, A., Chuprat, S., Karamizadeh, S., & Alizadeh, M. (2014). Identifying Benefits and risks associated with utilizing cloud computing. *JSCSE*, 3(3). <https://doi.org/10.7321/jscse.v3.n3.63>
- Siegle, D. (2010). Technology: Cloud Computing: A Free Technology Option to Promote Collaborative Learning: <Http://Dx.Doi.Org/10.1177/107621751003300410>, 33(4), 41–45. <https://doi.org/10.1177/107621751003300410>
- Sison, R., & Pablo, Z. C. (2000). Value Chain Framework and Support System for Higher Education. *Proceedings of the Philippine Computing Science Congress.*
- Spewak, S. H., & Hill, S. C. (1993). *Enterprise architecture planning: developing a blueprint for data, applications and technology.* John Wiley & Sons Inc.
- Takai, T. M. (2012, July 1). *Cloud Computing Strategy.* Retrieved from <https://apps.dtic.mil/sti/citations/ADA563989>
- Teece, D. J. (2010). Business models, business strategy and innovation. *Long Range Planning*, 43(2–3), 172–194. <https://doi.org/10.1016/j.lrp.2009.07.003>

The Open Group. (2018). *The Open Group Enterprise Architecture Framework - TOGAF*.

TOGAF. (2018). TOGAF.

Traverso, G., WoeiMin, L., & Ng, B. (2016). *Customer Experience-Driven Enterprise Architecture: How to Revitalize your DSP Business*.

Wyld, D. (2009). *Moving to the cloud: An introduction to cloud computing in government*. Retrieved from <https://www.researchgate.net/publication/228991214>

Zachman, J. (1987). *The framework for information systems architecture*. IBM.

# Machine learning aplicado en la clasificación y predicción de la depresión: Una revisión sistemática

Sebastián Osorio Castrillon<sup>1</sup>, Liliana Maria Giraldo Marín<sup>2</sup>,  
Herman Horacio Jaramillo Villegas<sup>3</sup>, Carlos César Piedrahita Escobar<sup>4</sup>

osoriocastrillon1@gmail.com; lmgiraldo@udem.edu.co; hjaramillo@udem.edu.co;  
cpiedrahita@udem.edu.co

<sup>1</sup> Maestría en modelación y ciencia computacional, Universidad de Medellín, 055450, Sabaneta, Colombia.

<sup>2</sup> Profesora titular Facultad de ingenierías, carrera 74 # 41 – 16, 050032, Medellín, Colombia.

<sup>3</sup> Universidad de Medellín, grupo Modelación y Computación Científica, 050026, Medellín, Colombia.

<sup>4</sup> Universidad de Medellín; grupo Modelación y Computación Científica, 050026, Medellín, Colombia.

**Pages: 363-375**

**Resumen:** El principal reto de las aseguradoras de la salud es gestionar de manera adecuada y proactiva tanto la enfermedad como la salud de sus afiliados, enfatizando en la prevención e implementación de acciones que permitan la anticipación y predicción de la enfermedad. Este artículo presenta una revisión sistemática de la literatura sobre las principales metodologías de aprendizaje automático que permiten a través de la predicción de la depresión realizar una intervención temprana. Se encontró que las principales metodologías para dicho fin son los modelos estadísticos como la regresión logística el SVM y los bosques aleatorios; y que los diferentes indicadores de las neuroimágenes y el uso de celulares se convierten en variables predictoras fundamentales a la hora de predecir la depresión.

**Palabras clave:** Revisión sistemática, depresión, machine learning.

## ***Statistics applied in the classification and prediction of depression: A systematic review***

**Abstract:** The main challenge for health insurers is to properly manage the disease as well as the health of its members, emphasizing the prevention and implementation of actions that allow the anticipation and prediction of the disease. This article presents a systematic review of the literature on the main machine learning methodologies that allow, through the prediction of mental illnesses, to carry out an early intervention. It was found that the main methodologies for this purpose are statistical models such as logistic regression, Vector support machine and random forest; and that the different indicators of neuroimaging use of cell phones become fundamental predictor variables when it comes to predicting mental illnesses

**Keywords:** systematic review, Machine learning, depression.

## 1. Introducción

La depresión es una enfermedad frecuente en todo el mundo, y se calcula que afecta a más de 300 millones de personas. Cada año se suicidan cerca de 800 000 personas, y el suicidio es la segunda causa de muerte en el grupo etario de 15 a 29 años. (OMS, 2021).

Los sistemas de salud todavía no han dado una respuesta adecuada a la carga de trastornos mentales; en consecuencia, la divergencia entre la necesidad de tratamiento y su prestación es grande en todo el mundo. Aunque hay tratamientos eficaces para la depresión, más de la mitad de los afectados en todo el mundo (y más del 90% en muchos países) no recibe esos tratamientos. Entre los obstáculos a una atención eficaz se encuentran la falta de recursos y de personal sanitario capacitados, además de la estigmatización de los trastornos mentales y la evaluación clínica inexacta.

Otra barrera para la atención eficaz es la evaluación errónea. Por lo cual se hace indispensable encontrar características biológicas que sean informativas en términos de diagnóstico, pronóstico y tratamiento. (O'Halloran et al., 2016) En países de todo tipo de ingresos, las personas con depresión a menudo no son correctamente diagnosticadas, mientras que otras que en realidad no la padecen son a menudo diagnosticadas erróneamente y tratadas con antidepresivos (OMS, 2020).

Uno de los grandes desafíos a los que se ven enfrentadas las aseguradoras, es a la prevención de enfermedades mentales debido a su aumento significativo en los últimos años, (Ministerio de salud, 2020) pues los desórdenes mentales y los trastornos psíquicos, incluidas las manifestaciones depresivas, la esquizofrenia, el Alzheimer, la epilepsia y el retraso mental, representan el 11% del total de las enfermedades en el mundo (Castro, 2005)

El *machine learning* por su capacidad de procesar grandes volúmenes de información e implementar modelos con alta precisión, se ha convertido en una de las herramientas más utilizadas a la hora de apoyar el sistema de salud en la predicción, detección y prevención de enfermedades mentales (Tran & Kavuluru, 2017).

Este artículo presenta una revisión sistemática de la literatura que permita entender cuáles son las principales utilizadas para la predicción de enfermedades mentales, específicamente la depresión. Adicionalmente, cuáles son las variables que aportan mayor significancia a la precisión de los modelos utilizados.

## 2. Metodología

La revisión sistemática de la literatura se basó e realizó bajo los siguientes ...

- Definición del tema
- Definición preguntas de investigación
- Definición términos de búsqueda y base de datos
- Selección de artículos

Y siguiendo la metodología de revisión sistemática de literatura propuesta inicialmente por el autor Jorge Iván Pérez Rave en su publicación (Pérez, 2012) y mejorada posteriormente en su publicación (Pérez, 2019).

## 2.1. Definición del tema y preguntas de investigación

Como se expuso anteriormente, el tema de interés son los modelos estadísticos aplicados a la predicción y clasificación de las enfermedades mentales. Para dar respuesta a dicha pregunta se formularon las siguientes 5 preguntas:

- **P1.** ¿Cuáles son los principales modelos estadísticos utilizados para la predicción de la depresión?
- **P2.** ¿De los principales modelos estadísticos utilizados para la predicción de la depresión, cuáles tienen mayor precisión?
- **P3.** ¿Qué variables son indispensables a la hora de predecir la depresión?
- **P4.** ¿Existen criterios estadísticos para la clasificación de la depresión?
- **P5.** ¿Cuál es el estado actual y los desafíos investigativos de los modelos estadísticos aplicados a la predicción de la depresión?

## 2.2 Definición términos de búsqueda y base de datos

La búsqueda se realizó en la base de datos SCOPUS, principalmente por la facilidad con la que permite analizar y visualizar diferentes indicadores bibliométricos como la cantidad de citaciones de los artículos, el año de publicación, los autores, el tipo de artículo, etc. Así mismo, por la completitud y sustento científico del contenido que ofrece. La búsqueda se realizó en Agosto de 2021.

Para la definición de la ecuación de búsqueda se garantizó que contuviera los principales términos relacionados con el tema de interés, como: *Machine learning - depresión prediction* y que cumpliera las siguientes condiciones:

- Artículos
- Estado finalizado
- Últimos 6 años (incluyendo 2021)
- Mayor relevancia (número de citaciones) - Artículos con mínimo una citación
- Idioma inglés
- Áreas de ciencia computacional y medicina

Con lo cual resulta la siguiente ecuación:

**( TITLE-ABS-KEY ( depression AND prediction ) AND TITLE-ABS-KEY ( machine AND learning ) ) AND ( LIMIT-TO ( OA , “all” ) ) AND ( LIMIT-TO ( PUBSTAGE , “final” ) ) AND ( LIMIT-TO ( PUBYEAR , 2021 ) OR LIMIT-TO ( PUBYEAR , 2020 ) OR LIMIT-TO ( PUBYEAR , 2019 ) OR LIMIT-TO ( PUBYEAR , 2018 ) OR LIMIT-TO ( PUBYEAR , 2017 ) OR LIMIT-TO ( PUBYEAR , 2016 ) OR LIMIT-TO ( PUBYEAR , 2015 ) ) AND ( LIMIT-TO ( SUBJAREA , “MEDI” ) OR LIMIT-TO ( SUBJAREA , “COMP” ) ) AND ( LIMIT-TO ( DOCTYPE , “ar” ) ) AND ( LIMIT-TO ( LANGUAGE , “English” ) )**

Implementando dicha ecuación en la BD definido (SCOPUS), se obtuvieron como resultado un total de 146 artículos. De estos, el 50% tenía 7 o más citaciones, quedando así con 72 artículos por revisar.



### 2.2. Selección de artículos

Antes de realizar la selección de los artículos finales a revisar sobre los 72 posibles, se revisó la vigencia del tema, con la cual se pretendía identificar gráficamente el crecimiento en el tiempo del número de artículos relacionados con el tema de interés, y por ende la relevancia que ha venido tomando. En la figura 1.

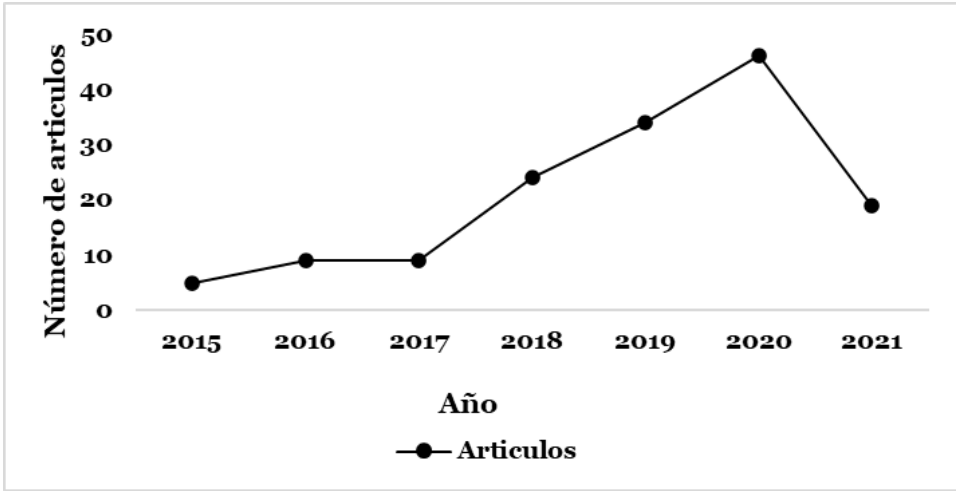


Figura 1 – Número de publicaciones por año. Fuente: (Scopus, 2021).

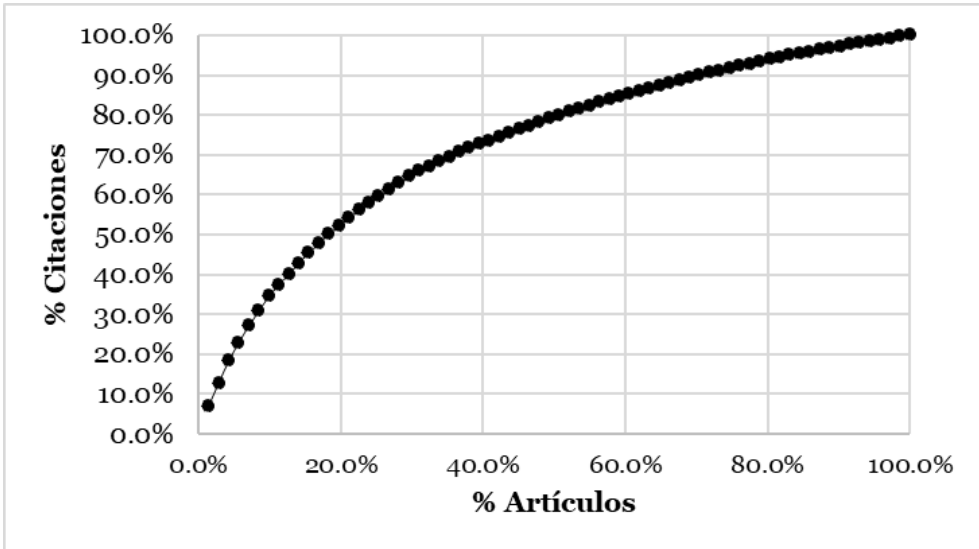


Figura 2 – “Espacio literario relevante”. Fuente: Elaboración propia basado en la metodología de Pérez-Rave

Se observa que la cantidad de artículos ha crecido significativamente desde el año 2015 (periodo inicial definido para búsqueda de material) hasta la fecha, teniendo en cuenta que el descenso que se observa en el año 2021 es debido a que de este año se tuvieron en cuenta solo 8 meses.

Finalmente se realizó un análisis de relevancia de los artículos (Espacio literario relevante) con el cual se pretendía identificar el número de artículos que representarían la mayor proporción de citas totales. Concluyendo que, de los **72 artículos posibles a revisar**, el 50.7% (**36**) representan el 80% de las citas, como se observa en la figura 3.

Finalmente, se hizo una revisión detallada de los resúmenes de los 36 artículos concluyendo que eran objeto de revisión y aportarían valor al desarrollo de la revisión sistemática de literatura 24 artículos. Ver tabla 1

#	ID	Título	Citas	Año
1	10.1109/ TCDS.2017.2721552	Artificial Intelligent System for Automatic Depression Level Analysis Through Visual and Vocal Expressions	32	2018
2	10.1037/abn0000405	Association Between Negative Cognitive Bias and Depression: A Symptom-Level Approach	20	2019
3	10.3389/fpsy.2017.00192	Classification of Suicide Attempts through a Machine Learning Algorithm Based on Multiple Systemic Psychiatric Scales	33	2017
4	0.1016/j. jpsychires.2016.03.016	Combining clinical variables to optimize prediction of antidepressant treatment outcomes	73	2016
5	yujg	Correlation analysis to identify the effective data in machine learning: Prediction of depressive disorder and emotion states	18	2018
6	10.1093/jamia/ocy032	Design and implementation of a standardized framework to generate and evaluate patient-level prediction models using observational healthcare data	36	2018
7	10.2196/jmir.9840	Detecting suicidal ideation on forums: Proof-of-concept study	26	2018
8	10.5888/pcd12.150047.	Development of a clinical forecasting model to predict comorbid depression among diabetes patients and an application in depression screening policy making	18	2015
9	10.1016/j. psychresns.2017.03.003	Evaluating the diagnostic utility of applying a machine learning algorithm to diffusion tensor MRI measures in individuals with major depressive disorder	25	2017
10	10.1016/j.jad.2015.12.066	Identifying a clinical signature of suicidality among patients with mood disorders: A pilot study using a machine learning approach	83	2016
11	10.1002/gps.4262	Machine learning approaches for integrating clinical and imaging features in late-life depression classification and response prediction	74	2015

#	ID	Título	Citas	Año
12	10.2196/mhealth.5960	Mobile sensing and support for people with depression: A pilot trial in the wild	91	2016
13	10.3389/fpsy.2016.00063	Multimodal neuroimaging-informed clinical applications in neuropsychiatric disorders	17	2016
14	10.1016/j.jbi.2017.06.010	Predicting mental conditions based on “history of present illness” in psychiatric notes with deep neural networks	31	2017
15	doi.org/10.1038/s41398-018-0289-1	Predicting the naturalistic course of depression from a wide range of clinical, psychological, and biological data: a machine learning approach	34	2018
16	10.1001/jamapsychiatry.2018.2165	Prediction Models of Functional Outcomes for Individuals in the Clinical High-Risk State for Psychosis or with Recent-Onset Depression: A Multimodal, Multisite Machine Learning Analysis	114	2018
17	:10.1001/jamapsychiatry.2016.0316	Prediction of individual response to electroconvulsive therapy via machine learning on structural magnetic resonance imaging data	141	2016
18	10.1016/j.jpsychires.2015.01.015	Prediction of pediatric unipolar depression using multiple neuromorphometric measurements: A pattern classification approach	18	2015
19	10.1093/bioinformatics/btz470	Scaling tree-based automated machine learning to biomedical big data with a feature set selector	47	2020
20	10.1109/JBHI.2018.2798062	Smart Home-Based Prediction of Multidomain Symptoms Related to Alzheimer’s Disease	41	2018
21	10.1590/1516-4446-2015-1877	Suicide detection in Chile: Proposing a predictive model for suicide risk in a clinical sample of patients with mood disorders	18	2017
22	10.1038/mp.2015.198	Testing a machine-learning algorithm to predict the persistence and severity of major depressive disorder from baseline self-reports	109	2016
23	10.30773/pi.2018.08.27	Use of a machine learning algorithm to predict individuals with suicide ideation in the general population		2018
24	10.1038/tp.2017.38	Utilization of machine learning for prediction of post-traumatic stress: A re-examination of cortisol in the prediction and pathways to non-remitting PTSD		2017

Tabla1 – Artículos seleccionados. Fuente: Elaboración propia.

## 2. Resultados de la revisión sistemática de la literatura

Para dar respuesta a las preguntas de investigación planteadas, se realizó la lectura completa de los 24 artículos seleccionados con la metodología descrita anteriormente, a cada uno de éstos se les construyó una ficha técnica en la que se incluyeron los componentes más relevantes, tales como el propósito general del artículo, cómo daba respuesta a la(s) pregunta(s) de investigación, qué preguntas quedaban sin responder y el resumen. Adicional se construyó una tabla de características matricial en la cual se

relacionaba cada artículo con las 5 preguntas planteadas con el fin de sintetizar, resumir e interpretar de manera más clara las respuestas a las preguntas de investigación.

**P1.** ¿Cuáles son los principales modelos estadísticos utilizados para la predicción de la depresión?

Por la naturaleza y complejidad de la depresión, se vuelve indispensable validar, probar y mezclar diferentes metodologías que ayuden a integrar variables de diferente índole para poder obtener los resultados más precisos posibles a la hora de apoyar al sector salud en el diagnóstico/gestión de la salud mental. (Kumar & Chong, 2018a).

Se observa que en 6 de los artículos analizados utilizaron la metodología de random forest (Artículos 2,5,8,12,21,23 descritos en la tabla 1) como metodología para la predicción de la depresión. Alcanzando precisiones de hasta el 78% con este tipo de metodologías por su capacidad de categorizar y representar las diferentes condiciones de los individuos a analizar (Ryu et al., 2018).

Adicionalmente se observa que la metodología SVM o Maquina de soporte vectorial también hace parte de las más utilizadas según la literatura, a la hora de predecir la depresión como lo evidencian los artículos (8,12,13,18,20,21). Sin embargo, es importante aclarar que la inclusión de variables biológicas y de neuroimágenes a este

tipo de modelos podría mejorar significativamente su precisión (O’Halloran et al., 2016)

La regresión, con sus diferentes adaptaciones, principalmente la lineal y la logística hacen parte también de las más utilizadas a la hora de clasificar o predecir individuos con alguna confición específica en este caso la depresión, se observa que en los artículo2 1,8,6,4,15,16,20 las utilizan para perfilar a las personas según sus condiciones mentales.

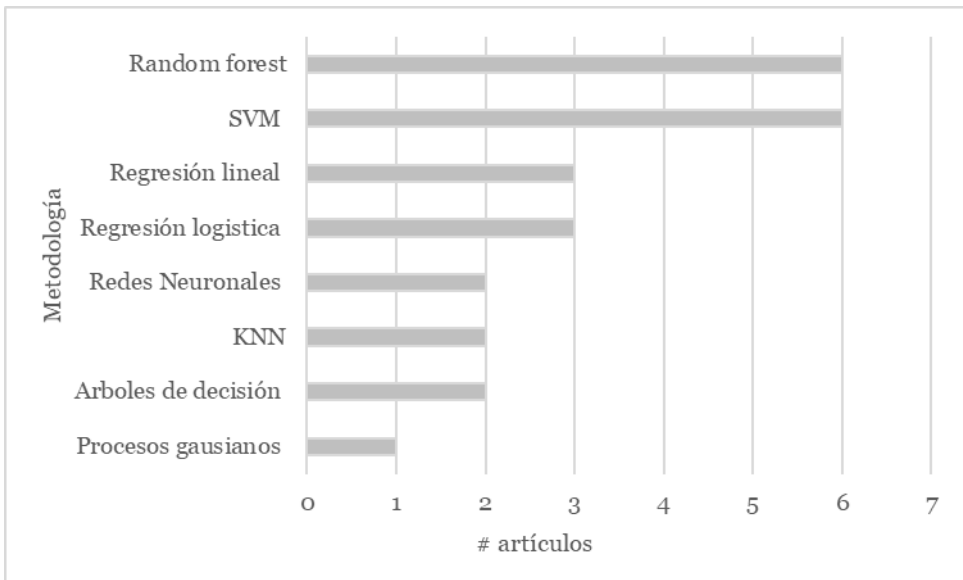


Figura 3 – Metodologías estadísticas. Fuente: Elaboración propia

Es importante tener en cuenta que La regresión requiere una representación suficiente de las colas en la escala objetivo para aprender un patrón predictivo que explique el rango completo de la escala. (Koutsouleris et al., 2018).

Las redes neuronales, árboles de decisión y los procesos gaussianos, y los clústeres son a su vez metodologías que también han sido utilizadas según la literatura, para este tipo de metodologías la recopilación de más datos es útil para tener un conjunto de datos completo con casos con firmados de transición de un estado saludable a un deterioro cognitivo, lo cual es necesario para construir modelos de predicción precisos.(Alberdi et al., 2018)

**P2.** ¿De los principales modelos estadísticos utilizados para la predicción de la depresión, cuáles tienen mayor precisión?

Según la literatura los modelos estadísticos con mayor precisión a la hora de predecir la depresión son: el SVM (Support vector machine) (Artículos 18,21) principalmente por su sensibilidad a mediciones neuromorfométricas. (Wu et al., 2015)Así mismo la Red

neuronal convolucional hace parte de los modelos más precisos pues admite y procesa de manera efectiva una breve descripción textual de la historia del paciente de la enfermedad actual (Tran & Kavuluru, 2017)

Si bien es importante hacer validaciones para determinar cuál es el mejor modelo, existen herramientas Auto Machine Learning que automáticamente determinan cuáles son los mejores modelos de acuerdo a las variables de entrada. En el artículo 24 relacionan TPOT-FSS que es la primera herramienta de AutoML que ofrece la opción de selección de funciones a nivel de grupo. TPOT-FSS puede identificar el grupo de características más significativo para incluir en la tubería de predicción. Aplicamos TPOT-FSS a datos de RNA-Seq del mundo real para demostrar la identificación de grupos de genes biológicamente relevantes (Galatzer-Levy et al., 2017)

**P3.** ¿Qué variables son indispensables a la hora de predecir la depresión?

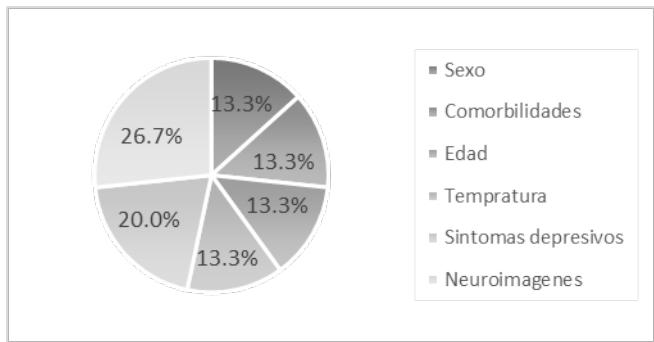


Figura 4 – Variables predictoras. Fuente: Elaboración propia

Entre las principales variables utilizadas para la predicción de la depresión se encuentran las neuroimágenes con su mayor frecuencia, relacionadas en los artículos

9,13,16,18 seguido de los síntomas depresivos relacionados en los artículos 2,15,23. La temperatura y comportamientos atmosféricos aparece también entre las variables utilizadas para predecir la depresión, (artículo 5) adicionalmente el sexo, la edad y las diferentes comorbilidades presentes en los individuos hacen parte de las variables a tener en cuenta.

**P4.** ¿Existen criterios estadísticos para la clasificación de la depresión?

En términos generales no existe un patrón a la hora de clasificar estadísticamente la depresión según la literatura revisada, sin embargo, si hay clasificaciones basadas en información cualitativa y cuestionarios que permiten determinar la complejidad de cada caso y establecer criterios de complejidad a las predicciones.

En el artículo 4, relacionan la escala de clasificación de depresión de asberg (MADRS) la cual se basa en preguntas relacionadas con estados de tristeza, pérdida de sueño, disminución del apetito, dificultades de concentración, pensamientos pesimistas e ideación suicida. (Iniesta et al., 2016a) Adicionalmente en el artículo 1 relacionan la escala de depresión de Beck el cual es un cuestionario de 21 items con escala de tipo Likert, la cual es una escala psicométrica utilizada principalmente en investigaciones sociales. (Jan et al., 2018).

**P5.** ¿Cuál es el estado actual y los desafíos investigativos de los modelos estadísticos aplicados a la predicción de la depresión?

Se evidencia un uso demostrativo de las metodologías para la predicción de la depresión, sin embargo, existen retos a la hora de precisar los diagnósticos sobre depresión, sobre todo en la inclusión de neuroimágenes, pues la organización del cerebro es la causa más próxima de los trastornos psiquiátricos y la neuroimagen proporciona una herramienta invaluable para identificar y caracterizar características clínicamente informativas. (O'Halloran et al., 2016).

## 4. Conclusiones

Los resultados más importantes de la revisión sistemática de la literatura indican que entre las metodologías de *machine learning* con mayor uso para la predicción de la depresión, son los bosques aleatorios, las regresiones logísticas y el vector support machine, así mismo como las redes neuronales y los árboles de decisión, dichas metodología permiten asignar a cada individuo una clasificación de riesgo de padecer depresión lo cual permitiría gestionar a enfermedad de manera diferente, pues se priorizaría la gestión y se realizaría un enfoque de prevención diferenciador.

Las principales variables que deben tenerse en cuenta a la hora de desarrollar dichos modelos, según lo señala la revisión, son los indicadores de neuroimágenes, los síntomas depresivos como la tristeza o percepciones individuales pesimistas, la temperatura del ambiente, cuya variable resulta significativa a la hora de interpretar estados emocionales depresivos en las personas (Kumar & Chong, 2018a) Y las variables sociodemográficas como edad y género así mismo como el estado de salud.

Si bien existen escalas de clasificación de la depresión, en su mayoría están basados en preguntas cualitativas las cuales pueden verse sesgadas por la interpretación de cada

persona. No hay evidencia de metodologías estadísticas rigurosas las cuáles permitan clasificar con un alto grado de precisión los diferentes estadios de la depresión.

## Referencias

- Aladag, A. E., Muderrisoglu, S., Akbas, N. B., Zahmacioglu, O., & Bingol, H. O. (2018). Detecting suicidal ideation on forums: Proof-of-concept study. *Journal of Medical Internet Research*, 20(6). <https://doi.org/10.2196/jmir.9840>
- Alberdi, A., Weakley, A., Schmitter-Edgecombe, M., Cook, D. J., Aztiria, A., Basarab, A., & Barrenechea, M. (2018). Smart Home-Based Prediction of Multidomain Symptoms Related to Alzheimer's Disease. *IEEE Journal of Biomedical and Health Informatics*, 22(6), 1720–1731. <https://doi.org/10.1109/JBHI.2018.2798062>
- Barros, J., Morales, S., Echávarri, O., García, A., Ortega, J., Asahi, T., Moya, C., Fischman, R., Maino, M. P., & Núñez, C. (2017a). Suicide detection in Chile: Proposing a predictive model for suicide risk in a clinical sample of patients with mood disorders. *Revista Brasileira de Psiquiatria*, 39(1), 1–11. <https://doi.org/10.1590/1516-4446-2015-1877>
- Barros, J., Morales, S., Echávarri, O., García, A., Ortega, J., Asahi, T., Moya, C., Fischman, R., Maino, M. P., & Núñez, C. (2017b). Suicide detection in Chile: Proposing a predictive model for suicide risk in a clinical sample of patients with mood disorders. *Revista Brasileira de Psiquiatria*, 39(1), 1–11. <https://doi.org/10.1590/1516-4446-2015-1877>
- Castro, H. M. L. (2005). *REVISTA DE PSIQUIATRIA Y SALUD MENTAL HERMILIO VALDIZAN ESTIGMA Y ENFERMEDAD MENTAL: UN PUNTO DE VISTA HISTORICO-SOCIAL*.
- Dinga, R., Marquand, A. F., Veltman, D. J., Beekman, A. T. F., Schoevers, R. A., van Hemert, A. M., Penninx, B. W. J. H., & Schmaal, L. (2018). Predicting the naturalistic course of depression from a wide range of clinical, psychological, and biological data: a machine learning approach. *Translational Psychiatry*, 8(1). <https://doi.org/10.1038/s41398-018-0289-1>
- Galatzer-Levy, I. R., Ma, S., Statnikov, A., Yehuda, R., & Shalev, A. Y. (2017). Utilization of machine learning for prediction of post-traumatic stress: A re-examination of cortisol in the prediction and pathways to non-remitting PTSD. *Translational Psychiatry*, 7(3). <https://doi.org/10.1038/tp.2017.38>
- Iniesta, R., Malki, K., Maier, W., Rietschel, M., Mors, O., Hauser, J., Henigsberg, N., Dernovsek, M. Z., Souery, D., Stahl, D., Dobson, R., Aitchison, K. J., Farmer, A., Lewis, C. M., McGuffin, P., & Uher, R. (2016a). Combining clinical variables to optimize prediction of antidepressant treatment outcomes. *Journal of Psychiatric Research*, 78, 94–102. <https://doi.org/10.1016/j.jpsychires.2016.03.016>



- Iniesta, R., Malki, K., Maier, W., Rietschel, M., Mors, O., Hauser, J., Henigsberg, N., Dernovsek, M. Z., Souery, D., Stahl, D., Dobson, R., Aitchison, K. J., Farmer, A., Lewis, C. M., McGuffin, P., & Uher, R. (2016b). Combining clinical variables to optimize prediction of antidepressant treatment outcomes. *Journal of Psychiatric Research*, 78, 94–102. <https://doi.org/10.1016/j.jpsychires.2016.03.016>
- Jan, A., Meng, H., Gaus, Y. F. B. A., & Zhang, F. (2018). Artificial Intelligent System for Automatic Depression Level Analysis Through Visual and Vocal Expressions. *IEEE Transactions on Cognitive and Developmental Systems*, 10(3), 668–680. <https://doi.org/10.1109/TCDS.2017.2721552>
- Jin, H., Wu, S., & di Capua, P. (2015). Development of a clinical forecasting model to predict comorbid depression among diabetes patients and an application in depression screening policy making. *Preventing Chronic Disease*, 12(9). <https://doi.org/10.5888/pcd12.150047>
- Koutsouleris, N., Kambeitz-Ilankovic, L., Ruhrmann, S., Rosen, M., Ruef, A., Dwyer, D. B., Paolini, M., Chisholm, K., Kambeitz, J., Haidl, T., Schmidt, A., Gillam, J., Schultze-Lutter, F., Falkai, P., Reiser, M., Riecher-Rössler, A., Upthegrove, R., Hietala, J., Salokangas, R. K. R., ... Borgwardt, S. (2018). Prediction Models of Functional Outcomes for Individuals in the Clinical High-Risk State for Psychosis or with Recent-Onset Depression: A Multimodal, Multisite Machine Learning Analysis. *JAMA Psychiatry*, 75(11), 1156–1172. <https://doi.org/10.1001/jamapsychiatry.2018.2165>
- Kumar, S., & Chong, I. (2018a). Correlation analysis to identify the effective data in machine learning: Prediction of depressive disorder and emotion states. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 15(12). <https://doi.org/10.3390/ijerph15122907>
- Kumar, S., & Chong, I. (2018b). Correlation analysis to identify the effective data in machine learning: Prediction of depressive disorder and emotion states. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 15(12). <https://doi.org/10.3390/ijerph15122907>
- Le, T. T., Fu, W., & Moore, J. H. (2020). Scaling tree-based automated machine learning to biomedical big data with a feature set selector. *Bioinformatics*, 36(1), 250–256. <https://doi.org/10.1093/bioinformatics/btz470>
- Oh, J., Yun, K., Hwang, J. H., & Chae, J. H. (2017). Classification of Suicide Attempts through a Machine Learning Algorithm Based on Multiple Systemic Psychiatric Scales. *Frontiers in Psychiatry*, 8. <https://doi.org/10.3389/fpsy.2017.00192>
- O'Halloran, R., Kopell, B. H., Sprooten, E., Goodman, W. K., & Frangou, S. (2016). Multimodal neuroimaging-informed clinical applications in neuropsychiatric disorders. *Frontiers in Psychiatry*, 7(APR). <https://doi.org/10.3389/fpsy.2016.00063>

- Passos, I. C., Mwangi, B., Cao, B., Hamilton, J. E., Wu, M. J., Zhang, X. Y., Zunta-Soares, G. B., Quevedo, J., Kauer-Sant'Anna, M., Kapczinski, F., & Soares, J. C. (2016). Identifying a clinical signature of suicidality among patients with mood disorders: A pilot study using a machine learning approach. *Journal of Affective Disorders*, *193*, 109–116. <https://doi.org/10.1016/j.jad.2015.12.066>
- Patel, M. J., Andreescu, C., Price, J. C., Edelman, K. L., Reynolds, C. F., & Aizenstein, H. J. (2015). Machine learning approaches for integrating clinical and imaging features in late-life depression classification and response prediction. *International Journal of Geriatric Psychiatry*, *30*(10), 1056–1067. <https://doi.org/10.1002/gps.4262>
- Pérez Rave, J. (2012). Revisión Sistemática de Literatura en Ingeniería (Sello Editorial Universidad de Antioquia, Dic. 2012, ISBN: 978-958-714-543-4).
- Pérez Rave, J. (2019). Revisión Sistemática de Literatura en Ingeniería, ampliada y actualizada (Sello Editorial IDINNOV, Dic. 2019, ISBN: 978-958-58897-6-7).
- Redlich, R., Opel, N., Grotegerd, D., Dohm, K., Zaremba, D., Burger, C., Munker, S., Muhlmann, L., Wahl, P., Heindel, W., Arolt, V., Alferink, J., Zwanzger, P., Zavorotnyy, M., Kugel, H., & Dannlowski, U. (2016). Prediction of individual response to electroconvulsive therapy via machine learning on structural magnetic resonance imaging data. *JAMA Psychiatry*, *73*(6), 557–564. <https://doi.org/10.1001/jamapsychiatry.2016.0316>
- Reps, J. M., Schuemie, M. J., Suchard, M. A., Ryan, P. B., & Rijnbeek, P. R. (2018a). Design and implementation of a standardized framework to generate and evaluate patient-level prediction models using observational healthcare data. *Journal of the American Medical Informatics Association*, *25*(8), 969–975. <https://doi.org/10.1093/jamia/ocy032>
- Reps, J. M., Schuemie, M. J., Suchard, M. A., Ryan, P. B., & Rijnbeek, P. R. (2018b). Design and implementation of a standardized framework to generate and evaluate patient-level prediction models using observational healthcare data. *Journal of the American Medical Informatics Association*, *25*(8), 969–975. <https://doi.org/10.1093/jamia/ocy032>
- Ryu, S., Lee, H., Lee, D. K., & Park, K. (2018). Use of a machine learning algorithm to predict individuals with suicide ideation in the general population. *Psychiatry Investigation*, *15*(11), 1030–1036. <https://doi.org/10.30773/pi.2018.08.27>
- Schnyer, D. M., Clasen, P. C., Gonzalez, C., & Beevers, C. G. (2017). Evaluating the diagnostic utility of applying a machine learning algorithm to diffusion tensor MRI measures in individuals with major depressive disorder. *Psychiatry Research - Neuroimaging*, *264*, 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.psychresns.2017.03.003>
- Tran, T., & Kavuluru, R. (2017). Predicting mental conditions based on “history of present illness” in psychiatric notes with deep neural networks. *Journal of Biomedical Informatics*, *75*, S138–S148. <https://doi.org/10.1016/j.jbi.2017.06.010>

- Wahle, F., Kowatsch, T., Fleisch, E., Rufer, M., & Weidt, S. (2016). Mobile sensing and support for people with depression: A pilot trial in the wild. *JMIR MHealth and UHealth*, 4(3). <https://doi.org/10.2196/mhealth.5960>
- Weng, S. F., Reys, J., Kai, J., Garibaldi, J. M., & Qureshi, N. (2017). Can Machine-learning improve cardiovascular risk prediction using routine clinical data? *PLoS ONE*, 12(4). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0174944>
- Wu, M. J., Wu, H. E., Mwangi, B., Sanches, M., Selvaraj, S., Zunta-Soares, G. B., & Soares, J. C. (2015). Prediction of pediatric unipolar depression using multiple neuromorphometric measurements: A pattern classification approach. *Journal of Psychiatric Research*, 62, 84–91. <https://doi.org/10.1016/j.jpsychires.2015.01.015>

# Descubrimiento de la verdad para la detección de reclamaciones fraudulentas o falsas afirmaciones: Una revisión sistemática de literatura

Melissa Viana Henao<sup>1</sup>, Lillyana María Giraldo Marín<sup>2</sup>,  
Herman Horacio Jaramillo Villegas<sup>3</sup>

[mvianah1@gmail.com](mailto:mvianah1@gmail.com); [imgiraldo@udem.edu.co](mailto:imgiraldo@udem.edu.co); [hjaramillo@udem.edu.co](mailto:hjaramillo@udem.edu.co)

<sup>1</sup> Estudiante Maestría en Modelación y Ciencia Computacional, Universidad de Medellín, Antioquia, Colombia

<sup>2</sup> Profesor titular, Facultad de Ingenierías, Universidad de Medellín, Antioquia, Colombia

<sup>3</sup> Profesor, Facultad de Ciencias Básicas, Universidad de Medellín, Antioquia, Colombia

**Pages: 377-389**

**Resumen:** Los sistemas de Peticiones, Quejas, Reclamos y Sugerencias (PQRS), son mecanismos que utilizan los clientes o usuarios para dar a conocer la percepción y/o conformidad con respecto a un bien o servicio. Sin embargo, cuando una persona o entidad realiza falsas afirmaciones y por ende reclamos engañosos para obtener una compensación o beneficios a los que no tiene derecho, se conoce como fraude. Este trabajo pretende revisar e indagar el estado documental de investigaciones realizadas con referencia al tema de interés. La metodología de análisis está basada en el levantamiento de información científica que se ha publicado en el periodo 2015-2020. Se plantea una ecuación de búsqueda, 5 preguntas de investigación y en un proceso de varias fases se seleccionaron 17 documentos de relevantes.

**Palabras-clave:** reclamos, falsas afirmaciones, reclamos abusivos, detección de fraudes, descubrimiento de la verdad.

## *Truth Discovery for False Claims Detection: A Systematic Literature Review*

**Abstract:** The Petitions, Complaints, Claims and Suggestions (PCCS) systems are mechanisms that clients or users use to publicize the perception and/or conformity with respect to a good or service. However, when a person or entity makes false claims and therefore misleading claims to obtain compensation or benefits to which they are not entitled, it is known as fraud. This work aims to review and investigate the documentary status of investigations carried out with reference to the subject. The analysis methodology is based on the collection of scientific information that has been published in the period 2015-2020. A search equation is proposed, 5 research questions and in a process of several phases, 17 relevant documents were selected.

**Keywords:** claims, false claims, abusive claims, fraud detection, truth discovery.

## 1. Introducción

Los sistemas de Peticiones, Quejas, Reclamos y Sugerencias (PQRS) son una herramienta que tienen las instituciones para conocer la percepción y/o conformidad de los usuarios o grupos de interés con respecto a un bien o servicio. En Colombia, este es un derecho que tienen todos los usuarios y está respaldado por el artículo 23 de la Constitución Política de Colombia (1991), también por la Ley 1755 de 2015 por medio de la cual se regula el Derecho Fundamental de Petición, por la Circular Única de la Superintendencia de Industria y Comercio y por la Ley 1328 de 2009 donde se consagró un régimen especial de protección a los consumidores financieros.

Desde esa perspectiva, las reclamaciones se definen como una “oposición o contradicción que se hace a algo considerado injusto, o que no se consiente.” (Real Academia Española, s.f., definición 3). Sin embargo, cuando una persona o entidad realiza falsas afirmaciones y por ende reclamos engañosos para obtener una compensación o beneficios a los que no tiene derecho, se conoce como fraude (Roy & George, 2017).

En los últimos años, con la difícil situación económica que atraviesa la mayor parte del mundo, los medios de comunicación han informado cada vez más sobre prácticas engañosas y fraudulentas que han afectado principalmente al sector de los seguros. Un estudio empírico afirmó que las reclamaciones fraudulentas representan casi el 15% de las reclamaciones totales en la industria de seguros. Solo en los Estados Unidos, las estafas en seguros médicos han causado pérdidas por más de 30 mil millones de dólares. Por otro lado, La Asociación de Aseguradoras Británicas también ha informado que en el sector de los seguros del Reino Unido las estafas en las reclamaciones de seguros han provocado una pérdida monetaria de más de mil millones de libras al año. Y de manera equivalente, otro informe señaló que la industria de salud de la India pierde alrededor de 6 a 8 mil millones como resultado de reclamos falsificados (Kareem et al., 2018).

Similarmente, el uso de falsas afirmaciones o reclamaciones de usuarios están teniendo lugar en los medios de comunicación sociales y así como se presenta en el sector de los seguros, la desinformación, los rumores, los engaños y las mentiras se han vuelto desenfrenados principalmente debido a la capacidad de difundir información rápidamente a través de la Web y las redes sociales (Shiralkar et al., 2017).

El presente trabajo tiene como objetivo revisar e indagar el estado documental de investigaciones realizadas con referencia a la detección de falsas afirmaciones y reclamaciones fraudulentas, donde se pretende poder hallar técnicas que sean escalables a diferentes contextos. El documento presenta la revisión de literatura e incluye el apartado de la metodología, en el cual se detalla la búsqueda de información y se caracterizan los documentos encontrados. Adicionalmente se presentan las conclusiones y referencias utilizadas.

## 2. Metodología

La técnica seleccionada para realizar la exploración bibliográfica fue la revisión sistemática de literatura (RSL) siguiendo la propuesta realizada por el autor Jorge Iván Pérez Rave en su publicación Revisión Sistemática de Literatura en Ingeniería (Pérez, 2012) y mejorada posteriormente en su segunda edición Revisión Sistemática de Literatura en Ingeniería Ampliada y Actualizada (Pérez, 2019).

Para el desarrollo de la metodología se tuvieron en cuenta las siguientes fases: definición de la búsqueda, ejecución de la búsqueda y resultados de la revisión sistemática de literatura.

### 2.1. Definición de la búsqueda

Con la intención de explorar la literatura científica existente sobre el descubrimiento de la verdad para la detección de reclamaciones fraudulentas o falsas afirmaciones, se plantearon las siguientes preguntas de investigación:

P1. ¿Qué campos de aplicación se observan en los artículos publicados sobre la detección de reclamaciones fraudulentas o falsas afirmaciones?

P2. ¿Qué metodologías se han empleado para detectar reclamaciones fraudulentas o falsas afirmaciones o en los artículos publicados?

P3. ¿Qué técnicas de validación se han utilizado en los artículos publicados para detectar reclamaciones fraudulentas o falsas afirmaciones?

P4. ¿Qué herramientas se han utilizado para implementar técnicas de detección de reclamaciones fraudulentas o falsas afirmaciones?

P5. ¿Cuál es el estado actual y los desafíos investigativos de la detección de reclamaciones fraudulentas o falsas afirmaciones?

### 2.2. Ejecución de la búsqueda

Para llevar a cabo la exploración bibliográfica se utilizaron las bases de datos *Scopus* e *IEEE*, ya que son reconocidas en la comunidad científica por albergar artículos de utilidad en el entorno académico. La ecuación de búsqueda que se planteó fue la siguiente:

(1)(*detect fraudulent claims*) OR (*detect abusive claims*)OR(*false claims*)

Los criterios de inclusión considerados en los motores de búsqueda se detallan a continuación:

Base de Datos	Criterios de inclusión			
	Campo de Búsqueda	Idioma	Tipo de documento	Etapas de la publicación
<i>Scopus</i>	Título	Inglés	Artículos	Final
<i>IEEE</i>	Todos los metadatos	Sin filtros	Sin filtros	Sin filtros

Fuente: elaboración propia

Tabla 1 – Filtros aplicados a las bases de datos

El total de artículos encontrados para cada una de las bases de datos se muestran en la tabla 2:

Base de datos	Cantidad de artículos
Scopus	216
IEEE	300
<b>Total</b>	<b>516</b>

Fuente: elaboración propia

Tabla 2 – Cantidad de artículos encontrados con la ecuación de búsqueda.

Para los 516 documentos encontrados se realizó un proceso de exclusión que contemplaba los siguientes criterios: primero, identificar repetidos a través del título del artículo o el DOI y descartarlos; segundo, omitir todos aquellos para los cuáles no estaba disponible el resumen; tercero, apartar las publicaciones realizadas durante el año en curso (2021); cuarto, leer todos los títulos y resúmenes de los artículos y prescindir de aquellos que no tuvieran relación con el tema de interés (falsas afirmaciones o reclamaciones fraudulentas). De esa forma se logró una reducción significativa de los documentos, quedando con un 21.5% de los artículos encontrados inicialmente.

### 2.2.1. Vigencia del Tema

En el gráfico de líneas de la figura 1, se indica el número de publicaciones por año que se ha realizado sobre la detección de reclamaciones fraudulentas o falsas afirmaciones a lo largo del tiempo. Allí se puede observar que la publicación más antigua corresponde al año de 1982. Adicionalmente, durante el transcurso del tiempo se ve un aumento gradual en el número de publicaciones, pero a partir del 2015 se empieza a presentar un aumento significativo con respecto a los años anteriores. Sin embargo, es de resaltar que a partir del año 2018 hay un cambio radical en la tendencia y se vuelve creciente.



Figura 1 – Número de publicaciones por año.

Fuente: elaboración propia



### 2.2.2. Artículos a revisar

Al 21.5% de los artículos seleccionados, se les aplicó nuevamente algunos criterios de selección, el primero de ellos hacía referencia a los artículos que tuvieran al menos una citación y el segundo a los publicados en los últimos 6 años, es decir, durante el periodo de 2015-2020. Después de haber aplicado dicho proceso de exclusión, se obtuvo que el número total de documentos se redujo a 33 y sobre ellos se realizó un diagrama de Pareto.

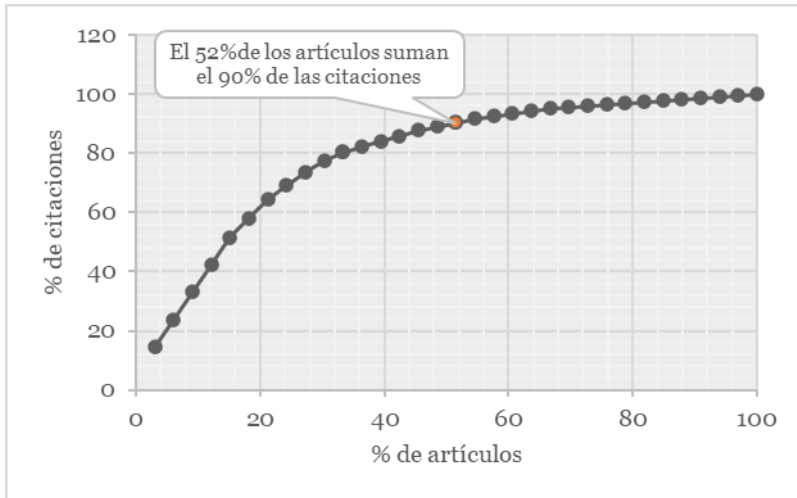


Figura 2 – “Espacio literario relevante”.

Fuente: elaboración propia basada en la metodología de Pérez-Rave.

La figura 2 nos permite concluir que, de los 33 documentos seleccionados el 52% (17 artículos) representan el 90% de las citaciones sobre el tema, es decir, lo poco vital que se traduce en nuestro espacio literario relevante.

ID	Título	Autores	Número de citas
1	Topic-Aware Social Sensing with Arbitrary Source Dependency Graphs	Huang C, Wang D.	33
2	A Novel Method for Fraudulent Medicare Claims Detection from Expected Payment Deviations (Application Paper)	Bauder RA, Khoshgoftaar TM	21
3	Fraud detection in health insurance using data mining techniques	Rawte V, Anuradha G.	21
4	Towards Time-Sensitive Truth Discovery in Social Sensing Applications	Huang C, Wang D, Chawla N.	21
5	On Scalable and Robust Truth Discovery in Big Data Social Media Sensing Applications	Zhang D, Wang D, Vance N, Zhang Y, Mike S.	21
6	Spatial-Temporal Aware Truth Finding in Big Data Social Sensing Applications	Huang C, Wang D.	15

ID	Título	Autores	Número de citas
7	A Probabilistic Programming Approach for Outlier Detection in Healthcare Claims	Bauder RA, Khoshgoftaar TM.	14
8	Towards Emotional-Aware Truth Discovery in Social Sensing Applications	Marshall J, Wang D.	11
9	Medicare Fraud Detection Using Machine Learning Methods	Bauder RA, Khoshgoftaar TM.	10
10	Hardness-Aware Truth Discovery in Social Sensing Applications	Marshall J, Syed M, Wang D.	9
11	Data Sampling Approaches with Severely Imbalanced Big Data for Medicare Fraud Detection	Bauder RA, Khoshgoftaar TM, Hasanin T.	6
12	Finding Streams in Knowledge Graphs to Support Fact Checking	Shiralkar P, Flammini A, Menczer F, Ciampaglia GL.	5
13	Framework for the identification of fraudulent health insurance claims using association rule mining	Kareem S, Ahmad RB, Sarlan AB.	4
14	Detecting insurance claims fraud using machine learning techniques	Roy R, George KT.	4
15	Health Care Insurance Fraud Detection Using Blockchain	Saldamli G, Reddy V, Bojja KS, Gururaja MK, Doddaveerappa Y, Tawalbeh L.	4
16	Fraud detection and frequent pattern matching in insurance claims using data mining techniques	Verma A, Taneja A, Arora A.	3
17	Extreme Gradient Boosting Machine Learning Algorithm for Safe Auto Insurance Operations	Dhieb N, Ghazzai H, Besbes H, Massoud Y.	3

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3 – Artículos seleccionados.

### 2.3. Resultados de la revisión sistemática de literatura

Para dar respuesta a las preguntas de investigación que se plantearon, se realizó una lectura completa de los 17 artículos que se indicaron anteriormente y sobre cada uno de ellos se construyó una ficha técnica que resumía principalmente el propósito general del trabajo, la forma en la que dio respuesta a la pregunta de investigación, los principales hallazgos y el trabajo futuro que se propuso. Adicionalmente se elaboró una tabla de características para indicar cómo cada artículo respondía a las preguntas de investigación que se formularon para esta revisión sobre la detección de reclamaciones fraudulentas o falsas afirmaciones. A continuación, se presentan los hallazgos para cada una de las preguntas formuladas:

**P1. ¿Qué campos de aplicación se observan en los artículos publicados sobre la detección de reclamaciones fraudulentas o falsas afirmaciones?**

En los documentos examinados para la revisión sistemática de literatura, se encontraron diferentes campos de aplicación para detectar reclamaciones fraudulentas o falsas afirmaciones, sin embargo, llama la atención que la mayoría se puede agrupar en dos temáticas generales, los seguros y la detección social aplicada en Twitter (94.1%). Con respecto a los seguros, encontramos que la mayoría de los casos hace referencia al programa federal de Estados Unidos, Medicare, el cual ha sido reconocido por atender un gran número de reclamaciones engañosas. Respectivamente, los casos de detección social aplicada en Twitter, utilizaron en su gran mayoría datos del atentado en la Maratón de Boston con una bomba, del atentado contra la revista Charlie Hebdo en París y del tiroteo en Oregón.

Por otro lado, el único artículo con una temática diferente (5.9%), propone un enfoque computacional aplicado en la verificación de hechos para ayudar a mitigar los riesgos de la difusión de información masiva errónea y su validación fue aplicada a partir de la base de datos DBpedia, la cual es un repositorio en la web, abierto y gratuito, con información estructurada proveniente de Wikipedia.

A continuación, se relacionan los artículos en los que fueron hallados los distintos campos de aplicación:

<b>Campos de aplicación</b>	<b>Artículos que lo relacionan</b>
<b>Seguros médicos</b>	2,3,7,9,11,13,15,16
<b>Detección social - Twitter</b>	1,4,5,6,8,10,
<b>Seguros de vehículos</b>	14,17
<b>DBpedia</b>	12

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4– Áreas de aplicación

**P2. ¿Qué metodologías se han empleado para detectar reclamaciones fraudulentas o falsas afirmaciones en los artículos publicados?**

Con base en los documentos analizados, se identificaron varias metodologías para la detección de reclamaciones fraudulentas o falsas afirmaciones. Para la temática de la detección social aplicada en Twitter, generalmente se hizo la propuesta de algoritmos de Maximización de Expectativas (EM) con diferentes variaciones como el tema, el tiempo, las emociones, la dureza, lo espacio - temporal y la verdad escalable y robusta. Dichos algoritmos fueron comparados en la mayoría de los casos contra las técnicas de EM regular (1,6,8,10), Average\_Log (5,8,10), Voting (1,8,10), The Sums (6,8,10) y TruthFinder (1,5).

Algoritmos	Artículos que lo relacionan
(TA-EM): maximización de expectativas según el tema	1
(TS-EM): maximización de expectativas sensible al tiempo	4
(SRTD): descubrimiento de la verdad escalable y robusta	5
(ST-EM): maximización de expectativas consciente espacio - temporal	6
(EA-EM): maximización de expectativas consciente de las emociones	8
HA-EM: maximización de expectativas conscientes de la dureza	10

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5 – Algoritmos propuestos para la temática detección social

Para la temática de los seguros, se encontró que las metodologías utilizadas correspondían en su gran mayoría a técnicas de machine learning:

Metodologías	Artículos que lo relacionan
Bosque aleatorio	17,14,11,9
Support Vector Machine (SVM)	2,13,3
Árbol de decisión	17,14,11
Naive Bayes	17,14,9
Reglas de asociación	16,13

Fuente: Elaboración propia

Tabla 6 – Técnicas utilizadas para la temática de los seguros

P3. ¿Qué técnicas de validación se han utilizado en los artículos publicados para detectar reclamaciones fraudulentas o falsas afirmaciones?

Las técnicas de validación más aludidas en los estudios revisados fueron las métricas de recall, F1 y precisión, cada una mencionada en 5 artículos, las cuales representan el 29.4% del total de los documentos revisados; seguido de las medidas de exactitud y matriz de confusión, ambas citadas en 3 de los documentos (17.6%); las técnicas de validación cruzada y área bajo la curva (ROC) fueron referenciadas en 2 de los artículos (11.8%) y finalmente las métricas de precisión equilibrada (BACC), medida G, Kappa de Cohen (Kappa), coeficiente de correlación de Matthews (MCC), clasificación manual de n casos y especificidad (SPC), tan solo fueron mencionadas en uno de los documentos cada una (5.9%). Adicionalmente, es importante mencionar que en 4 de los artículos (23.5%) no se especificó ninguna metodología de validación.

Por otro lado, uno de los artículos proponía una solución basada en blockchain, por lo tanto, las pruebas realizadas hacían referencia al funcionamiento del sistema implementado y por ende no son comparables con las métricas anteriormente presentadas. En ese sentido, no fueron incluidas en la tabla 5. Estas son: validación de HIPAA, prueba unitaria, prueba de regresión y humo, prueba de integración, prueba del sistema y prueba de rendimiento.

Métodos de Validación	Artículos que lo relacionan
Recall	1,9,10,14,17
Medida F1	1,8,9,10,17
Precisión	1, 6,10,14,17
No se especifica ningún método de validación	3,7,13,16
Exactitud	1,14,17
Matriz de confusión	6,14,17
Validación cruzada	2,11
Área bajo la curva (ROC)	11,12
Precisión equilibrada (BACC)	9
Medida G	9
Kappa de Cohen (Kappa)	5
Coefficiente de correlación de Matthews (MCC)	5
Clasificación manual de n casos	4
Especificidad (SPC)	5

Fuente: Elaboración propia

Tabla 7 – Técnicas de Validación

P4. ¿Qué herramientas se han utilizado para implementar técnicas de detección de reclamaciones fraudulentas o falsas afirmaciones?

A partir de la revisión sistemática de literatura, se identificaron una gran variedad de herramientas o softwares que apoyaron la implementación de las metodologías y validaciones de las propuestas de los artículos. Se mencionaron tanto herramientas open source como con suscripciones pagas, softwares para el procesamiento de datos a gran escala, motores de bases de datos, marcos para aplicaciones distribuidas escalables y hasta herramientas para desarrollar aplicaciones blockchain. Sin embargo, en 5 (29.4%) de los artículos (1,3,14,16,17) no se especificó ningún software o no se realizó la implementación de la solución (solo se planteó el problema).



Figura 3 – Herramientas más mencionadas en los artículos

Fuente: elaboración propia

Las 3 herramientas más mencionadas en los diferentes estudios fueron Python con 4 referencias (23.5%), Apollo Social Sensing con menciones en 3 artículos (17.6%) y R con 2 trabajos relacionados (11.8%).

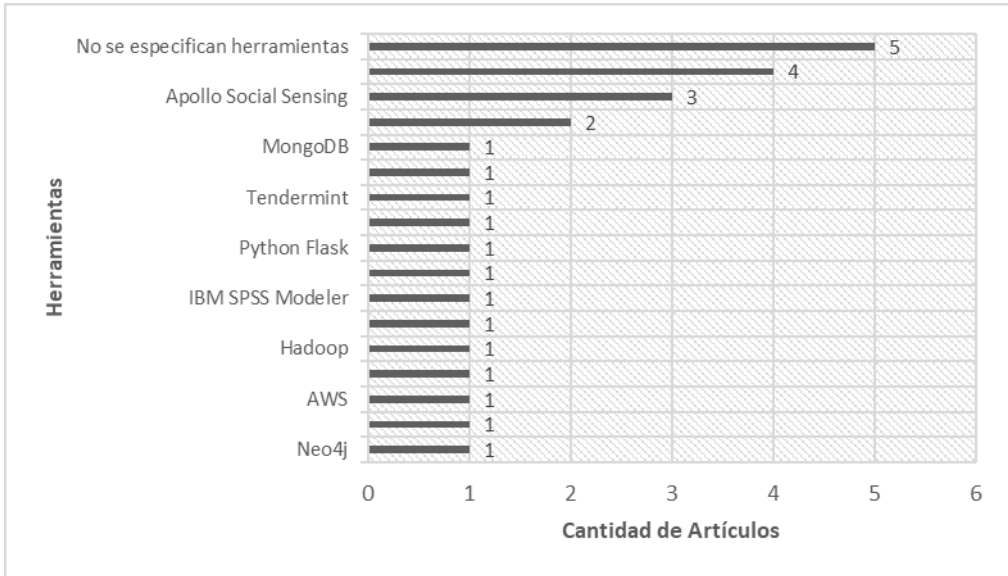


Figura 4 – Herramientas o software  
Fuente: elaboración propia

P5. ¿Cuál es el estado actual y los desafíos investigativos de la detección de reclamaciones fraudulentas o falsas afirmaciones?

Los artículos incluidos en la revisión sistemática dan cuenta de que en este momento existen una gran variedad de soluciones propuestas para abordar el problema de la detección de reclamaciones fraudulentas o falsas afirmaciones, y aunque en la mayoría se han logrado los objetivos, se sigue proponiendo como trabajo futuro la exploración de técnicas que ayuden a mejorar el rendimiento y la precisión de los resultados hasta ahora obtenidos. Sin embargo, también surgen propuestas muy interesantes como intentar desarrollar métodos de detección de fraude que evolucionen a sí mismos, ya que los patrones pueden cambiar con el tiempo. Adicional a esto, aún se puede explorar más a fondo la identificación de fraudes emergentes y el desarrollo de estrategias para la prevención del engaño en las reclamaciones.

Por otro lado, dentro de los principales desafíos encontramos sugerencias que incluyen desde investigar y desarrollar enfoques completamente bayesianos para abordar el problema de la incertidumbre en el descubrimiento de la verdad (1), hasta

modelar las dependencias físicas entre reclamaciones en función de sus ubicaciones geotiquetadas, utilizando servicios basados en la ubicación como Google Maps (5).

Los diferentes autores hacen hincapié en que se deberá seguir lidiando con los problemas tradicionales de desequilibrio de clases, escasos de datos etiquetados a pesar de la gran cantidad de información disponible y la intención de generalizar los procesos de clasificación más allá de los datos de reclamaciones de Medicare (2), aseguradoras de vehículos y las aplicaciones de detección social en Twitter.

### 3. Conclusiones

En los trabajos de investigación se han encontrado una gran variedad de modelos, metodologías, herramientas y campos de aplicación que incluyen estudios comparativos para abordar el problema de las reclamaciones fraudulentas y las falsas afirmaciones, sin embargo, todavía sigue representando un reto explorar técnicas más robustas y precisas, que permitan realizar detecciones tempranas con mayor eficacia para ayudar a mitigar los riesgos de la difusión masiva de información inexacta y de la materialización del fraude.

Para los artículos examinados, se encontraron básicamente aplicaciones en dos temáticas, la primera sobre la detección de reclamaciones fraudulentas en los seguros (médicos o de vehículos), la cual utiliza datos estructurados y la segunda sobre la detección de falsas afirmaciones en medios sociales de comunicación (Twitter), donde se usan datos no estructurados. Sobre esta segunda se aborda un problema esencial en las aplicaciones de detección social que plantea no solo la posibilidad de determinar la veracidad de las afirmaciones, sino también la confiabilidad de las fuentes de datos. Dicho concepto es conocido como descubrimiento de la verdad y sería interesante extender este concepto al desafío de la detección de reclamaciones fraudulentas de seguros o de los sectores que se vean afectados por engaños similares.

Finalmente, de la búsqueda se concluye que la recepción de las reclamaciones de los clientes ya no está teniendo lugar solamente en los medios tradicionales dispuestos por las entidades, sino que también están apareciendo en las plataformas de redes sociales y foros en línea con mayor frecuencia. Por consiguiente, debe evolucionar la forma en que se analizan las reclamaciones fraudulentas en el sector de los seguros y continuar explorando desafíos investigativos como la implementación de la tecnología blockchain y el aprovechamiento de los servicios basados en la ubicación como Google Maps para encontrar dependencias físicas entre las reclamaciones.

### Referencias

- Alsmirat, M., Institute of Electrical and Electronics Engineers. French Section, & Institute of Electrical and Electronics Engineers. (2020). 2020 Seventh International Conference on Software Defined Systems (SDS): Paris, France. April 20-23, 2020. 279.
- Bauder, R. A., & Khoshgoftaar, T. M. (2016). A novel method for fraudulent medicare claims detection from expected payment deviations. Proceedings - 2016 IEEE 17th International Conference on Information Reuse and Integration, IRI 2016, 11–19. <https://doi.org/10.1109/IRI.2016.11>



- Bauder, R. A., & Khoshgoftaar, T. M. (2017a). A probabilistic programming approach for outlier detection in healthcare claims. *Proceedings - 2016 15th IEEE International Conference on Machine Learning and Applications, ICMLA 2016*, 347–354. <https://doi.org/10.1109/ICMLA.2016.28>
- Bauder, R. A., & Khoshgoftaar, T. M. (2017b). Medicare fraud detection using machine learning methods. *Proceedings - 16th IEEE International Conference on Machine Learning and Applications, ICMLA 2017*, 2017-Decem, 858–865. <https://doi.org/10.1109/ICMLA.2017.00-48>
- Bauder, R. A., Khoshgoftaar, T. M., & Hasanin, T. (2018). Data sampling approaches with severely imbalanced big data for medicare fraud detection. *Proceedings - International Conference on Tools with Artificial Intelligence, ICTAI, 2018-Novem*, 137–142. <https://doi.org/10.1109/ICTAI.2018.00030>
- Constitución Política de Colombia [Const]. Art. 23. Julio 7 de 1991 (Colombia). 2da Ed. Editorial Legis.
- Dhieb, N., Ghazzai, H., Besbes, H., & Massoud, Y. (2015). 2014 IEEE International Conference on Vehicular Electronics and Safety, ICVES 2014. 2014 IEEE International Conference on Vehicular Electronics and Safety, ICVES 2014, 0–4. <https://doi.org/10.1109/icves.2016.7548158>
- Huang, C., & Wang, D. (2015). Spatial-Temporal Aware Truth Finding in Big Data Social Sensing Applications. *Proceedings - 14th IEEE International Conference on Trust, Security and Privacy in Computing and Communications, TrustCom 2015*, 2, 72–79. <https://doi.org/10.1109/Trustcom.2015.564>
- Huang, C., & Wang, D. (2016). Topic-Aware Social Sensing with Arbitrary Source Dependency Graphs. *2016 15th ACM/IEEE International Conference on Information Processing in Sensor Networks, IPSN 2016 - Proceedings*. <https://doi.org/10.1109/IPSN.2016.7460724>
- Huang, C., Wang, D., & Chawla, N. (2015). Towards time-sensitive truth discovery in social sensing applications. *Proceedings - 2015 IEEE 12th International Conference on Mobile Ad Hoc and Sensor Systems, MASS 2015*, 154–162. <https://doi.org/10.1109/MASS.2015.39>
- Kareem, S., Ahmad, R. B., & Sarlan, A. B. (2018). Framework for the identification of fraudulent health insurance claims using association rule mining. *2017 IEEE Conference on Big Data and Analytics, ICBDA 2017*, 2018-Janua, 99–104. <https://doi.org/10.1109/ICBDAA.2017.8284114>
- Marshall, J., Syed, M., & Wang, D. (2016). Hardness-aware truth discovery in social sensing applications. *Proceedings - 12th Annual International Conference on Distributed Computing in Sensor Systems, DCOSS 2016*, 143–152. <https://doi.org/10.1109/DCOSS.2016.9>
- Marshall, J., & Wang, D. (2016). Towards Emotional-Aware Truth Discovery in Social Sensing Applications. *2016 IEEE International Conference on Smart Computing, SMARTCOMP 2016*. <https://doi.org/10.1109/SMARTCOMP.2016.7501723>

- Pérez, J. (2012). *Revisión Sistemática de Literatura en Ingeniería*. (Sello Editorial Universidad de Antioquia, dic. 2012, ISBN: 978-958-714-543-4).
- Pérez, J. (2019). *Revisión sistemática de literatura en Ingeniería Ampliada y actualizada*. Segunda Edición, April, 0–183.
- Rawte, V., & Anuradha, G. (2015). Fraud detection in health insurance using data mining techniques. *Proceedings - 2015 International Conference on Communication, Information and Computing Technology, ICCICT 2015*, 14–18. <https://doi.org/10.1109/ICCICT.2015.7045689>
- Roy, R., & George, K. T. (2017). Detecting insurance claims fraud using machine learning techniques. *Proceedings of IEEE International Conference on Circuit, Power and Computing Technologies, ICCPCT 2017*. <https://doi.org/10.1109/ICCPCT.2017.8074258>
- Shiralkar, P., Flammini, A., Menczer, F., & Ciampaglia, G. L. (2017). Finding streams in knowledge graphs to support fact checking. *Proceedings - IEEE International Conference on Data Mining, ICDM, 2017-Novem*, 859–864. <https://doi.org/10.1109/ICDM.2017.105>
- Verma, A., Taneja, A., & Arora, A. (2018). Fraud detection and frequent pattern matching in insurance claims using data mining techniques. *2017 10th International Conference on Contemporary Computing, IC3 2017, 2018-Janua(August)*, 1–7. <https://doi.org/10.1109/IC3.2017.8284299>
- Zhang, D., Wang, D., Vance, N., Zhang, Y., & Mike, S. (2018). On Scalable and Robust Truth Discovery in Big Data Social Media Sensing Applications. *IEEE Transactions on Big Data*, 5(2), 195–208. <https://doi.org/10.1109/tbdata.2018.2824812>

# Contabilidade e Tecnologias Emergentes: Tendências na Profissão, Educação e Modelo de Negócio das Empresas de Contabilidade

Pedro António Ferreira<sup>1</sup>, Ana Teresa Marracho<sup>2</sup>

pedro.ferreira@iscte-iul.pt; teresa1997@msn.com

<sup>1</sup> BRU Iscte – Instituto Universitário de Lisboa, Av. das Forças Armadas, Lisboa, 1649-026, Lisboa, Portugal

<sup>2</sup> Alumni Iscte Business School, Rua Carlos de Oliveira, 9, Vale-flores, 2810-416, Almada, Portugal

Pages: 389-403

**Resumo:** O propósito desta investigação é identificar tendências, fruto da disrupção tecnológica, nos modelos de negócio das empresas de contabilidade e no *skillset* dos profissionais de contabilidade, *lato sensu*, e propor linhas de orientação futuras para a educação daqueles profissionais. Analisa dados diretos recolhidos através de entrevistas a quatro empresas e dados indiretos de 50 documentos obtidos em 30 websites, portais, blogs, canais YouTube e similares. Utiliza a análise de conteúdo como técnica de análise de dados. Os resultados sugerem: (a) que o profissional de contabilidade do futuro deve possuir um sólido portfólio de competências tecnológicas, analíticas e de comunicação, (b) a necessidade de repensar os currículos dos cursos de contabilidade e similares e (c) a existência de várias possibilidades de modelos negócio desde que (re)desenhados e (re)pensados com inteligência e assentes em cinco dimensões: (1) elevado uso de tecnologia, (2) elevada relação de proximidade com o cliente, (3) busca incessante e proativa dos serviços financeiros mais promissores, (4) segmentação inteligente e (5) foco no valor confiança.

**Palavras-chave:** Tecnologias Emergentes; Empresas de Contabilidade; Modelo de Negócio; *Skillset* do Contabilista; Educação em Contabilidade.

## ***Accounting and Emerging Technologies: Trends in Profession, Education and Business Model of Accounting Companies***

**Abstract:** The purpose of this investigation is to identify trends, as a result of technological disruption, in the business models of accounting companies and in the skillset of accounting professionals, *lato sensu*, and to propose future guidelines for the education of those professionals. It analyzes direct data collected through interviews from four companies and indirect data found in 50 documents obtained from 30 websites, portals, blogs, YouTube channels and similar sources. It uses content analysis as data analysis technique. The results suggest that: (a) the accounting professional of the future must have a solid portfolio of technological, analytical and communication skills, (b) there is the need to rethink the curricula of accounting and similar courses and (c) the existence of various possibilities of

business models provided they are (re)designed and (re)thought intelligently and based on five dimensions: (1) high use of technology, (2) high customer proximity, (3) relentless and proactive search for the most promising financial services, (4) intelligent segmentation and (5) focus on trust value.

**Keywords:** Emerging Technologies; Accounting Companies; Business Model; Accountant Skillset; Accounting Education.

## 1. Introdução

O mundo digital faz parte do nosso cotidiano e traz consigo uma série de desafios em todas as vertentes das nossas vidas. Hoje, as organizações enfrentam rápidas mudanças de tecnologia, algumas disruptivas. Antony Jenkins afirma que o mundo de meados do século XXI não é apenas um mundo mais volátil e incerto, mas também que a tecnologia irá certamente modificar a natureza do trabalho e o que pode ser alcançado com ela (White et al., 2017). As “novas” tecnologias prometem fazer as coisas de maneira mais rápida e econômica (White et al., 2017), sendo que o sucesso das empresas depende parcialmente da capacidade de investir, usar e explorar aquelas tecnologias (Cong et al., 2018).

Uma das mudanças neste século decorrente das tecnologias de informação e comunicação é a redução profunda da necessidade de posse de infraestruturas e ativos físicos. O mesmo cenário aplica-se na área da contabilidade. Com o advento de tecnologias cada vez mais sofisticadas e com capacidades disruptivas, surgiram novas empresas de contabilidade com modelos de negócio inovadores (Watson, 2017) e algumas das estabelecidas reinventaram o seu modelo de negócio. Em conexão, as profissões contabilísticas estão sob pressão (Cai & Singh 2019; Kaya et al., 2019; Kokina & Blanchette, 2019; Kruskopf et al., 2019; Marshall & Lambert, 2018) e a educação em contabilidade carece de reinvenção (Alderman, 2019; Kokina & Blanchette, 2019; Pan & Seow, 2016).

Tradicionalmente, a contabilidade foca-se na produção de uma *narrativa estreita e singular*, uma *narrativa repetitiva e pouco ou nada humana* (Frey & Osborne, 2017; Ghio & McGuigan, 2019). Todavia, atualmente, é necessário seguir direções e noções mais humanísticas, como a criatividade, a inovação e o pensamento crítico (Frey & Osborne, 2017; Ghio & McGuigan, 2019) aproveitando as potencialidades da tecnologia.

Neste contexto, o objetivo deste trabalho é identificar as próximas tendências, já em curso, nos modelos de negócio das empresas de contabilidade (MN) e nas profissões contabilísticas e o seu impacto na educação em contabilidade, isto em plena 4ª revolução industrial.

Além desta Introdução, o artigo compreende mais quatro secções: revisão de literatura, metodologia seguida, resultados e discussão e, por fim, conclusões, limitações e sugestões para trabalhos futuros.

## 2. Revisão de Literatura: Do Futuro para o Presente na Contabilidade

**Modelo de Negócio.** Para Adrian Simmons, “*There is not just one definitive business model for accounting firms in the future.*” (Drew, 2015, p. 2) e para Drew (2015), as

principais características do modelo de negócio das empresas de contabilidade do futuro são as seguintes:

- Oferta de serviços de consultoria proativa e confiável, aconselhamento oportuno e desenvolvimento de estratégias de negócios a longo prazo.
- Desenvolvimento de conhecimento em profundidade em setores verticais da indústria. Centralização em nichos de mercado. Exemplo: não centralizar apenas na indústria da restauração, mas na cadeia de serviços rápidos.
- Aplicação do método *value pricing* na definição do valor dos serviços.

Drew (2015) menciona alguns protótipos de possíveis futuros modelos de negócio para as empresas de contabilidade que emergiram, utilizando a ferramenta *Business Model Canvas*, durante a experiência do Thriveal Laboratory - que teve como objetivo testar a hipótese “*there will be multiple successful business models for accounting firms of the future*” (Drew, 2015, p.1). Salientamos quatro:

1. *Filhos de meia-idade e seus pais*: à medida que as pessoas envelhecem, algumas tendem a tornar-se menos capazes de gerir os seus assuntos financeiros. Nestas situações, frequentemente, os filhos começam a auxiliar os pais e podem precisar de ajuda profissional.
2. *Serviços padronizados*: existem indivíduos e empresas que necessitam apenas do básico: contabilidade, preparação de impostos e *payroll*. Este modelo de negócio é projetado para esses clientes, que apenas pretendem “fazê-lo” e não envolve nenhuma forma de aconselhamento.
3. *Plataforma de educação e interação*: plataforma, gerida por contabilistas, de conteúdos educativos, tipo *e-books*, vídeos e publicações de blog sobre finanças e outras temáticas que podem ser do interesse dos seus clientes levando-os a inscreverem-se.
4. *Carteira de clientes baseada em start-ups*: a especialização em *start-ups* é outra possibilidade. O problema tradicional de trabalhar com este tipo de clientes é que, geralmente, não têm dinheiro. Ainda assim, o contabilista podia arriscar e ser pago em ações.


Um exemplo de sucesso da reinvenção do modelo de negócio, inspirado e baseado no poder das novas tecnologias, é o da Bean Ninjas. É uma empresa de contabilistas, online, que oferece serviços de contabilidade e consultoria de negócios apenas para sites de comércio eletrónico, fornecedores de software, agências digitais e similares, ou seja, atua num nicho de mercado (Watson, 2017). Os seus clientes têm negócios digitais, como el própria.

**Profissão.** Na atualidade, a contabilidade, *lato sensu*, é essencialmente uma atividade de pensamento crítico (Kaya et al., 2019). Primeiramente, a contabilidade era manual; posteriormente, foi substituída pelo mecânico e, logo de seguida, pelo eletrónico. Diversos estudos sugerem que uma elevada percentagem do trabalho da contabilidade financeira será automatizada ou até eliminada (BI4ALL, n.d.). As tarefas rotineiras e trabalhosas serão substituídas por tecnologia e robôs, tendo os contabilistas, finalmente, uma oportunidade para se dedicarem à análise estratégica (Kaya et al., 2019; Kokina & Blanchette, 2019) e ao apoio à tomada de decisões de negócio, análises preditivas e monitorização do desempenho.

Contudo, esta oportunidade também é uma ameaça devido (Alderman, 2019) a uma significativa lacuna de competências tecnológicas em profissionais de contabilidade e auditoria *lato sensu*, o que, conseqüentemente, pode levar à diminuição de colocação de estudantes de contabilidade e similares. A título de exemplo, Cai & Singh (2019, pp. 4) alerta para os reduzidos conhecimentos em *blockchain* na profissão: “*One key reason for the lack of blockchain development in accounting is the knowledge gap between blockchain developers and accounting experts.*”

Ferreira (2020) acredita que existem cinco competências essenciais que os contabilistas do futuro devem desenvolver: (1) capacidades de adaptação num cenário de incerteza e mudança constante; (2) pensamento sistemático que permita desvendar questões centrais não evidentes à superfície; (3) boa comunicação, quer com os clientes quer com os colegas; (4) *problem-solving*, saber de onde vêm os dados, como analisá-los e qual o melhor caminho a seguir e (5) aptidão para adoção, exploração e uso das novas tecnologias.

Por decorrência, uma questão que se coloca é a seguinte: como é que a profissão, *lato sensu*, se adaptará às mudanças tecnológicas? Ao longo do tempo, as máquinas demonstraram mais competência que os humanos em *structured problem-solving, routine tasks and arithmetic and other types of mathematics* enquanto que em *unstructured problem-solving* as máquinas ou fazem com dificuldade ou não conseguem fazer. Já os humanos produzem estas tarefas com facilidade (Marshall & Lambert, 2018). De acordo com Marshall & Lambert (2018), deve começar-se a pensar na colaboração entre humanos e máquinas. O principal poder da tecnologia é complementar os humanos, as Pessoas (Daugherty e Wilson, 2018) (Tabela 1).

Liderar	Simpatizar	Criar	Julgar	Treinar	Explicar	Sustentar	Amplificar	Interagir	Incorporar	Efuturar	Repetir	Prever	Adaptar
Atividades apenas Humanas				Humanos complementam as máquinas			Inteligência Artificial dá superpoderes aos Humanos			Atividades somente das Máquinas			
													
<b>Atividades Híbridas Homem-Máquina</b>													

Fonte: Daugherty e Wilson (2018, pp.5)

Tabela 1 – Trabalho Homem-Máquina

Kruskopf et al., (2019, pp. 9), com base na revisão de literatura, identificaram diversos possíveis futuros cargos para o contabilista, nomeadamente: (1) *Blockchain Accountant*; (2) *Historical Accounting Analyst*; (3) *Healthcare Accountant*; (4) *Cybercrime Accountant*; (5) *Analytics Guru*; (6) *Fintech Accountant*; (7) *Data Security Accountant*;

(8) *Fintech City Planner Accountant*; (9) *Cloud Accounting Specialist*; (10) *Strategic Accounting Analyst* e (11) *Systems Integrator*.

Decorrente das novas funções, os contabilistas enfrentarão novos desafios, como a garantia da qualidade dos dados inerente à enorme quantidade de informação disponível que, não obstante as máquinas estarem a assumir o controlo (Kruskopf et al., 2019), é imprescindível.

**Educação.** Os desafios que a profissão enfrenta exigem educação tecnológica, formação permanente (Alderman, 2019) e alteração do ensino da contabilidade (Alderman, 2019; Kokina & Blanchette, 2019; Pan & Seow, 2016).

Após uma revisão crítica das competências, perspetivando o futuro, Pan & Seow (2016) acreditam que os cursos de contabilidade devem incluir: computação em nuvem, arquitetura em nuvem, segurança dos dados, XBRL, programação analítica, mineração de dados e outras competências de tecnologias de informação. Kruskopf et al. (2019, pp. 11) sugere que uma das melhores maneiras de expandir o novo *skillset* em direção ao futuro é através da realização de uma mescla de cursos online disponíveis em plataformas tipo Edx, Coursera, Codecademy entre outras; de cursos em *Open university*; *Training courses offered by own company*; *Youtube-channels*, tais como o *Executive Finance* e *CPA Strength*; *LinkedIn trainings*; *Podcasts*; *Volunteering for leadership or teamwork positions*. Pan & Seow (2016) sugere que também devem ser exploradas outras ferramentas e formas de ensino, como o uso de *smartphones*, *online teaching*, *course modularization* ou até *hybrid of online and physical teaching* (Pan & Seow, 2016).

Resumindo a literatura, as disciplinas a manter e prováveis novas disciplinas da educação universitária em contabilidade são as constantes da Tabela 2.

Disciplinas a manter	Autores	Disciplinas novas	Autores
Disciplinas técnicas	Kruskopf et al. (2019)	Dados e Segurança Programação Nuvem	Kruskopf et al. (2019) Pan & Seow (2016)
		<i>Blockchain</i> Inteligência artificial Automação de processos Estratégia digital	Cai & Singh (2019) Kaya et al. (2019) Kokina & Blanchette (2019) Kruskopf et al. (2019)

Tabela 2 – Potenciais disciplinas a constar nos cursos de contabilidade *lato sensu*

### 3. Metodologia

Esta investigação visa nomear as tendências que se vislumbram no horizonte de possíveis modelos de negócio das empresas de contabilidade, decorrentes da emergência de tecnologias disruptivas, e consequente impacto na profissão e educação em contabilidade. Para tal, é necessário: (a) identificar os serviços financeiros mais promissores nos próximos anos; (b) descobrir o propósito organizacional das empresas de contabilidade do futuro; (c) identificar as futuras competências e funções do profissional da contabilidade e (d) identificar o conteúdo da futura educação do especialista em contabilidade *lato sensu*.



Para concretizar o objetivo, o estudo segue (Cândido & Ferreira, 2020; Tavares & Ferreira, 2020) uma metodologia qualitativa porque analisa dados qualitativos de documentação preexistente e de quatro empresas, visando “identificar” evidências: (a) de práticas similares inovadoras desenvolvidas por empresas pioneiras no uso das tecnologias emergentes, (b) do próximo *skillset* do contabilista e (c) de eventual conteúdo educacional.

Tem subjacente (Tavares & Ferreira, 2020) o interpretativismo como paradigma teórico porque são obtidos, analisados e interpretados dados decorrentes de “casos” individuais de modo a obter conhecimento sobre o fenómeno e explicar os eventos com base nas características descobertas. Deste modo, obtém-se *analytic generalizations* nesta área de estudo pouco desenvolvida (Yin, 2018). Adota (Tavares & Ferreira, 2020) uma abordagem construtivista, mais especificamente o construtivismo pragmático que defende que os gestores organizacionais apenas constroem uma realidade bem-sucedida na prática caso incorporem as quatro dimensões da realidade: factos, possibilidades, valores e comunicação (Jakobsen et al., 2019; Nørreklit et al., 2013; Nørreklit et al., 2010). É um dos mais aplicados na área contabilística/de gestão. O construtivismo, enquanto corrente, padece de pluralidade, ou seja, no limite, existem tantos construtivismos quantos os autores e cada autor constrói o seu. Por inerência, a resposta para uma determinada questão dependerá sempre da formação que se teve e das preferências pessoais de cada indivíduo (Riegler, 2005). É um estudo *híbrido - empírico e conceptual* - e (Colaço et al, 2018) *exploratório* dado que o objetivo é obter um conhecimento profundo e extenso de um fenómeno em particular do qual pouco se sabe (Sekaran & Bougie, 2013). Adaptando a ideia de Yin (2018), e por analogia, a construção de teorias a partir de casos múltiplos geralmente produz teorias mais robustas, generalizáveis e testáveis do que a partir do estudo de caso único (Yin, 2018).

A lógica da recolha e análise de dados está sintetizada na Figura 1.

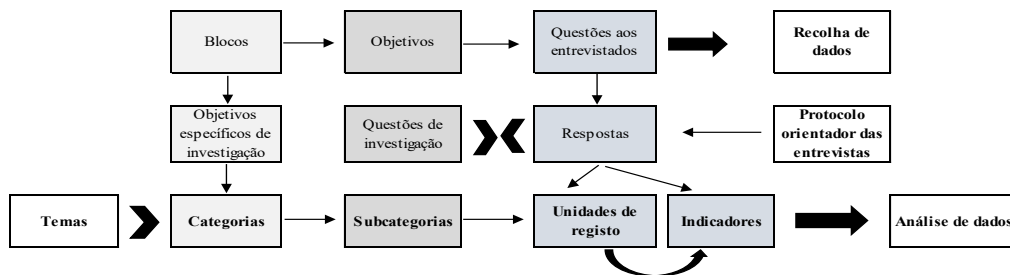


Figura 1 – Lógica da recolha e análise de dados

**Recolha de dados.** Tendo em conta a natureza do objeto de estudo e o tipo de estudo, foram seleccionadas como técnicas de recolha de dados: (1) entrevistas semiestruturadas gravadas e (2) análise documental de documentos preexistentes, disponíveis em diversos suportes, antes e após entrevistas.

*Entrevistas semiestruturadas.* A partir da revisão de literatura e da análise documental prévia, prepararam-se os protocolos orientadores das entrevistas com responsáveis

das empresas (Tabela 3). A seleção dos entrevistados teve como critério a visão que detêm sobre o objeto de estudo. A opção pelas entrevistas adequa-se ao tipo de estudo (Tavares & Ferreira, 2020; Ribeiro et al., 2018; Sekaran e Bougie, 2013) e deve-se ao facto de possibilitarem um discurso mais espontâneo do que um discurso preparado (Bardin, 2009). Devido à pandemia COVID-19, as entrevistas foram realizadas através de ferramentas online (Zoom, Google Meet e Microsoft Teams) de 19 a 21 de agosto de 2020 e duraram entre 45 minutos (empresas de tecnologias) a 1h30 (empresas de contabilidade). Foram conduzidas em linha com as seguintes diretrizes: colocação de perguntas imparciais; esclarecimento de questões e realização de apontamentos durante entrevista (Sekaran & Bougie, 2013).

*Análise documental.* Foram também analisados 50 documentos obtidos de 30 websites, portais, blogs, canais YouTube e similares, nomeadamente artigos de opinião - técnicos e não técnicos -, notícias, entrevistas, vídeos e *post's* de blogs das empresas, para: (a) contextualizar e preparar os protocolos de entrevistas e (b) esclarecer e confrontar com a informação obtida nas entrevistas. Esta segunda técnica de análise de informação robustece a validade do estudo (Merriam, 2002). A análise de documentos preexistentes é vantajosa na medida em que aqueles já estão disponíveis de forma independente da situação em análise (Merriam, 2002).

Entidade	Idade	Profissão	Nº de Páginas da Entrevista Transcrita
Pedro José (PJ)	37	Partner na Conceito	7 páginas
Gabriel Manes (GM)	32	Gerente executivo na Conta Azul	11 páginas
Adriano Ferreira (AF)	47	Senior Marketing Manager na Thomson Reuters - Domínio	9 páginas
Ricardo Ramos (RR)	43	Marketing Intelligence na Qlik	9 páginas

Tabela 3 – Caracterização dos sujeitos dos entrevistados

**Análise de dados.** Para a análise de dados recorreu-se à análise de conteúdo (Ribeiro et al., 2018). Esta é um conjunto de técnicas de análise de comunicações que visa obter, por procedimentos sistemáticos e objetivos de escrutínio do conteúdo das mensagens, indicadores que permitam a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção/receção destas mensagens (Bardin, 2009, pp. 44). De um modo geral, a análise de conteúdo persegue a superação da incerteza e o enriquecimento da leitura, ou seja, o desejo de rigor e necessidade de descobrir, de adivinhar, de ir além das aparências. Possui a função de “administração da prova” – é a análise de conteúdo para “servir de prova” (Bardin, 2009).

A análise de conteúdo aplica-se a situações de comunicação dual (diálogo), como sejam as entrevistas semiestruturadas, em suporte escrito e oral, realizadas neste estudo. Para que a análise seja válida, as regras de categorização devem ser: homogêneas, exaustivas, exclusivas, objetivas e adequadas ou pertinentes (Bardin, 2009). Existem diversas técnicas de análise de conteúdo. Neste estudo aplica-se a técnica categorial complementada pela técnica das relações. Em consonância, os dados recolhidos foram,

*primeiro*, reduzidos e agrupados (Merriam, 2002) e, *depois*, analisados e relacionados e extraídas as conclusões.

**Testes.** Foram efetuados três testes ao longo do estudo para garantir a qualidade do desenho da investigação: validade das construções durante a recolha da evidência e composição; validade interna durante a análise de dados (critério: coerência) e validade externa (critérios: múltiplas vozes e múltiplas fontes). As táticas aplicadas durante os testes foram: utilização de múltiplas fontes; técnicas de *pattern matching*; utilização, por analogia, da lógica da replicação em múltiplos estudos de caso; elaboração de protocolos de investigação e criação duma base de dados. O surgimento de dúvidas originou uma nova pesquisa para as esclarecer (Yin, 2018).

#### 4. Resultados e Discussão

Este estudo abrange quatro empresas de excelência: a Conceito e a Conta Azul, na categoria de vozes de empresas de contabilidade, e a Thomson Reuters-Domínio e a Qlik na categoria de vozes de empresas de tecnologias.

A **Conceito** presta serviços, em *outsourcing*, nas áreas de contabilidade, fiscalidade, recursos humanos, tesouraria e apoio geral à gestão, tendo iniciado a sua atividade em 1982. Conta com 300 técnicos com elevados níveis de qualificação. Recentemente, desenvolveu uma solução de desmaterialização documental, *workflow* de faturas contabilidade automatizada: o Digiup. Afirma-se como “uma empresa que antecipou o futuro da contabilidade” (Pedro José).

A **Conta Azul** apresenta-se como “a plataforma que conecta tudo o que você precisa para a gestão do seu negócio”. Surgiu no Brasil em 2007. Segundo os seus responsáveis, a Conta Azul distingue-se dos restantes *players* em 4 pontos-chave: “Tudo num só lugar”; “Aprender para empreender”; “Segurança para os seus dados” e “Equipa dedicada”. “Acredita que todo o dono de um negócio merece o sucesso.”. 800 mil empresas já adquiriram os serviços desta *start-up* (Gabriel Manes).

A **Qlik** é uma multinacional que ajuda as empresas a serem mais rápidas na tomada de decisão e a trabalharem de maneira mais inteligente. É líder mundial no Quadrante Mágico da Gartner para *Business Intelligence* (BI) e *Analytics* pelo 10<sup>o</sup> ano consecutivo. Sustenta que a sua plataforma é a única no mercado que “permite a exploração aberta e orientada pela curiosidade, dando a todos - em qualquer nível de habilidade - a capacidade de fazer descobertas reais que levam a resultados reais e mudanças transformadoras.” Têm diversas crenças, uma delas é “Acreditamos que os dados são a nova linguagem dos negócios.” (Ricardo Ramos).

A **Thomson Reuters-Domínio** garante que há 20 anos que torna mais produtivo e inteligente o dia a dia dos contabilistas no Brasil ao colocar à sua disposição sistemas integrados, inteligentes e eficientes. É referência nacional no desenvolvimento de sistemas de contabilidade e fornece mais de 20 mil contabilistas. Esta aliança entre a Domínio, empresa de software de contabilidade, e a Thomson Reuters, líder mundial em informações, garante a inovação permanente e alta tecnologia. Uma delas é o ONVIO, uma plataforma de contabilidade em nuvem, lançado em 2019 (Adriano Ferreira).

A análise de dados indiretos e diretos segue uma lógica descendente, ou seja, parte das categorias, seguem-se as subcategorias até se chegar aos indicadores, os quais são resultado das unidades de registo, ou seja, de blocos de informação extraídos da documentação obtida online (análise documental) e das respostas dos entrevistados. As categorias e subcategorias foram definidas *a priori* com base na revisão de literatura e na análise documental pré-entrevistas. Na Tabela 4 apresenta-se uma síntese dos resultados obtidos sobre Tendências utilizando a análise de conteúdo.

<b>Tema: Tendências</b>		
<b>Categorias</b>	<b>Subcategorias</b>	<b>Indicadores</b>
<b>A. Profissão</b>	Visão	- Convicção de que é tempo de mudança
		- Crença na “extinção” da profissão contabilista como conhecemos
		- Orientação para tarefas de valor acrescentado
	Competências	- Preferência por profissionais mais eficientes e tecnológicos
		- Ideia de contabilista-consultor
		- Maior orientação para o cliente e os dados
<b>B. Educação</b>	Disciplinas	- As competências técnicas não são nucleares
		- Gestão de projetos; Relações interpessoais; Rigor; <i>Storytelling</i>
		- Lecionação de várias disciplinas na área das tecnologias
	Evolução	- <i>Soft skills</i> determinantes: saber conduzir reuniões, saber negociar
		- Análise de dados, gestão de projetos, negociação, expansão de negócios
		- Crença de que as relações humanas são insubstituíveis
<b>C. Modelo de Negócio</b>	Forças	- Dificuldade em prever o futuro da contabilidade
		- Crença que o propósito das empresas de contabilidade não será assim tão diferente do atual
		- Automatização de tarefas operacionais
	Fraquezas	- Confiança e relacionamento próximo
		- A comunicação é uma fraqueza que se acentuou com o digital
		- Inflexibilidade do cliente em trabalhar com pessoas diferentes
Serviços Financeiros	Distinção	- A escala de serviços (escalabilidade)
		- Baixo tratamento de dados
		- Modelo de negócio estagnado e sujeito a que apareça um concorrente com preços mais baixos
	Direção	- A consultoria fiscal, <i>compliance</i> não fiscal e <i>payroll</i> são serviços promissores
		- Antecipação de recebimentos é uma tendência
		- Abertura de contas digitais, abertura de um banco e consequentemente de um meio de pagamento
Direção	Distinção	- Ideia/Conceito de contabilista-consultor
		- Plataformas de investimento em imobiliário
		- Acompanhar a tecnologia é um fator vencedor
Direção	Distinção	- A ideia de contabilista-consultor é fator de distinção
		- Direção para mercado em massa - gigantes da contabilidade
		- Direção para nicho de mercado

Tabela 4 – Categorias, Subcategorias e Indicadores mais relevantes do Tema: Tendências

Depois da extração de resultados via análise de conteúdo, confrontaram-se os dados tratados com as conclusões dos principais autores referidos na revisão de literatura.

**Profissão. Visão.** Acerca da *visão* da profissão, todos os entrevistados deixaram claro que ela enfrenta uma mudança. Isto confirma o mencionado por Kokina e Blanchette (2019) e Kokina e Davenport (2017) de que a contabilidade não escapará à disrupção digital e tecnológica. Adriano Ferreira (Thomson Reuters-Domínio), tal como Alderman (2019), salienta que o elevado nível de automatização pode eliminar a profissão. Todavia, a Thomson Reuters-Domínio não acredita na extinção da profissão, o que é coerente com Kokina e Davenport (2017) quando mencionam que a tecnologia inteligência artificial (IA) apenas substitui tarefas específicas em vez de profissões. Todos os entrevistados referem que as pessoas devem dedicar-se a tarefas de valor acrescentado, validando Davenport e Kirby (2016) e Marshall e Lambert (2018) que argumentam que os profissionais devem ser redistribuídos para atividades que acrescentem maior valor e em sintonia com Frey & Osborne (2017) e Ghio & McGuigan (2019) quando defendem a necessidade da profissão seguir noções mais humanísticas.

**Competências.** Sobre as novas *competências* do contabilista, referem que devem ser no campo das tecnologias, análise de dados, comunicação, flexibilidade, gestão de projetos, relações interpessoais, negociação e *storytelling*. Isto corrobora a literatura que indica como nucleares para o contabilista do futuro: conhecimentos tecnológicos (Alderman, 2019; Cai & Singh, 2019; Kruskopf et al., 2019); orientação para o cliente (Ferreira, 2020; Kruskopf et al., 2019); comunicação (Ferreira, 2020; Kruskopf et al., 2019) e adaptação à mudança (Ferreira, 2020; Kruskopf et al., 2019). São da opinião de que o rigor é uma competência nuclear e que deve ser mantida, mas esta não é mencionada na literatura. Gabriel Manes (Conta Azul) refere que as competências técnicas não são decisivas para o contabilista do futuro contrariando, assim, os autores Kruskopf et al. (2019).

**Educação.** Para que as competências mencionadas sejam construídas, é necessário lecionar, nos cursos de contabilidade *lato sensu*, **disciplinas** na área das tecnologias, informática, análise de dados, gestão de projetos, negociação, expansão de negócios e consultoria. Isto é concordante com autores no caso dos dados (Kruskopf et al., 2019; Pan & Seow, 2016), tecnologias (Cai & Singh, 2019; Kruskopf et al., 2019; Pan & Seow, 2016) e consultoria (Kaya et al., 2019; Kruskopf et al., 2019).

**Modelo de Negócio. Evolução.** Acerca da *evolução* do modelo de negócio das empresas de contabilidade, todos os entrevistados acreditam que o propósito das empresas de contabilidade, daqui a 10 anos, não será assim tão diferente do atual, que se consubstancia na satisfação e entrega de valor ao cliente e como elemento de ligação entre empresas e o Estado. Todos referem que a adaptação à tecnologia é uma questão de sobrevivência, é inevitável. O trabalho passível de automatização está a ser eliminado. Gabriel Manes refere que o próximo passo no *business model* da Conta Azul é a eliminação da dependência da utilização da plataforma de gestão para tornarem a contabilidade mais produtiva, ou seja, só os clientes (pequenas empresas) que utilizam a plataforma Conta Azul Pro é que têm a sua contabilidade feita na plataforma de contabilidade em nuvem. A Conceito demonstrou dificuldade em visualizar o futuro da contabilidade e alguma inflexibilidade em ir mais além dos serviços contabilísticos e *payroll*. Pedro José menciona que a próxima fase na Conceito é a simplificação da captura de dados. Acredita que as relações humanas são insubstituíveis. Salienta que

existem sinais de diminuição na prestação de serviços de contabilidade e que as áreas de burla financeira e externalização completa dos serviços de contabilidade são tendência na Conceito.

**Forças.** No campo das *forças*, todos os entrevistados mencionam a posição de confiança no trabalho do contabilista. Gabriel Manes afirma que para os contabilistas serem considerados indispensáveis no mercado é necessário elevado uso de tecnologia e elevado relacionamento com o cliente (Figura 2).



Figura 2 – Como obter a posição de indispensável no mercado da contabilidade

**Fraquezas.** Os entrevistados enumeraram como *fraquezas* a má comunicação; a inflexibilidade do cliente em trabalhar com pessoas diferentes; a falta de escalabilidade e a baixa oferta de mais-valias. Todos os entrevistados salientam que a tecnologia ou a resistência dos contabilistas à tecnologia constitui uma ameaça ao atual modelo de negócio. Ricardo Ramos e Gabriel Manes acreditam que a uniformização das normas contabilísticas possibilita a entrada de gigantes<sup>1</sup> que eliminem os locais, ao praticarem preços mais atrativos.

**Serviços financeiros.** Os *serviços financeiros* considerados mais promissores foram: (1) *payroll*; (2) consultoria fiscal e *compliance* não fiscal; (3) antecipação de recebimentos; (4) abertura de um “banco”; (5) lançamento de um meio de pagamento; (6) ideia de contabilista-consultor; (7) fornecimento de serviços bancários e de armazenamento assentes em *blockchain*; (8) plataformas de investimento em imobiliário e (9) a tendência para serviços ágeis, flexíveis, simples, transparentes e seguros.

**Distinção.** Foram consideradas como *fatores distintivos-oportunidades* para o futuro do negócio das empresas de contabilidade os seguintes: (1) acompanhar a tecnologia;

<sup>1</sup> Os gigantes da contabilidade são multinacionais de contabilidade compradas por empresas de tecnologia que vendem serviços básicos de contabilidade por um preço reduzido.



(2) a ideia de contabilista-consultor; (3) direção para mercado em massa-gigantes de contabilidade e (4) direção para nichos de mercado.

**Leque de possibilidades.** Os entrevistados mencionam existir um *leque de possibilidades* de modelos de negócio, ou variantes, tal como Adrian Simmons (Drew, 2015) que atenta que não existe um modelo de negócio único para as empresas de contabilidade do futuro. A ideia do contabilista se transformar num consultor de gestão/negócios é mencionada por todos os entrevistados. Como sustenta Drew (2015), a oferta de serviços de consultoria proativa e confiável é uma possibilidade para o futuro negócio dos contabilistas. Watson (2017) exemplifica com a empresa Bean Ninjas, uma empresa de contabilistas, online, que se transformou numa empresa prestadora de serviços de consultoria de negócios apenas para um nicho de mercado. Também existe coerência entre as conclusões de Drew (2015) e outra possibilidade de MN mencionada pelos entrevistados, a dos gigantes de contabilidade. A prestação de serviços padronizados de contabilidade a diversas organizações que necessitam apenas do básico é outro modelo de negócio válido para o futuro. Porém, todas estas possibilidades-oportunidades apenas são executáveis caso se apliquem tecnologias nas atividades operacionais e se eliminem as tarefas rotineiras (Adriano Ferreira).

## 5. Conclusões, Limitações e Sugestões

Esta investigação confirma a proposição de Adrian Simmons “*There is not just one definitive business model for accounting firms in the future*” (Drew, 2015, p. 2). Neste contexto, foram identificadas várias tendências a privilegiar na configuração do futuro modelo de negócio das empresas de contabilidade as quais abrem portas à existência de várias possibilidades de modelos de negócio (lógica das possibilidades inerente ao construtivismo pragmático) desde que (re)desenhados e (re)pensados com inteligência e assentes em cinco dimensões: (1) elevado acompanhamento e uso de tecnologia, no sentido da automatização e digitalização total; (2) elevada relação de proximidade com o cliente; (3) busca incessante e proativa dos serviços financeiros mais promissores e de maior de valor acrescentado, para direcionamento da oferta; (4) segmentação inteligente, quer na orientação para nicho de mercado - uniformizar a carteira de clientes (exemplo: especialista num setor) - ou orientação para mercado de massas - direcionamento da oferta para serviços básicos padronizados - e (5) foco no valor confiança, o valor supremo da contabilidade *lato sensu*. Em suma, pode dizer-se que são necessárias novas formas de trabalhar, idealmente, em ambiente altamente tecnológico, com elevada proximidade de modo a alcançar a posição de indispensável para o cliente (propósito organizacional).

Os profissionais da contabilidade do futuro devem possuir um portfólio de competências tecnológicas, analíticas e de comunicação. Estas competências devem ser desenvolvidas através de disciplinas na área das tecnologias, informática, análise de dados, gestão de projetos, negociação, expansão de negócios e consultoria. Logo, é necessário repensar os currículos dos cursos de contabilidade e similares.

O estudo apresenta limitações, salientamos duas. Primeira, baseou-se em documentação preexistente online em websites e similares e em quatro entrevistas a gestores de empresas. Um maior número de entrevistados podia ter acrescentado informação.



Segunda, foi executado exclusivamente na perspetiva do produtor (oferta), não considerando a perspetiva do cliente/mercado (procura).

A validação das possibilidades de modelos de negócio junto das empresas de contabilidade (oferta) e dos clientes (procura), o aprofundamento do *skillset* de competências do contabilista do futuro e as alterações do currículo dos cursos são potenciais temas para trabalhos futuros, que nos apaixonam.

## Referências

- Alderman J. (2019). Auditing in the smart machine age. *Graziadio Business Review*, 22(1), 1-6.
- Bardin, L. (2009). *Análise de Conteúdo*. Lisboa: Edições 70, Lda.
- BI4ALL. (n.d.). *Que impacto tem o data analytics e a inteligência artificial no dia-a-dia do Diretor Financeiro?* Consultado em 3 março de 2020. [https://d335luupugsy2.cloudfront.net/cms/files/52285/1588801565Info\\_CFO\\_PT.pdf?utm\\_campaign=resposta\\_automatica\\_da\\_landing\\_page\\_infografia\\_cfo\\_-\\_pt&utm\\_medium=email&utm\\_source=RD+Station](https://d335luupugsy2.cloudfront.net/cms/files/52285/1588801565Info_CFO_PT.pdf?utm_campaign=resposta_automatica_da_landing_page_infografia_cfo_-_pt&utm_medium=email&utm_source=RD+Station).
- Cai, C. W., Linnenluecke, M. K., Marrone, M., & Singh, A. K. (2019). Machine learning and expert judgement: analysing emerging topics in accounting and finance research in the Asia-Pacific. *Abacus*, 55(4), 709:733.
- Cândido, J. V. & Ferreira, P. A. (2020). Proposition of the 3-block Perfume Exhibition Model: using technology on turning visible an invisible reality such as perfumes. In *Proceedings of 15th Iberian Conference on Information Systems and Technologies*, Sevilla, (pp. 1-7). IEEE publishing.
- Colaço, F., Laureano, L. M. S., Laureano, R. M. S. & Ferreira, P. A. (2018). The collective online shopping system: the impact of the effectiveness for the Portuguese business partners. In *Proceedings of 13th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI)*, Cáceres, (pp. 1-6). IEEE.
- Cong, Y., Du, H., & Miklos A., Vasarhelyi. (2018). Technological disruption in accounting and auditing. *Journal of Emerging Technologies in Accounting*, 15(2), 1-10. <https://doi.org/10.2308/jeta-10640>
- Davenport, T., & Kirby, J. (2016). *Only Humans Need Apply: Winners and Losers in the Age of Smart Machines*. New York, NY: Harper Collins Publishers.
- Daugherty, P. R., & Wilson, H. J. (2018). *Human+Machine: Reimagining Work in The Age of AI*. Harvard: Harvard Business Press.
- Drew, J. (2015). Models of success? *Journal of Accountancy*, 219(4), 1-5. <https://www.journalofaccountancy.com/issues/2015/apr/accounting-firm-business-models.html>
- Ferreira, A. (2020). *Cinco competências essenciais para o contabilista do futuro*. Thomson Reuters Blog. <https://www.dominiosistemas.com.br/blog/5-competencias-essenciais-para-o-contador-do-futuro/>

- Frey, C. & Osborne, M. (2017). The future of employment: how susceptible are jobs to computerisation? *Technological Forecasting & Social Change*, 114, 254-280.
- Ghio, A. & McGuigan, N. (2019). Art, accounting and technology: unravelling the paradoxical “in-between. *Meditari Accountancy Research*, 27(5), 789-804.
- Jakobsen, M., Mitchell, F., Nørreklit, H., & Trenca, M. (2019). Educating management accountants as business partners: pragmatic constructivism as an alternative pedagogical paradigm for teaching management accounting at master’s level. *Qualitative Research in Accounting & Management*, 16(4), 517-541. <https://doi.org/10.1108/QRAM-10-2017-0099>
- Kaya C. T., Turkyilmaz M. & Birol B. (2019). Impact of RPA technologies on accounting systems. *Journal of Accounting & Finance*, (82), 235-249.
- Kokina, J. & Davenport, T.H. (2017). The emergence of artificial intelligence: how automation is changing auditing. *Journal of Emerging Technologies in Accounting*, 14(1), 115-122. <https://doi.org/10.2308/jeta-51730>
- Kokina, J., & Blanchette, S. (2019). Early evidence of digital labor in accounting: innovation with robotic process automation. *International Journal of Accounting Information Systems*, 35, 1-13.
- Kruskopf, S., Lobbas, C., Meinander, H., Söderling, K., Martikainen, M., & Lehner, O. (2019). Digital accounting and the human factor. *ACRN Oxford Journal of Finance and Risk Perspectives, Special Issue Digital Accounting*, 8, 1-15.
- Marshall, T. E., & Lambert, S. L. (2018). Cloud-based intelligent accounting applications: accounting task automation using IBM Watson cognitive computing. *Journal of Emerging Technologies in Accounting*, 15(1), 199-215.
- Merriam, S. B. (2002). Introduction to qualitative research. In S. B. Merriam & Associates (Eds.). *Qualitative Research In Practice: Examples For Discussion And Analysis* (pp. 3-17). San Francisco: Jossey-Bass.
- Nørreklit, H., Nørreklit, L., & Mitchell, F. (2010). Paradigms and pragmatic constructivism: a reply. *Accounting, Auditing & Accountability Journal*, 23(6), 764-773. <https://doi.org/10.1108/09513571011065862>
- Nørreklit, H., Nørreklit, L., & Mitchell, F. (2013). Thinking: what can accountants gain from applying the principles of pragmatic constructivism? *Financial Management*, 1, 14.
- Pan, G. & Seow, P.-S. (2016). Preparing accounting graduates for digital revolution: a critical review of information technology competencies and skills development. *Journal of Education for Business*, 91(3), 166-175.
- Ribeiro, T. D., Ferreira, P. A. & Vaz, M. J. (2018). Creating shared value in Rock in Rio business model – Case study. In *Proceedings of 13th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI)*, Cáceres, (pp. 1-6). IEEE.
- Riegler, A. (2005). Editorial. The constructivist challenge. *Constructivist Foundations*, 1(1), 1-8.

- Sekaran, U. & Bougie, R. (2013). *Research Methods for Business: A Skill-Building Approach*. United Kingdom: John Wiley & Sons.
- Tavares, S. A. & Ferreira, P. A. (2020). *Business Model Canvas* as diagnostic tool of the creation of cultural value - Conceptual and exploratory approach to the case of Ferreira's de Castro Cultural Complex. In *Proceedings of 15th Iberian Conference on Information Systems and Technologies*, Sevilla, (pp. 1-7). IEEE.
- Watson, A. (2017). Making it work. *Acuity*, 4(1), 36-38. <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&AuthType=ip,uid&db=bth&AN=121858273&lang=pt-pt&site=eds-live&scope=site>
- White, A., Yakis-Douglas, B., Helanummi-Cole, H., & Ventresca, M. (2017). Purpose-Led organization: “Saint Antony” reflects on the idea of organizational purpose, in principle and practice. *Journal of Management Inquiry*, 26(1), 101-107.
- Yin, R. (2018). *Case Study Research and Applications: Design and Methods*. Los Angeles: Sage Publications Inc.

# Efecto de la calidad de acceso a internet en la aceptación de un sistema de información en estudiantes universitarios

Felipe Machorro Ramos<sup>1</sup>, María Vanessa Romero Ortiz<sup>1</sup>

[felipe.machorro@udlap.mx](mailto:felipe.machorro@udlap.mx); [maria.romero@udlap.mx](mailto:maria.romero@udlap.mx)

<sup>1</sup> Universidad de las Américas Puebla, Ex Hacienda Sta. Catarina Mártir S/N, 72810, San Andrés Cholula, México.

**Pages: 404-413**

**Resumen:** El objetivo del presente documento fue examinar el efecto de calidad de la conectividad a internet en la aceptación de un sistema de información escolar en un país en desarrollo. Se recolectaron datos de 846 estudiantes de una institución de educación superior en México. De acuerdo con el modelo TAM se analizaron las relaciones entre la utilidad percibida, la facilidad de uso percibida, la actitud de uso y la intención de uso, así como el efecto que la calidad de la conectividad a internet tiene en los estudiantes. Para esto estimó un modelo de ecuaciones estructurales por mínimos cuadrados parciales (PLS). Los resultados muestran que la calidad de conectividad a internet tiene un efecto significativo en la percepción de facilidad de uso, en la utilidad percibida, así como en la intención de comportamiento de uso del sistema.

**Palabras-clave:** Modelo de aceptación de tecnología, TAM, educación superior, acceso a internet

## *Effect of the internet access quality on the acceptance of an information system in university students in Mexico*

**Abstract:** The aim of this document was to examine the effect of the quality of internet connectivity on the acceptance of a school information system in a developing country. Data were collected from 846 students from a higher education institution in Mexico. According to the TAM model, the relationships between perceived utility, perceived ease of use, attitude of use and intention of use were analyzed and the effect that the quality of internet connectivity has on students. For this, he estimated a model of structural equations by partial least squares (PLS). The results show that the quality of internet connectivity has a significant effect on the perception of ease of use, perceived usefulness, and intention to use the system.

**Keywords:** Technology Acceptance Model, TAM, Higher Education, Internet Access.

## 1. Introducción

La pandemia del COVID-19 provocó que la educación prácticamente en todo el mundo se cursara de manera remota. El caso de México no fue la excepción, por lo que las instituciones tanto de educación básica como superior tuvieron que encontrar estrategias para brindar servicios educativos a distancia.

Esto implicó no solo el ofrecer clases por internet, sino también asegurar que los procesos académico-administrativos pudieran llevarse a cabo de manera online. En muchos casos, estos sistemas de información escolar ya existían, pero su aceptación no había sido requerida ya que los estudiantes tenían la opción de asistir presencialmente para realizar sus trámites escolares.

Sin embargo, la contingencia sanitaria obligó a la utilización de estos sistemas de manera general lo que planteó otra variable a considerar: la calidad de la conexión a internet. Países en desarrollo, tal como es el caso de México suelen presentar grandes diferencias entre sus regiones con respecto al acceso a internet para su población (INEGI, 2018), por lo que la experiencia al utilizar los sistemas de información variará considerablemente en función de la calidad de la conectividad que tenga el estudiante.

Por lo anterior, el objetivo de este artículo es analizar el efecto que tiene la calidad del acceso a internet en la aceptación un sistema de información escolar en una institución de educación superior en México. Para esto, utilizamos el modelo de aceptación de tecnología (TAM) en el cual se consideró el acceso a internet como una variable externa.

El documento se compone de las siguientes secciones: en el siguiente apartado se realiza una revisión de literatura del modelo TAM, así como de las variables que lo componen, posteriormente se describe el método de la investigación realizada para después presentar los resultados obtenidos, las conclusiones y la discusión.

### 1.1. Modelo de aceptación de tecnología (TAM)

El modelo de aceptación de tecnología (TAM) fue desarrollado por Davis (1989) basado en la teoría de acción razonada de Ajzen y Fishbein (1980). Este modelo intenta predecir el comportamiento de las personas a través de variables como la intención y la actitud hacia el uso, es decir, la aceptación de un sistema tecnológico, especialmente las tecnologías de información.

El principal objetivo del modelo TAM es analizar los diferentes elementos que influyen y determinan el comportamiento y la aceptación de las tecnologías. Incluye variables internas y externas relacionadas entre sí y propone que la utilidad percibida y la facilidad de uso percibidas influyen en la actitud hacia el uso y finalmente en la intención de uso de la tecnología. La siguiente figura muestra las variables que componen el modelo, así como las relaciones entre ellas.

Utilidad percibida (Perceived Usefulness, PU): Es el nivel en el que las personas creen que la tecnología usada podrá ayudarlos a realizar su trabajo de forma eficiente, es decir, mejorar el rendimiento de sus labores.

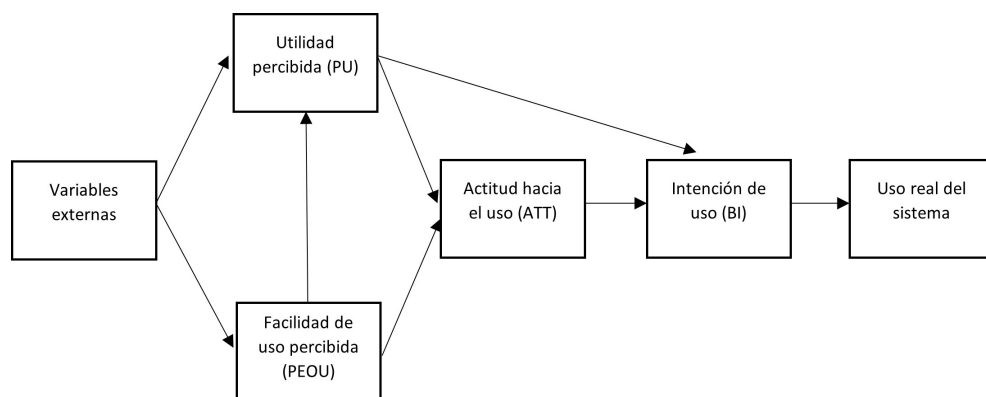


Figura 1 – Modelo TAM

Facilidad de uso percibida (Perceived Ease of Use, PEOU): Es el nivel en el que las personas piensan que tendrán que esforzarse para poder utilizar de forma apropiada la tecnología usada. Posee una relación causal hacia la utilidad percibida.

Actitud hacia el uso (Attitude Toward Using, ATT): Este factor es la suma de la utilidad percibida y la facilidad de uso percibida, representa la disposición que tienen las personas hacia la tecnología usada. Puede ser una actitud favorable, causar aversión o provocar incertidumbre.

Intención de uso (Behavioral Intention to Use, BI): Es el proceso consciente de tener la intención de utilizar una tecnología dada.

Uso real del sistema (Actual Use): Es el comportamiento final de las personas, el uso o el rechazo de un sistema tecnológico.

Variables externas: Son factores ajenos al sistema tecnológico en estudio que influyen en su uso real, como las características de los usuarios, hardware empleado, inducción previa, etc.

## 1.2. El modelo TAM en universidades

Con frecuencia los investigadores utilizan el modelo TAM como referencia para analizar la aceptación de la tecnología por parte tanto de los estudiantes como de los profesores en las universidades. Por ejemplo se ha estudiado la aceptación de diversas tecnologías como redes sociales educativas (Unal & Murat Uzun, 2020), Sistemas de Gestión de Aprendizaje (Learning Management Systems, LMSs) (Fathema et al., 2015), recursos de las bibliotecas digitales (Joshua & King, 2020), sistemas electrónicos de aprendizaje (Sholikah & Sutirman, 2020; Zalat et al., 2021), realidad virtual (Abd Majid & Mohd Shamsudin, 2019), sistemas de aprendizaje móvil (Saroia & Gao, 2019) (Qashou, 2021), sistemas híbridos de aprendizaje (Nadlifatin et al., 2020), entre muchas otras.

### 1.3. Acceso a internet como variable externa del TAM

En la literatura se pueden encontrar diversas variables que han sido consideradas como externas al modelo TAM, las cuales tienen una influencia en la facilidad de uso y en la utilidad percibida. Algunas de ellas están relacionadas con las características de los usuarios, por ejemplo, la personalidad (Pinho et al., 2020), la autoeficacia (Qashou, 2021; Unal & Murat Uzun, 2020), el comportamiento de control percibido (Nadlifatin et al., 2020), la percepción de control externo (Unal & Murat Uzun, 2020), las normas subjetivas (Nadlifatin et al., 2020; Unal & Murat Uzun, 2020), y el disfrute percibido (Qashou, 2021; Unal & Murat Uzun, 2020).

Otro tipo de variables externas está relacionado con las propiedades del sistema, por ejemplo la calidad (Unal & Murat Uzun, 2020), valor percibido de la movilidad (Qashou, 2021; Saroia & Gao, 2019), relevancia académica (Saroia & Gao, 2019), apoyo administrativo (Saroia & Gao, 2019), complejidad tecnológica (Unal & Murat Uzun, 2020) y seguridad y confianza (Hussein & Hilmi, 2020).

En el caso de los países en desarrollo, una variable que resulta importante para la aceptación de la tecnología es la calidad en la conexión a internet. En su estudio Zalat et al. (2021) concluyeron que la conectividad a internet inestable representa el mayor obstáculo para el aprendizaje electrónico de acuerdo con la percepción de profesores universitarios en Egipto. Por su parte, Shakah et al. (2019) encontraron que las dificultades técnicas, como por ejemplo una baja conexión a internet disminuyen la aceptación de sistemas de e-learning para el caso de los estudiantes en Jordania.

Al ser México un país en el cual existen grandes diferencias en la infraestructura necesaria para la conexión a internet en distintas regiones, la hipótesis de esta investigación es que la calidad del acceso a internet influye tanto en la utilidad percibida como en la facilidad de uso percibida (PEOU) como una variable externa del modelo TAM.

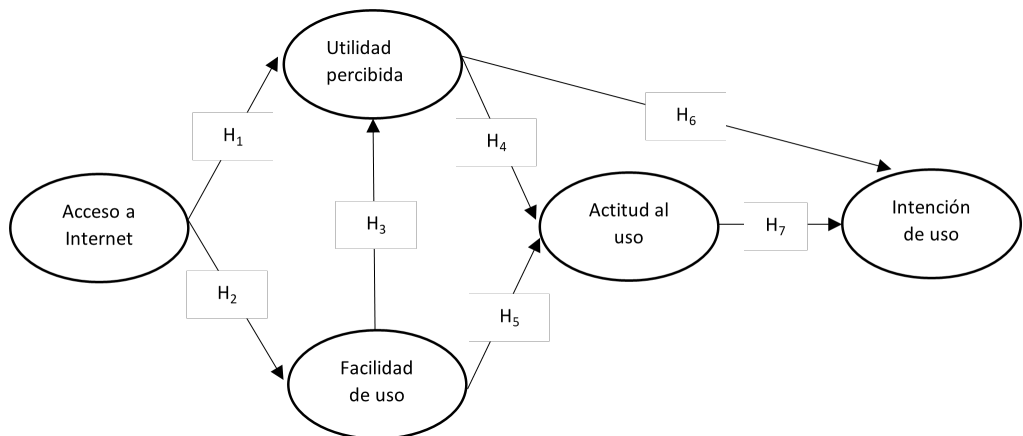


Figura 2 – Modelo hipotético



## 2. Método

### 2.1. Participantes

El estudio fue realizado en una institución de educación superior tecnológica del estado de Veracruz en México. Los participantes fueron estudiantes usuarios de un sistema de gestión de procesos académicos denominado sistema de gestión integral (SGI). Se realizó un muestreo no aleatorio en el que solicitó la respuesta del instrumento mediante la plataforma del SGI de manera voluntaria. La siguiente tabla resume las características demográficas de los 846 participantes.

Característica demográfica	Número	Porcentaje	
<i>Género</i>	Masculino	421	48.8%
	Femenino	425	50.2%
<i>Disciplina académica</i>	Ingeniería	493	58.3%
	Negocios	353	41.7%

Tabla 1 – Caracterización de la muestra

### 2.2. Instrumentos

Los instrumentos de medida para el modelo TAM fueron adaptados de Davis (1989) y Wu y Chen (2017). Adicionalmente se incluyó una pregunta para medir la percepción que los estudiantes tienen de la calidad de su acceso a internet. Todos los ítems consideraban una escala Likert de siete puntos. La tabla 2 muestra el Alfa de Cronbach como medida de confiabilidad del instrumento. Todas las variables muestran una alta confiabilidad con valores superiores a 0.9.

Variable	Items	Alfa de Cronbach
Utilidad percibida (PU)	4	0.918
Facilidad de uso percibida (PEOU)	4	0.920
Actitud hacia el uso (ATT)	4	0.921
Intención de uso (BI)	3	0.910

Tabla 2 – Alfa de Cronbach

## 3. Resultados

### 3.1. Modelo de medida

Para evaluar el modelo de medición mediante PLS, se calculó la confiabilidad individual por ítem, la validez convergente y la validez divergente. La confiabilidad individual del ítem se evalúa examinando cargas de las medidas con sus respectivos constructos. Para aceptar un indicador como miembro de un constructo, debe tener una carga igual o superior a 0.707 (Barclay et al., 1995), lo que implica que el constructo comparte más del 50% de la varianza de la variable observada.

Indicador	PU	PEOU	ATT	BI
PU1	0.880			
PU2	0.892			
PU3	0.900			
PU4	0.911			
PEOU1		0.889		
PEOU2		0.880		
PEOU3		0.919		
PEOU4		0.906		
ATT1			0.831	
ATT2			0.843	
ATT3			0.828	
ATT4			0.811	
BI1				0.830
BI2				0.817
BI3				0.817

Tabla 3 – Cargas factoriales

La validez convergente evalúa si los diferentes ítems de un constructo miden lo mismo para que el ajuste sea significativo y esté altamente correlacionado. Para esto se calculó la varianza extraída promedio (AVE), que proporciona la cantidad de varianza que un constructo obtiene de sus indicadores a la cantidad de varianza debida al error de medición. Fornell y Larcker (1981) sugieren que la AVE debe ser al menos de 50%.

Para la validez divergente del modelo PLS, se comparó la raíz cuadrada de la AVE con la correlación entre los constructos. Para afirmar que el modelo tiene validez divergente, el AVE de cada constructo debe ser mayor que la varianza compartida con los demás.

Variable	PU	PEOU	ATT	BI
Utilidad percibida (PU)	0.896			
Facilidad de uso percibida (PEOU)	0.659	0.899		
Actitud hacia el uso (ATT)	0.705	0.896	0.824	
Intención de uso (BI)	0.665	0.730	0.642	0.830

Tabla 4 – Validez convergente y divergente

### 3.2. Prueba de hipótesis

Para probar las hipótesis de estudio, la tabla 5 muestra los coeficientes beta de las relaciones entre las variables. Para obtener el valor p de los coeficientes, se aplicó un

procedimiento bootstrapping de 500 submuestras. La figura 3 muestra el coeficiente de determinación ( $R^2$ ), el cual es una medida de la cantidad de varianza de las variables dependientes que es explicada por el modelo.

Relación	$\beta$	Valor-p	$f^2$
IA->PU	0.212	<0.001	0.055
IA->PEOU	0.587	<0.001	0.526
PEOU->PU	0.202	<0.001	0.133
PU->ATT	0.665	<0.001	0.349
PEOU->ATT	0.534	<0.001	0.316
PU->BI	0.763	<0.001	0.102
ATT->BI	0.913	<0.001	0.346

Tabla 5 – Prueba de hipótesis

De acuerdo con los resultados de los valores P, todos los coeficientes beta son estadísticamente significativos. Además, para evaluar el tamaño del efecto que cada variable independiente tiene en sus correspondientes variables dependientes, calculamos el índice  $f^2$ , cuyos valores de 0.02, 0.15 y 0.35 indican un efecto pequeño, moderado y fuerte respectivamente (Cohen, 1988). El acceso a internet (IA) tuvo un pequeño impacto en PU ( $f^2 = 0.055$ ) y un fuerte efecto en PEOU ( $f^2 = 0.6526$ ), mientras que PEOU tuvo un impacto pequeño en PU ( $f^2 = 0.133$ ). El impacto de PU sobre ATT fue fuerte ( $f^2 = 0.349$ ), mientras que PEOU tuvo un efecto moderado sobre ATT ( $f^2 = 0.316$ ). En cuanto al impacto de PU en BI, se observó un tamaño de efecto pequeño ( $f^2 = 0.099$ ), y el impacto de ATT en el BI fue moderado ( $f^2 = 0.346$ ).

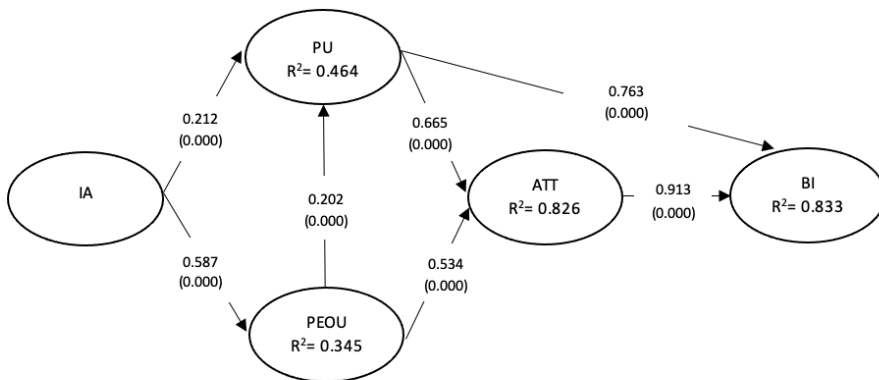


Figura 3 – Modelo estructural

## 4. Conclusiones

El objetivo de este paper es evaluar la influencia del acceso a internet en la aceptación de un sistema de información escolar en México. De acuerdo con los resultados obtenidos, IA tiene una influencia significativa con un tamaño de efecto pequeño en PU, mientras que para PEOU el tamaño de efecto es fuerte. Estos resultados concuerdan con la visión de Zalat y Shakah; sin embargo, la diferencia del efecto ocasionado por IA en PU y PEOU puede deberse a que tener una mejor conexión a internet está más relacionado con utilizar más fácilmente el sistema y no necesariamente con la utilidad del mismo.

Respecto a las demás relaciones de las variables del TAM, encontramos un efecto significativo de PEOU en PU lo cual es consistente con la mayor parte de la investigación previa (Nadlifatin et al., 2020; Qashou, 2021). PEOU tiene un efecto menor en ATT que PU, lo que indica que la utilidad percibida determina en mayor medida la actitud hacia la tecnología que la facilidad de uso. Esto no coincide con los resultados obtenidos por Mailizar et al. (2021) y Pinho et al. (2020) pero sí con Unal & Murat Uzun (2020) y Saroia & Gao (2019)

Finalmente encontramos que la actitud determina en mayor medida al BI (que la PU resultado que concuerda con los hallazgos de Unal & Murat Uzun (2020), Qashou (2021) y Saroia & Gao (2019), es decir, es consistente con la investigación previa.

Puede concluirse que los resultados son consistentes con las relaciones propuestas por el modelo TAM, además de plantear una extensión al mismo al considerar el acceso a internet de los usuarios como una variable externa que influye en la PU y la PEOU. Al validarse estas relaciones, puede concluirse que la calidad del acceso a internet con el que cuentan los estudiantes será un factor a considerar por ellos para aceptar el sistema de información escolar. Esto es importante ya que, debido a la pandemia del COVID-19 el uso de esta tecnología fue necesaria, además de que lo seguirá siendo en el futuro, así como otros sistemas de gestión en línea.

Como línea futura de investigación, pueden realizarse estudios que analicen la relación del acceso a internet en países en desarrollo, ya que la infraestructura en muchos casos no es adecuada, lo que puede dificultar el uso y aceptación de tecnología. Además, un estudio de carácter longitudinal sería interesante para revisar si después de la pandemia el nivel de influencia del acceso a internet se mantiene o tiene algún cambio.

## Referencias

- Abd Majid, F., & Mohd Shamsudin, N. (2019). Identifying Factors Affecting Acceptance of Virtual Reality in Classrooms Based on Technology Acceptance Model (TAM). En *Asian Journal of University Education (AJUE)* (Vol. 15, Número 2).
- Ajzen, I., & Fishbein, M. (1980). *Understanding attitudes and predicting social behavior*. Prentice-Hall.
- Barclay, D., Higgins, C., & Thomson, R. (1995). The Partial Least Squares (PLS) Approach to Causal Modelling: Personal Computer Adoption and Use Illustration. *Technology Studies*, 2(2), 285–309.

- Cohen, J. (1988). *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences*. Lawrence Erlbaum Associates.
- Davis, F. D. (1989). Perceived Usefulness, Perceived Ease of Use, and User Acceptance of Information Technology. *MIS Quarterly*, 13(3), 319. <https://doi.org/10.2307/249008>
- Fathema, N., Shannon, D., & Ross, M. (2015). Expanding The Technology Acceptance Model (TAM) to Examine Faculty Use of Learning Management Systems (LMSs) In Higher Education Institutions. *MERLOT Journal of Online Learning and Teaching*, 11(2), 210–232.
- Fornell, C., & Larcker, D. F. (1981). Evaluating Estructural Equation Models with Unobservable Variables and Measurement Error. *Journal of Marketing Research*, 18, 39–50.
- Hussein, L. A., & Hilmi, M. F. (2020). Cloud Computing Based E-learning in Malaysian Universities. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 15(8), 4–21. <https://doi.org/http://10.0.15.151/ijet.v15i08.11798>
- INEGI. (2018). *Encuesta Nacional sobre Disponibilidad y Uso de las TIC en los Hogares 2018*. Instituto Nacional de Geografía e Informática.
- Joshua, D., & King, L. (2020). The Utilization of e-resources at Modibbo Adama University of Technology (MAUTech), Yola, Adamawa State, Nigeria. *International Journal of Knowledge Content Development & Technology*, 10(1), 47–70.
- Mailizar, M., Almanthari, A., & Maulina, S. (2021). Examining Teachers' Behavioral Intention to Use E-learning in Teaching of Mathematics: An Extended TAM Model. *Contemporary Educational Technology*, 13(2), 1–16. <http://10.0.120.215/cedtech/9709>
- Nadlifatin, R., Ardiansyahmiraja, B., Persada, S. F., Belgiawan, P. F., Redi, A. A. N. P., & Lin, S.-C. (2020). The Measurement of University Students' Intention to Use Blended Learning System through Technology Acceptance Model (TAM) and Theory of Planned Behavior (TPB) at Developed and Developing Regions: Lessons Learned from Taiwan and Indonesia. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 15(9), 219–230. <https://doi.org/http://10.0.15.151/ijet.v15i09.11517>
- Pinho, C., Franco, M., & Mendes, L. (2020). Acceptance and use of information technology: context of Portuguese universities. *Information and Learning Sciences*, 121(11/12), 869–887. <https://doi.org/10.1108/ILS-02-2020-0030>
- Qashou, A. (2021). Influencing factors in M-learning adoption in higher education. *Education and Information Technologies*, 26, 1755–1785. <https://doi.org/10.1007/s10639-020-10323-z>
- Saroya, A. I., & Gao, S. (2019). Investigating university students' intention to use mobile learning management systems in Sweden. *Innovations in Education & Teaching International*, 56(5), 569–580. <https://doi.org/https://dx.doi.org/10.1080/14703297.2018.1557068>

- Shakah, G., Al-Oqaily, A. T., & Alqudah, F. (2019). Motivation Path between the Difficulties and Attitudes of Using the E-Learning Systems in the Jordanian Universities: Aajloun University as a Case Study. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 14(19), 26–48. <https://doi.org/http://10.0.15.151/ijet.v14i19.10551>
- Sholikhah, M., & Sutirman, S. (2020). How Technology Acceptance Model (TAM) Factors of Electronic Learning Influence Education Service Quality through Students' Satisfaction. *TEM Journal*, 9(3), 1221–1226. <https://doi.org/10.18421/TEM93-50>
- Unal, E., & Murat Uzun, A. (2020). Understanding university students' behavioral intention to use Edmodo through the lens of an extended technology acceptance model. *British Journal of Educational Technology*. <https://doi.org/10.1111/bjet.13046>
- Wu, B., & Chen, X. (2017). Continuance intention to use MOOCs: Integrating the technology acceptance model (TAM) and task technology fit (TTF) model. *Computers in Human Behavior*, 67, 221–232. <https://doi.org/10.1016/J.CHB.2016.10.028>
- Zalat, M. M., Hamed, M. S., & Bolbol, S. A. (2021). The experiences, challenges, and acceptance of e-learning as a tool for teaching during the COVID-19 pandemic among university medical staff. *PloS one*, 16(3), e0248758. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0248758>

# **Análisis en tiempo real de los sentimientos expresados en Twitter de los votantes durante un debate presidencial en México**

Felipe Machorro Ramos<sup>1</sup>, María Vanessa Romero Ortiz<sup>1</sup>,  
Nancy Maribel Arratia Martínez<sup>1</sup>

**felipe.machorro@udlap.mx; maria.romero@udlap.mx; nancy.arratia@udlap.mx**

<sup>1</sup> Universidad de las Américas Puebla, Ex Hacienda Sta. Catarina Mártir S/N, 72810, San Andrés Cholula, México.

**Pages: 414-424**

**Resumen:** El objetivo de este artículo es analizar en tiempo real los sentimientos de los votantes originados por las acciones de cuatro candidatos en un debate presidencial en México. La metodología utilizada es la clasificación semántica de los tuits generados durante el tiempo de debate. Los resultados indican que la estrategia de ataque y los comentarios divertidos generan un mayor impacto, tanto en el volumen de comentarios realizados por los votantes en Twitter, como en sentimientos positivos y negativos hacia los candidatos. Estos hallazgos pueden ser utilizados por los partidos y candidatos para establecer estrategias apropiadas para generar sentimientos positivos en los ciudadanos que colaboren con un mejor resultado electoral.

**Palabras-clave:** Análisis de sentimientos, Twitter, mercadotecnia política, Big Data, México

## ***Real-time analysis of voters' sentiments during a presidential debate***

**Abstract:** The objective of this article is to analyse in real time the feelings of the voters originated by the actions of four candidates in a presidential debate in Mexico. The methodology used is the semantic classification of tweets generated during the debate time. The results indicate that attack strategy and funny comments generate a greater impact, both in the volume of comments made by voters on Twitter, and in positive and negative feelings towards candidates. These findings can be used by parties and candidates to establish appropriate strategies to generate positive feelings in citizens which collaborate with a better electoral outcome.

**Keywords:** *Feelings analysis; Twitter; Political Marketing; Big Data; Mexico.*

## **1. Introducción**

Entender los mecanismos de toma de decisiones en un contexto electoral es un tema complejo. Según la Teoría del Razonamiento Motivado (Kunda, 1990), los votantes



no evalúan con precisión a los candidatos, sino que la motivación puede afectar el razonamiento y confirmar preferencias partidistas preconcebidas. Sin embargo, algunos autores sostienen que eventos específicos, como los debates, pueden influir en las elecciones de los ciudadanos (Jennings et al., 2017a; Wicks et al., 2017b). Por esta razón, la mercadotecnia política es crucial para que los partidos y candidatos estimulen a los votantes indecisos y así tratar de cambiar la opinión de aquellos con cierta preferencia partidista. Esta técnica es similar a una práctica gerencial en la que los ciudadanos son los consumidores que reaccionan a lo que ofrece la política (Beckman, 2018).

Los debates, como herramienta de mercadotecnia política, pueden ayudar a los votantes a conocer y evaluar a los candidatos (Jennings et al., 2017b). A pesar de que los ciudadanos pueden tener preferencias partidistas, el desempeño de los candidatos en un debate puede influir en su opinión (Stewart, 2015; Wicks et al., 2017a). Según Benoit, Blaney, y Pier (2000), los candidatos pueden utilizar tres estrategias diferentes en su campaña y en particular en los debates: aclamación (una auto representación positiva), atacar y defender. Estas estrategias tienen diferentes efectos en los electores dependiendo de su preferencia partidista, los resultados de las encuestas y en general cómo es evaluado por los espectadores del debate. Por lo tanto, una de las preguntas centrales para los candidatos y partidos es la competencia que tan competentes serán los candidatos al utilizar cada una de las estrategias en el debate.

Para responder a esta pregunta es necesario identificar los efectos que cada una de las acciones de los candidatos tiene en la percepción de los electores. Aunque los resultados del debate se reflejan en los cambios en las encuestas, por su diseño transversal los efectos del debate no pueden aislarse (Boydston et al., 2014). Por otro lado, los cambios en las encuestas indican las preferencias de los votantes sin considerar el éxito individual de las acciones que llevaron a cabo durante el debate. Para poder hacer esto, las reacciones de los espectadores del debate deben ser monitoreadas en tiempo real en el momento justo en que los candidatos hacen alguna aclamación, ataque o defensa. Por lo tanto, el objetivo de este artículo es analizar el efecto de las acciones de los candidatos en los sentimientos de los espectadores del segundo debate presidencial en México de las elecciones de 2018. Para ello se llevó a cabo un proceso de clasificación semántica de los tweets generados durante las dos horas que duró el debate.

Se utilizaron los comentarios en Twitter para analizar los sentimientos de los votantes porque en los últimos años la mercadotecnia política no se limita a los medios de comunicación tradicionales, sino que también tiene una presencia significativa en las redes sociales digitales. En el caso específico de Twitter, esta red se ha convertido en una herramienta para expresar opiniones políticas, puntos de vista y sentimientos (Safullah et al., 2017). Además de su popularidad y uso en la política, las redes sociales pueden ser un predictor válido de los resultados de las elecciones, por ejemplo, Di Grazia et al. (2013) encontró que el número de menciones de un candidato en Twitter puede predecir el resultado electoral. Además, Tumasjan et al. (2011), concluye que los sentimientos expresados en los tweets corresponden a las preferencias políticas de los votantes. Por lo que es muy importante que los partidos políticos den un seguimiento del comportamiento de los usuarios de las redes sociales.

México es un caso de estudio interesante como país con democracia en desarrollo. Después de 70 años de un sistema de partido único, en el año 2000, comenzó la transición democrática. En este contexto, los debates son un fenómeno relativamente nuevo en la práctica electoral mexicana. El primer debate presidencial televisado se llevó a cabo en las elecciones de 1994 con la participación de los tres candidatos con mayor preferencia electoral en ese momento. Desde esas elecciones, se han llevado a cabo debates presidenciales con diferentes formatos. Algunos elementos hacen interesante el segundo debate presidencial del 20 de mayo de 2018. Por primera vez en México, hubo participación pública; este debate incluyó seis preguntas ciudadanas sobre temas como el comercio exterior, la seguridad fronteriza y los derechos de los migrantes. También fue la primera vez que el formato permitió la interacción entre los candidatos, de modo que las estrategias de ataque y defensa incluían la cercanía e incluso el contacto físico además de las expresiones orales.

## 2. Método

Para clasificar las acciones de los candidatos se llevó a cabo un análisis de contenido (Krippendoff & Bock, 2008) de la grabación del debate. De esta manera se identificaron tres momentos para cada uno de los cuatro candidatos participantes los cuales fueron clasificados en alguna categoría (aclamación, ataque o defensa). Se obtuvo una muestra de 161.778 tweets que contienen al menos uno de los nombres comunes de los candidatos a través de la plataforma Twitter API con una cuenta de usuario regular. Todos los tuits recogidos fueron creados durante el debate (21:30 – 13:30 p.m. del 20 de mayo de 2018).

El procesamiento del texto se realizó utilizando el software R. Por principio se ejecutó un preprocesamiento de los tuits en la cual se eliminaron todos los símbolos especiales como URLs, hashtags y referencia a usuarios (@usuario). Algunas palabras de lenguaje informal fueron reemplazadas por una normalización de términos basada en el diccionario propuesto por Taboada, Brooke, Tofiloski, Voll, y Stede (2011) También se eliminaron las letras repetidas en el texto que se utilizaban conscientemente en el lenguaje informal como una intensificación del significado. Antes de poder realizar la clasificación del tuit fue necesaria realizar una tokenización, la cual consiste en dividir la cadena de palabras de cada tuit en un conjunto de palabras, para posteriormente eliminar las palabras vacías (artículos, pronombres, preposiciones) y así obtener un conjunto de términos para definir un diccionario.

Finalmente se llevó a cabo la clasificación semántica. Según Turney (2002), un texto se clasifica con orientación semántica positiva si tiene buenas asociaciones de palabras, y, se clasifica con orientación semántica negativa si tiene malas asociaciones. Una asociación de palabras es una combinación de adverbios y adjetivos que juntos pueden dar una interpretación positiva y negativa. Este enfoque utiliza comúnmente diccionarios con palabras de referencia y algunas reglas lingüísticas. Para este caso específico la clasificación semántica se realizó haciendo coincidir la mención de cuatro características principales en los tweets: verbos, adverbios, sustantivos y adjetivos. El léxico de polaridad de Taboada et al. (2011) con pesos de -5 a +5 se utilizaron para revisar su presencia en cada tuit.

### 3. Resultados

#### 3.1. Análisis de contenido

Las Tablas 1 a 4 muestran los resultados del análisis de contenido de las acciones llevadas a cabo por los candidatos. También se ofrece un resumen general de los resultados de las encuestas realizadas por el periódico Reforma 18 días antes y diez días después del debate, así como el resultado final de la elección realizada el 1 de julio de 2018.

Palabras clave	Descripción	Clasificación
El cierre de López	Al final del debate, el candidato se aclamó a sí mismo como la mejor opción para fortalecer la economía mexicana.	Aclamación
Ricky Riquín Canallín	López nombró “Ricky Riquín Canallín” al candidato Anaya en alusión al personaje Ricky Ricón de los cómics y la riqueza que posee el candidato, y que no ha podido justificar su origen.	Ataque
Billetera de López	El candidato Anaya se acercó a López, quien hizo el gesto de cuidar de su billetera, insinuando que Anaya es un ladrón.	Defensa
Información complementaria	López fue líder en los resultados de las encuestas a lo largo de la campaña. Antes del debate tenía 48% de la preferencia electoral y diez días después 52%, obtuvo 53.19% de los votos en la elección.	

Tabla 1 – Acciones del candidato Andrés Manuel López Obrador

Palabras clave	Descripción	Clasificación
El cierre de Anaya	Al final del debate el candidato se aclamó a sí mismo como la mejor opción para traer la paz al país.	Aclamación
Engañar a la Inversión Extranjera	Anaya acusó a López de presentar cifras tramposas sobre inversión extranjera directa durante su administración como alcalde de la Ciudad de México.	Ataque
Casa en Atlanta	Anaya negó que su familia viviera en Atlanta, ya que los otros candidatos lo acusan de enriquecimiento ilícito y un estilo de vida lleno de lujos.	Defensa
Información complementaria	Anaya ocupó el segundo lugar en los resultados de las encuestas a lo largo de la campaña. Antes del debate tenía el 30% de la preferencia electoral y diez días después el 26%. Terminó obteniendo 22.27% de los votos en la elección.	

Tabla 2 – Acciones del candidato Ricardo Anaya Cortés

Palabras clave	Descripción	Clasificación
El cierre de Meade	Al final del debate, se aclamó a sí mismo como el candidato del futuro y la certeza.	Aclamación
Nestora secuestradora	Meade acusó a López de apoyar a Nestora Salgado como candidata al Senado, a pesar de ser investigada por cargos de secuestro	Ataque

Palabras clave	Descripción	Clasificación
Anaya cínico	Anaya acusó a Meade de cometer errores como secretario (ministro) de Relaciones Exteriores, a lo que Meade se defendió llamándolo cínico	Defensa
Información complementaria	Meade fue el candidato del partido en el poder. Ocupó el tercer lugar en los resultados de las encuestas a lo largo de la campaña. Antes del debate tenía el 17% de la preferencia electoral y diez días después el 19%. Obtuvo 16.40% de los votos el día de la elección.	

Tabla 3 – José Antonio Meade Kuribreña.

Palabras clave	Descripción	Clasificación
Cierre de Rodríguez	Al final del debate, pidió a los votantes la oportunidad de cambiar las cosas en México	Aclamación
Abrazo de los candidatos	Rodríguez insistió en que López abrazara a Meade y Anaya, luego pidió a los tres que renunciaran al financiamiento público de sus partidos.	Ataque
Las encuestas no son suficientes	Rodríguez defendió su último lugar en las encuestas. Argumentó que el resultado importante es la elección.	Defensa
Información complementaria	Rodríguez compitió como candidato independiente. Fue el último lugar en los resultados de las encuestas. Antes del debate tenía 2% de la preferencia electoral y diez días después 3%. Terminó obteniendo 5.23% de los votos.	

Tabla 4 – Jaime Rodríguez Calderón

### 3.2. Extracción de Tweets

Los tweets extraídos todo el día fueron 161.778, mientras que durante el debate se obtuvieron 26.207. La tabla 5 muestra la distribución de los tweets.

Candidato	Partido político o coalición	% de la muestra total	% de tweets creados durante el debate
López	MORENA, PT, PES	48.92	42.00
Anaya	PAN, PRD, MC	25.12	29.52
Meade	PRI, PVEM, PANAL	23.16	24.01
Rodríguez	Candidato independiente	2.80	4.43

Tabla 5 – Porcentaje de la muestra asociada a cada uno de los candidatos a la presidencia mexicana 2018.

La frecuencia de los tweets obtenidos durante el debate, así como durante todo el día coinciden con las preferencias electorales reflejadas en las urnas. Esto confirma las conclusiones de DiGrazia (2013) sobre la frecuencia de los tweets siendo un predictor del resultado electoral.

### 3.3. Polarización de tweets

La polaridad de la medida total se obtuvo como la suma de los pesos de las palabras que coinciden con los diccionarios de léxico. La Tabla 6 muestra la polaridad de los tweets para cada candidato durante todo el día de debate, mientras que en la tabla 7 se resumen el total de tweets y la polaridad de cada candidato que se originó durante el debate.

Candidato	Positivo	Negativo	Sin polaridad	Total
Lopez	23,777	18,266	37,106	79,149
Anaya	15,660	7,226	17,759	40,645
Meade	2,988	5,168	29,305	37,461
Rodriguez	764	508	3,251	4,523

Tabla 6 – Número de tweets con polaridad positiva, negativa y sin polaridad (todo el día del debate).

Candidato	Positivo	Negativo	Sin polaridad	Total
Lopez	4,061	2,276	4,667	11,004
Anaya	1,278	1,085	5,273	1,160
Meade	1,873	1,237	3,197	7,736
Rodriguez	312	176	672	6,307

Tabla 7 – Número de tweets con polaridad positiva, negativa y sin polaridad (tweets creados durante el debate).

Podemos observar una tendencia de los votantes a expresar sentimientos positivos hacia los candidatos. Esto está relacionado con el hecho de que las personas están motivadas a expresar su apoyo y simpatía con un candidato en lugar de criticar a los demás. Sólo en el caso del candidato del partido oficial (Meade) se obtuvieron más tweets con sentimientos negativos que positivos para todo el día del debate. Esto refleja la evaluación negativa que los ciudadanos tuvieron hacia el partido que postuló a este candidato.

### 3.4. Polarizaciones en tiempo real

Después de ordenar los tweets, se dibujaron líneas de tiempo para determinar los eventos específicos que provocaron la mayor cantidad de sentimientos positivos y negativos para cada candidato. En el caso del candidato López, los comentarios más positivos se hicieron aproximadamente a las 23:04 (figura 1), justo después de llamar “Ricky Riquín” al candidato Anaya, para recordar las acusaciones de enriquecimiento ilícito en su contra. Por lo tanto, la estrategia que más sentimientos positivos produjo para este candidato fue un ataque realizado con un comentario divertido. El momento en que se expresaron más sentimientos negativos sobre el candidato López fue cuando propuso que la corrupción daña el país más que el crimen organizado. Esto tiene que ver con la amnistía que proponía a los miembros del crimen, que fue la propuesta más criticada por sus adversarios.

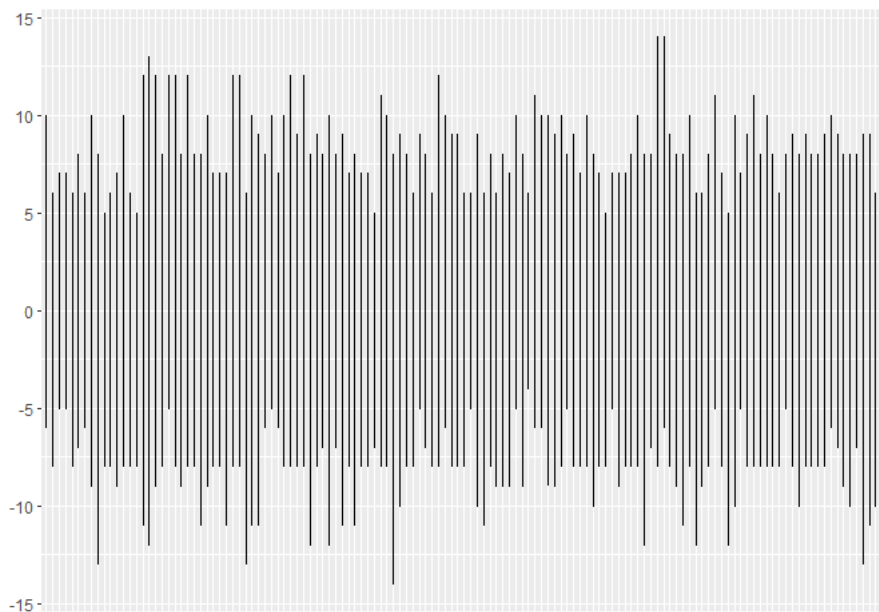


Figura 1 – Polarización de los sentimientos durante el debate. Candidato López

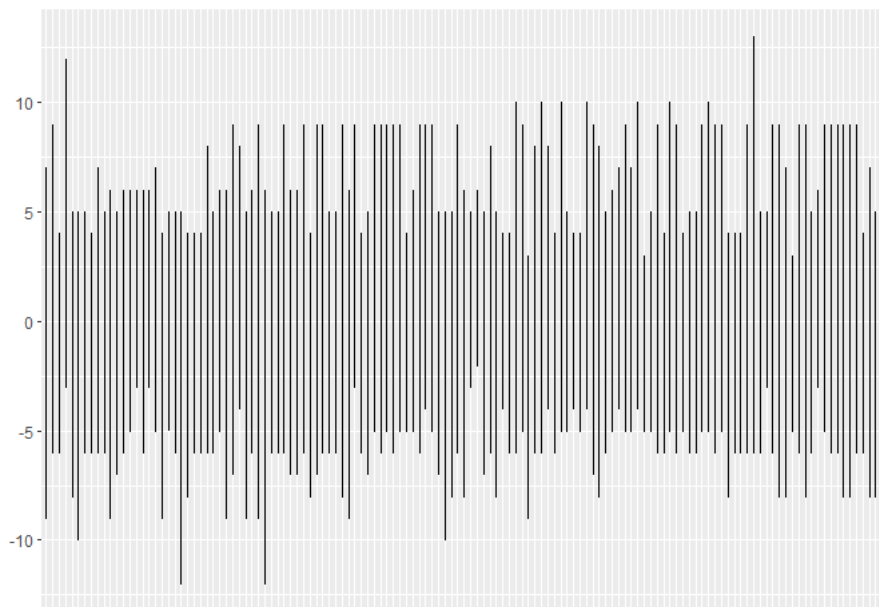


Figura 2 – Polarización de los sentimientos durante el debate. Candidato Anaya

En el caso del candidato Anaya (figura 2), el momento en que se generaron sentimientos más positivos fue cuando acusó a López de tener una vieja visión de las relaciones exteriores y poca comprensión del mundo actual (ataque). En el caso de sentimientos negativos, estos fueron dados en dos momentos de ataque: cuando criticó a Meade sobre su actuación como ministro de Relaciones Exteriores, así como cuando acusó a López de mentir sobre la cantidad de inversión extranjera directa realizada en Ciudad de México cuando era alcalde.

El candidato Meade generó sentimientos positivos (figura 3) cuando defendió su posición como canciller antes de la llegada de Donald Trump a la presidencia de los Estados Unidos (defensa). Al responder una pregunta al moderador, indicó que no había anticipado la victoria de Trump. En el caso de los sentimientos negativos, estos tienen su punto más alto cuando el candidato presentó su propuesta para resolver la crisis migratoria y mencionó a las iglesias como aliados potenciales lo que causó rechazo de los votantes.

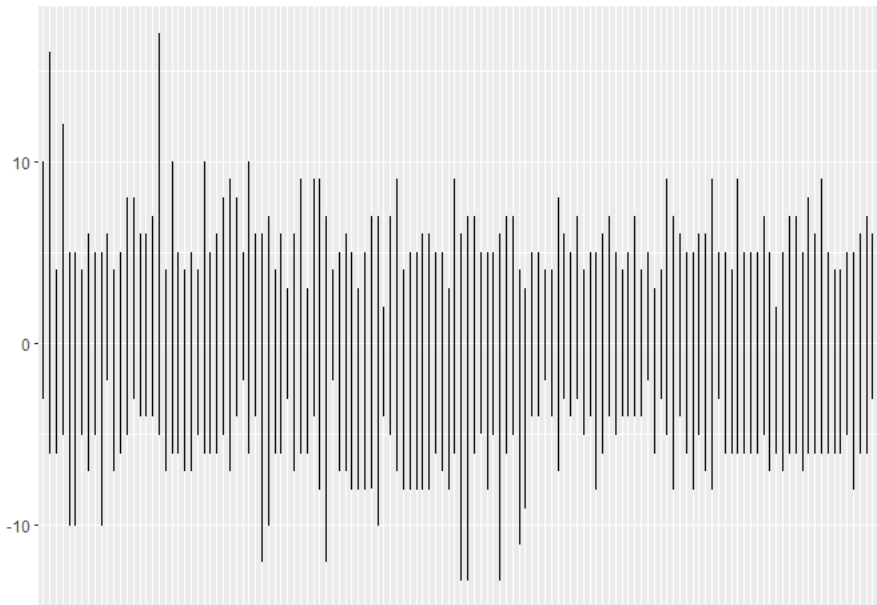


Figura 3 – Polarización de los sentimientos durante el debate. Candidato Meade

Finalmente, el candidato Rodríguez no tuvo un momento específico en el que hubiera un aumento sustancial de los sentimientos positivos (Figura 4), pero uno de ellos fue cuando invitó a los candidatos a saludarse con un abrazo y renunciar al financiamiento público (ataque). La misma estrategia de ataque también generó sentimientos negativos: a las 21:57; hizo un comentario negativo para cada uno de los tres candidatos que inmediatamente se reflejó en sentimientos en su contra.



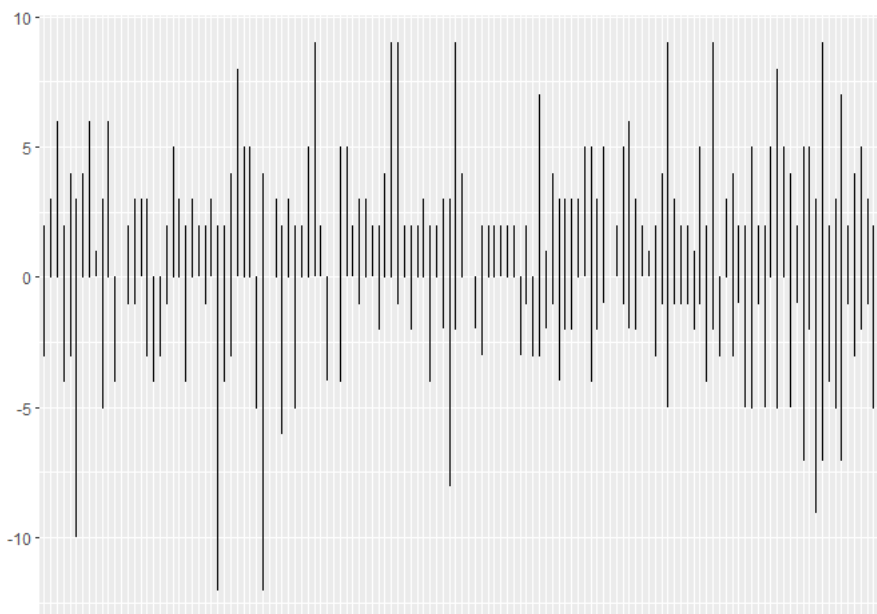


Figura 3 – Polarización de los sentimientos durante el debate. Candidato Rodríguez

#### 4. Conclusiones

En general, los resultados presentan que la estrategia de ataque es la que genera un mayor impacto, tanto en el volumen de comentarios realizados por los votantes en Twitter, como en sentimientos positivos y negativos hacia los candidatos. Por lo tanto, la principal conclusión podría ser que, si los candidatos y los partidos esperan provocar una discusión en las redes sociales, es apropiado utilizar los ataques a sus oponentes. Sin embargo, esta estrategia tendrá un significado positivo o negativo para los candidatos con respecto a las preferencias electorales predefinidas de los ciudadanos. En otras palabras, ante un ataque de un contendiente, los partidarios de un candidato tenderán a defenderlo, aumentando el número de sentimientos positivos expresados.

Por otra parte, se puede apreciar que los comentarios humorísticos, también tienen un alto impacto en la discusión y la polarización de los sentimientos en los espectadores del debate. En un par de ocasiones, los candidatos recurrieron a este recurso para aumentar los sentimientos positivos a su favor.

Los resultados del estudio pueden servir como base para futuras investigaciones en las que la retroalimentación de los votantes sea monitoreada y contrastada con los resultados de las elecciones. Será interesante verificar el poder predictivo de los sentimientos cambiantes en tiempo real el día de la elección. Para los partidos políticos, esta investigación es importante ya que proporciona información sobre la reacción del público a las acciones de sus candidatos minuto a minuto, permitiéndoles preparar mejor sus argumentos y estrategias para futuros debates.

## Referencias

- Beckman, A. (2018). Political marketing and intellectual autonomy. *Journal of Political Philosophy*, 26(1), 24–46. <https://doi.org/10.1111/jopp.12126>
- Benoit, W. L., Blaney, J. R., & Pier, P. M. (2000). Acclaiming, Attacking, and Defending: A Functional Analysis of U.S. Nominating Convention Keynote Speeches. *Political Communication*, 17(1), 61–84. <https://doi.org/10.1080/105846000198512>
- Boydston, A. E., Glazier, R. A., Pietryka, M. T., & Resnik, P. (2014). Real-time reactions to a 2012 presidential debate. *Public Opinion Quarterly*, 78(S1), 330–343. <https://doi.org/10.1093/poq/nfu007>
- DiGrazia, J., McKelvey, K., Bollen, J., & Rojas, F. (2013). More tweets, more votes: Social media as a quantitative indicator of political behavior. *PLoS ONE*, 8(11), e79449. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0079449>
- Jennings, F. J., Coker, C. R., McKinney, M. S., & Warner, B. R. (2017a). Tweeting Presidential Primary Debates: Debate Processing Through Motivated Twitter Instruction. *American Behavioral Scientist*, 61(4), 455–474. “<https://doi.org/10.1177/0002764217704867>
- Jennings, F. J., Coker, C. R., McKinney, M. S., & Warner, B. R. (2017b). Tweeting Presidential Primary Debates: Debate Processing Through Motivated Twitter Instruction. *American Behavioral Scientist*, 61(4), 455–474. “<https://doi.org/10.1177/0002764217704867>
- Krippendorff, K., & Bock, M. A. (2008). *Content Analysis Reader*. Sage Publications Inc.
- Kunda, Z. (1990). The case for motivated reasoning. *Psychological Bulletin*, 108(3), 480–498. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.108.3.480>
- Safullah, M., Pathak, P., Singh, S., & Anshul, A. (2017). Social media as an upcoming tool for political marketing effectiveness. *Asia Pacific Management Review*, 22(1), 10–15. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2016.10.007>
- Stewart, P. A. (2015). Polls and elections: Do the presidential primary debates matter? Measuring candidate speaking time and audience response during the 2012 primaries. *Presidential Studies Quarterly*, 45(2), 361–381.
- Taboada, M., Brooke, J., Tofiloski, M., Voll, K., & Stede, M. (2011). Lexicon-based methods for sentiment analysis. *Computational linguistics*, 37(2), 267–307.
- Tumasjan, A., Sprenger, T. O., Sandner, P. G., & Welpe, I. M. (2011). Election forecasts with Twitter: How 140 characters reflect the political landscape. En *Social Science Computer Review* (Vol. 29, Número 4, pp. 402–418). SAGE PublicationsSage CA: Los Angeles, CA. <https://doi.org/10.1177/0894439310386557>
- Turney, P. D. (2002). Thumbs up or thumbs down?: semantic orientation applied to unsupervised classification of reviews. *Proceedings of the 40th annual meeting on association for computational linguistics*, 417–424.

- Wicks, R. H., Stewart, P. A., Eubanks, A. D., Eidelman, S., & Dye, R. G. (2017a). Visual Presentation Style 1: A Test of Visual Presentation Styles and Candidate Evaluation During the First 2016 Presidential Debate. *American Behavioral Scientist*, *61*(5), 533–544. <https://doi.org/10.1177/0002764217704317>
- Wicks, R. H., Stewart, P. A., Eubanks, A. D., Eidelman, S., & Dye, R. G. (2017b). Visual Presentation Style 1: A Test of Visual Presentation Styles and Candidate Evaluation During the First 2016 Presidential Debate. *American Behavioral Scientist*, *61*(5), 533–544. <https://doi.org/10.1177/0002764217704317>

# Promoção de igualdade de género e de oportunidades nas tecnologias: um caso prático

Alexandre Seabra<sup>1</sup>, Isabel Pedrosa<sup>2,3</sup>, Jorge Bernardino<sup>1</sup>

**a21270418@isec.pt; ipedrosa@iscac.pt; jorge@isec.pt**

<sup>1</sup>Instituto Politécnico de Coimbra, Instituto Superior de Engenharia de Coimbra, Rua Pedro Nunes, Quinta da Nora, 3030-199 Coimbra, Portugal

<sup>2</sup>Instituto Politécnico de Coimbra, Coimbra Business School | ISCAC, Quinta Agrícola, 3045-231, Coimbra, Portugal

<sup>3</sup>Instituto Universitário de Lisboa (ISCTE-IUL) ISTAR-IUL, Av. Forças Armadas, Lisboa, Portugal

**Pages: 425-438**

**Resumo:** Muitas são as áreas existem grandes discrepâncias entre o número de homens e mulheres, acontecendo o mesmo na área das tecnologias. Para combater esta desigualdade, muitos projetos e iniciativas já se encontram ativos, lutando contra esta diferenciação. Considerando a relevância que o tema tem tido nos anos mais recentes, é possível constatar que o número das mulheres como estudantes em Tecnologias não cresceu como era esperado, já que o número de mulheres no Ensino Superior é hoje superior ao dos homens, e que o mesmo é válido para o número de mulheres em profissões relacionadas com as tecnologias. Assim, é oportuno conhecer os projetos em curso e promover iniciativas que atraiam as jovens para estas áreas do Ensino Superior e que as mantenham como profissionais. Este trabalho apresenta várias iniciativas e projetos que promovem a igualdade de género e propõe um conjunto de medidas para mitigar a desigualdade de género num curso de Engenharia Informática de uma Instituição de Ensino (IES) em Portugal.

**Palavras-chave:** Igualdade; Desigualdade; Género; Tecnologia.

## ***Promotion of gender equality and opportunities in Technologies: a practical case***

**Abstract:** There are many areas where there are great discrepancies between the number of men and women, the same happening in the area of technologies. To combat this inequality, many projects and initiatives are already active and fighting against this differentiation. Considering the relevance that the topic has had in recent years, it is possible to see that the number of women as students in Technology has not grown as expected, since the number of women in Higher Education is today higher than that of men, and that the same is true for the number of women in technology-related professions. Thus, it is opportune to learn about ongoing projects and promote initiatives that attract young women to these

areas of Higher Education and keep them as professionals. This work presents several initiatives and projects that promote gender equality and proposes a set of measures to mitigate gender inequality in a Computer Engineering course at an Educational Institution (HEI) in Portugal.

**Keywords:** Equality; Inequality, Gender, Technology.

## 1. Introdução

Quando falamos em igualdade de género pensamos, quase de forma automática, em números, mas esta desigualdade está muito para além disso. É algo que, de alguma forma, acompanha a humanidade desde sempre, chegando ao extremo de os homens serem caracterizados como o “sexo forte” e as mulheres como o “sexo fraco”.

Com o passar dos anos, a mulher tem vindo a tomar posição e a lutar contra estas desigualdades, de forma a mostrar que não tem que existir uma diferença entre géneros e que tarefas e profissões não podem ser categorizadas como sendo “para homens” ou “para mulheres”.

Muitas destas diferenças são transmitidas às crianças desde muito novas, sendo, não raramente e de forma involuntária, influenciadas pela sociedade, o que acaba por se refletir na vida de crianças e jovens e nas suas escolhas futuras. Aqui entra o mundo da tecnologia como uma das muitas áreas afetadas por esta desigualdade, sendo que, aos olhos da nossa sociedade, o setor das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) está mais associado ao homem do que à mulher, uma vez que este é um sector onde predominam trabalhadores do género masculino, não impedindo de alguma forma que as mulheres existentes se possam destacar.

Dados do Eurostat indicam que Portugal se encontra abaixo da média europeia (que se situa nos 17%) dos países que mais empregam mulheres na área das TIC, ocupando, em 2017, a 21<sup>a</sup> posição deste mesmo ranking com o valor de 14% (*Mulheres e Raparigas nas TIC: Competências e Educação Para o Mundo Digital*, n.d.).

Porém, esta ausência do género feminino na tecnologia, a nível mundial, deixa uma marca profunda estimada em cerca de doze mil milhões de dólares, e segundo o projeto “Portuguese Women in Tech”, este valor poderia representar um enorme salto no crescimento global até ao ano de 2025 (*How Advancing Women’s Equality Can Add \$12 Trillion to Global Growth | McKinsey*, n.d.), (*Our Story - Portuguese Women in Tech*, n.d.).

Este trabalho tem como finalidade a criação de um Projeto de promoção da igualdade de género aplicado a uma Escola de Engenharia do Ensino Superior Politécnico, de modo a definir um conjunto de iniciativas e de possíveis linhas de trabalho que tenham continuidade, onde será proposto o estudo de diversas iniciativas e projetos a decorrer no combate à desigualdade de género na área das tecnologias. Serão definidas iniciativas que correspondem a diversos estágios do processo, nomeadamente, a atração de jovens raparigas para a área das tecnologias, acolhimento e manutenção das jovens na licenciatura. As diversas medidas são catalogadas como sendo de curto, médio e longo prazo no que respeita ao impacto esperado na vida da Instituição e nas jovens estudantes.

## 2. Igualdade de Género

Quando se fala em igualdade de género, muitas são as questões que surgem, e algumas podem ser, involuntariamente, decorrentes de comportamentos e atitudes há muito instituídos na sociedade. Essas pequenas atitudes, desde a infância, acabam por se refletir no resto das vidas.

Desde os primórdios da nossa sociedade é feita a distinção entre géneros, tomando estas proporções que se vêm refletindo ao longo dos anos. Estas diferenças podem estar refletidas na diferença salarial entre homens e mulheres que rondava 16,7% em 2015 e que era de 14,4% em 2020, segundo estudos realizados pela CIG (Comissão para a Cidadania e Igualdade de Género). Para além da discrepância salarial podemos ainda ver que há diferenças entre alunos e alunas licenciadas em cursos diretamente ligados com as TIC, sendo que em 2014, apenas 19,8% dos diplomados nesta área eram do género feminino (*Igualdade de Género Em Portugal Em Seis Gráficos e Testemunhos – ECO*, n.d.), sendo que em 2020 esta percentagem aumentou ligeiramente, subindo para os 20,14% (*PORDATA - Diplomados No Ensino Superior Em Tecnologias Da Informação e Comunicação (TIC): Total e Por Sexo*, n.d.). Os valores que ilustram esta discrepância têm vindo a diminuir a um ritmo bastante lento, apesar das diversas iniciativas no terreno. Segundo o índice da igualdade de Género de 2020 do Instituto Europeu para a Igualdade de Género (EIGE), Portugal ocupa a 16<sup>a</sup> posição, tendo subido 5 posições desde o índice calculado para 2015, podendo traduzir-se na subida de 1 posição por ano, embora ainda nos encontremos longe de atingir o patamar da igualdade entre géneros (*POCH | Índice de Igualdade de Género 2020*, n.d.), o que se traduz num valor de 61,3, apenas melhor do que a Grécia e os países da Europa de Leste. Ainda assim, segundo o mesmo índice, a representatividade das mulheres na política subiu de 41,9 para 59,0 sendo que o índice relativo ao poder das mulheres ao nível político, económico e social (51,1) está agora muito próximo do valor da União Europeia.

A nível mundial, as diferenciações entre géneros são bastante notórias, estando presentes quer em países desenvolvidos, quer em países subdesenvolvidos. É possível constatar bastantes discrepâncias no que toca a igualdades de oportunidades de vida entre géneros: tal vai desde países onde a mulher é vista quase como um objeto, a países onde a mulher ocupa posições de liderança, em empresas de grande destaque nacional e internacional.

Em países mais desenvolvidos, como é o caso dos países da União Europeia, estas discrepâncias não estão tão visíveis, dado que a maior parte da população tem acesso a uma educação obrigatória, o que acaba por abrir muitas portas para um futuro mais promissor. Porém, as escolhas profissionais destas crianças e adolescentes ainda se encontram muito influenciada pelos familiares.

Visto que o setor que se pretende abordar neste trabalho é o das tecnologias, é importante frisar que são necessárias novas medidas que possam ser aplicadas desde cedo na educação das crianças, de forma a poder erradicar estereótipos existentes,

garantindo que as jovens mulheres sejam, desde cedo, vistas como capazes de exercer o mesmo trabalho que os homens. Caso as medidas, iniciativas e projetos que vão ser propostos mais à frente neste trabalho (Secção 4) não sejam postas em prática de nada vão valer, pois é preciso que algo seja feito desde muito cedo na vida das crianças.

A pré-escola deveria ser o primeiro lugar onde as crianças deveriam começar a ser educadas para a igualdade de género, sendo um dos agentes socializadores mais importantes na vida das crianças e que as vai acompanhar durante vários anos.

A falta de uma educação para a igualdade de género desde muito novos tal e qual como a falta de inclusão de educação tecnológica na vida destas crianças é fundamental para que num futuro próximo possa haver escolhas e decisões mais acertadas e que não sejam refletidas no que as crianças veem desde muito jovens.

Podemos, ainda, pensar na necessidade da criação de uma disciplina no ensino primário que fomente a igualdade de género na vida das crianças do nosso país, tendo por base atividades que reflitam a igualdade de género em vários aspetos, incluindo a tecnologia na vida das jovens mulheres mas também áreas que se encontrem com fraca adesão por parte do público masculino (educação de infância e serviço social, por exemplo), de forma a ser atingida uma possível igualdade de género não só nas áreas onde há falta de mulheres mas também onde há falta de homens.

É ainda possível que, propondo disciplinas que estão diretamente ligadas à tecnologia no ensino secundário para o ensino primário, seja uma mais valia quer em termos de desenvolvimento pessoal quer em termos de igualdade de género, uma vez que vai ser apresentada uma nova área de possível futuro trabalho para estes jovens.

Tal como foi referido por Felisberto (2012), a Lego, que todos nós conhecemos por ser uma empresa criadora de brinquedos que estão presentes na vida da maior parte das crianças desde muito jovens, lançou em 2006 um novo e revolucionário brinquedo chamado Lego Mindstorm, que apresenta uma vertente tecnológica introduzida nos vulgares legos que estamos habituados a ver. Desde então a Lego Minstorm tem sofrido algumas atualizações, porém mantém a sua ideia original, apresentar a tecnologia aos mais novos, desta forma, suscitando a curiosidade também das meninas para as áreas tecnológicas (Sociais Humanas & Alexandra dos Santos Vieira Felisberto, n.d.) (*LEGO Mindstorms – Wikipédia, a Enciclopédia Livre*, n.d.). O Lego Mindstorm é um brinquedo totalmente adequado a crianças a partir dos 8 anos de idade e promove o contacto das crianças com algum hardware que precisa de ser programado para que possa ser utilizado (Sociais Humanas & Alexandra dos Santos Vieira Felisberto, n.d.), (*LEGO Mindstorms – Wikipédia, a Enciclopédia Livre*, n.d.). Deste modo é fundamental incluir formas divertidas e intuitivas na vida escolar e pessoal das crianças de forma que seja estimulado algum interesse pelas áreas tecnológicas.

Segundo diversos estudos somos influenciados desde que nascemos pelo simples facto de que, normalmente, há um género associado aos brinquedos oferecidos às crianças. Não é vulgar oferecer uma casinha de brincar ou utensílios de cozinha a um rapaz, da mesma forma que não é habitual uma espada ou um carrinho de corrida a raparigas. Estes simples gestos, que muitos de nós fazemos sem pensar, irá influenciar as escolhas futuras das crianças, afirmação esta que também foi citada pela Presidente da Comissão para a Cidadania e Igualdade de Género (CIG) à agência Lusa onde cita que: “Há que perceber porque é que as raparigas não se sentem atraídas pelas TIC. Se procurarmos a razão, provavelmente, radica numa infância que nós próprios tivemos e a maioria das pessoas continua a ter que é uma infância marcada por uma dualidade cromática cor-de-rosa e azul. Esse é o problema de fundo” (*Digitalização Pode Aumentar Diferença Salarial Entre Homens e Mulheres – DNOTÍCIAS.PT*, n.d.).



Profissões mais relacionadas com a área da saúde, estão quase sempre vinculadas ao género feminino, sendo que em 2019 em cerca de 55 mil médicos no exercício das suas funções profissionais, aproximadamente 30 mil eram mulheres (*Dados e Estatísticas de Cursos Superiores*, n.d.). Já as profissões ligadas a engenharias estão mais associadas ao género masculino: em 2019 houve cerca de 10 mil diplomados do género masculino e apenas cerca de 5 mil do género feminino (*Dados e Estatísticas de Cursos Superiores*, n.d.), (*Igualdade de Género Em Portugal Em Seis Gráficos e Testemunhos – ECO*, n.d.), (*PORDATA - Diplomados No Ensino Superior Em Tecnologias Da Informação e Comunicação (TIC): Total e Por Sexo*, n.d.).

A influência criada nas crianças, que pode ser verificada através do estudo realizado com os brinquedos, começa a ser notória aquando da escolha de entrada para o Ensino Superior, onde podemos ver que o número de candidaturas feitas pelo género feminino é bastante superior ao número de candidaturas feitas pelo género masculino, conforme pode ser visualizado na Tabela 1.

Período de referência dos dados	Número de alunas inscritas	%	Número de alunos inscritos	%	Número total de inscritos
2017/2018	200 518	53,8%	172 235	46,2%	372 753
2018/2019	208 587	54,1%	176 660	45,9%	385 247
2019/2020	214 731	54,1%	182 178	45,9%	396 909

Fonte: (PORDATA - Alunos Matriculados No Ensino Superior: Total e Por Sexo, n.d.)

Tabela 1 – Alunos/as inscritos/as no Ensino Superior, por ano e por género

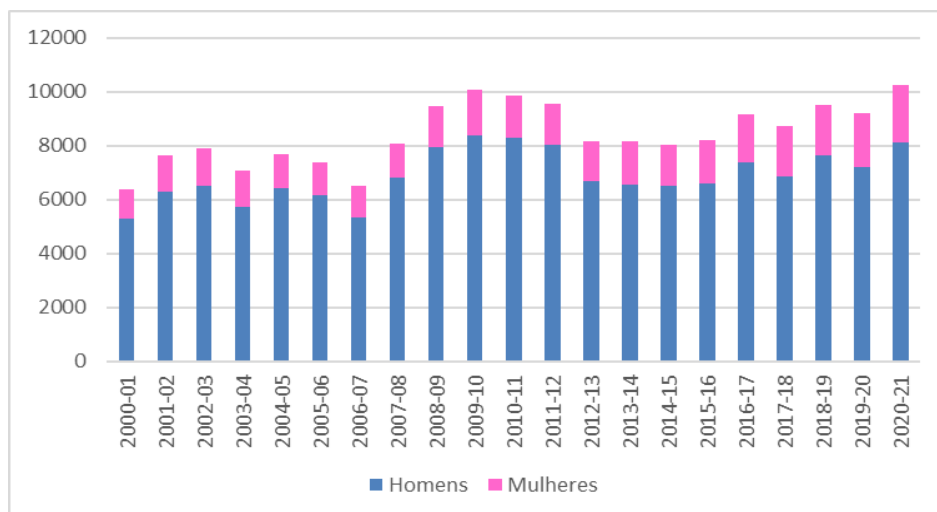


Figura 1 – Evolução do número de inscritos em TIC pela 1ª vez por género, em Portugal (Fonte: Pordata, 2021)

Porém, as diferenças constatadas na Tabela 1 entre o número de candidaturas de ambos os géneros, invertem-se de forma radical quando o tema são os cursos relacionados com a área de Tecnologias da Informação e Comunicação, onde podemos ver que o número de rapazes em alguns anos chega a ser cerca de cinco vezes superior ao número de raparigas, tal como é possível verificar na Figura 1.

Através de dados retirados do website Pordata (<https://www.pordata.pt/>) podemos ainda ver que desde o ano de 2000 (16,9%) até ao ano de 2021 (20,5%) não houve um aumento significativo nas matrículas por parte de raparigas em cursos ligados com TIC, o que, mais uma vez demonstra, o desinteresse do género feminino por cursos relacionados com tecnologias (PORDATA - Alunos Matriculados No 1.º Ano Pela 1.ª Vez No Ensino Superior Em Tecnologias Da Informação e Comunicação (TIC): Total e Por Sexo, n.d.). Na Figura 1 é ainda possível constatar que o número total de inscritos nestes cursos subiu consistentemente, entre 2006/2007 e 2009/2010 tendo descido nos anos seguintes até 2014/2015 e, posteriormente, tem aumentado e diminuído em cada ano. A diferença entre 2000/2001 (6395) e 2020/2021 (10246) é de 3851 inscrições.

### **3. Projetos e iniciativas existentes**

Embora possa não ser do domínio público, já existem muitos projetos e iniciativas em curso para a promoção de um mundo mais equilibrado em termos de igualdade de género. De seguida, apresentamos alguns dos projetos e iniciativas que se focam principalmente na igualdade de género nas TIC e profissões relacionadas com tecnologia.

#### **3.1. Portuguese Women in Tech**

O projeto Portuguese Woman in Tech, foi desenvolvido com os seguintes objetivos: apoiar as mulheres no ramo da tecnologia e atrair novas mulheres para este ramo. Para que este projeto se desenvolva foram então criadas algumas ações: 1) Foi construído um website para apoiar esta causa; 2) Foram organizados workshops em eventos como o WebSummit, o Portuguese Woman in Tech Awards e o PWIT Hackathon; 3) Foi lançado um primeiro folheto com o apoio da ScaleUp Porto, que foi distribuído posteriormente por raparigas de escolas da região do Porto. A segunda edição deste folheto contou com o apoio da EDP; 4) Foi criado um programa de mentoria, um clube de livros onde podemos encontrar diversos livros relacionados com estas temáticas e também um programa para mulheres empreendedoras.

Nos próximos anos, este projeto tem como objetivo atrair mais mulheres para a tecnologia e também ter mais mulheres a liderar empresas tecnológicas (*Portuguese Women in Tech*, n.d.).

#### **3.2. One in Tech**

O projeto One in Tech, é um projeto da associação ISACA, que acredita que, com o contributo de todos, a comunidade tecnológica conseguirá criar um mundo digital no qual todos nós tenhamos orgulho em fazer parte, tornando-se um sítio onde todos se sintam em segurança e, definitivamente, iguais.

Este projeto tem como missão criar um ambiente digital saudável que possa ser utilizado por todos, de forma acessível e segura, mas também fazer com que a tecnologia não conheça um género, uma cor ou uma idade, pondo de parte suposições, preconceitos e limites. Para que isto seja possível terão de ser derrubadas algumas barreiras, tais como barreiras de género, raça, económicas, localização, educação e idade (*SHELEADSTECH - One In Tech*, n.d.).

No universo One In Tech incluem-se os projetos She Leads Tech (promoção de igualdade de género nas tecnologias), Young Leaders in Tech (trazer os jovens, cada vez mais cedo, para a tecnologia) e o We Lead Tech (para promover a diversidade e a inclusão nas profissões tecnológicas). O projeto She Leads Tech será apresentado na subsecção seguinte.

### **3.3. She Leads Tech**

O projeto She Leads Tech faz parte do projeto One in Tech da associação ISACA e, foca-se diretamente na desigualdade de género na tecnologia, tendo ainda como objetivo, aumentar a representação das mulheres em cargos de liderança em empresas tecnológicas.

Desde o início, em outubro de 2017, momento da sua criação, o projeto já conseguiu reunir mais de trinta mil colaboradores. Este projeto é impulsionado por várias mulheres profissionais na área da tecnologia, que se dedicam a ajudar outras mulheres, proporcionando-lhes orientação, treino em liderança e de competências, para evoluírem e poderem mais facilmente destacar-se neste sector (*SHELEADSTECH - One In Tech*, n.d.).

### **3.4. Girls in Tech**

O projeto Girls in Tech é uma iniciativa projetada pela associação Spark para a educação. Este projeto tem como missão contribuir para uma maior diversificação de género em cursos STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics), através de atividades que promovem a interação entre raparigas do ensino secundário e do ensino superior.

Este projeto é constituído por um grupo de 11 alunas universitárias de várias academias nacionais, que procuram: despertar interesse e curiosidade em alunas do ensino secundário pelas áreas STEM; combater estereótipos desmistificando crenças e preconceitos relacionados com a presença das mulheres em áreas tecnológicas; criar uma rede de partilha de experiências e conhecimento entre mulheres ligadas à tecnologia; dar a conhecer histórias de sucesso de alunas de ensino superior nesta área que possam construir como modelos e inspiração para as alunas do ensino secundário, e facilitar a criação de futuras oportunidades de emprego.

Conta com o apoio de algumas empresas conceituadas como é o caso da Deloitte, Spark Agency, Thales, entre outras (*GIT – Girls in Tech*, n.d.).

### **3.5. Engenheiras Por Um Dia**

O projeto Engenheiras Por Um Dia é uma iniciativa da Secretaria de Estado para a Cidadania e a Igualdade e tem como principal objetivo promover, junto de estudantes do

ensino não superior, a escolha de engenharias e de cursos tecnológicos, desconstruindo a ideia de que estes são domínios masculinos.

Ao longo de cada ano letivo, Escolas Secundárias podem participar em diversas atividades como por exemplo: desafios de engenharia, visitas de estudo a empresas e 32 universidades, ações de aconselhamento, ciclo de workshops sobre engenharia e tecnologia, celebração do Dia das Raparigas em TIC (Girls in ICT Day, que se celebra na quarta quinta-feira do mês de abril) e outros acontecimentos.

Este projeto conta ainda com o apoio de várias entidades, municípios, associações de estudantes de várias escolas, escolas secundárias e também universidades e institutos politécnicos (*Engenheiras Por 1 Dia*, n.d.).

### **3.6. Women in Cyber**

O projeto Women in Cyber, afirma que no mundo da ciber-segurança as mulheres têm ainda uma pior representação em número, do que no mundo das TIC em geral. Estimam que, até ao ano de 2022, poderá haver um défice global de 1,8 milhões de profissionais nas diferentes áreas ligadas à informática, e, para combater este défice, é crucial encorajar mulheres para estas áreas.

Este projeto foi criado na Suíça e pretende ajudar alunas, profissionais e interessadas na área da tecnologia. Conta com o apoio de diversas empresas como é o caso da Deloitte, que apoia o projeto de forma contínua, procurando aplicar as boas práticas do projeto na sua empresa (*Home | WiCyS - Women in Cybersecurity*, n.d.).

### **3.7. Women Techmakers**

O projeto Women Techmakers é um programa criado pela Google que pretende providenciar visibilidade e recursos às mulheres no mundo da tecnologia. Este projeto foi criado em 2014 e, desde então, todos os anos tem trazido cada vez mais mulheres para este universo da tecnologia através de eventos e programas de liderança. Desde o seu começo já conta com mais de setenta mil membros.

Uma das grandes ações deste projeto são os encontros realizados em vários países do mundo, incluindo Portugal, onde até à data foram já realizados encontros em Lisboa e no Porto com o intuito de reunir mais mulheres e despertar o interesse de mais jovens pela área das tecnologias (*Women Techmakers*, n.d.).

### **3.8. Women in Technology**

O projeto Women in Technology (WIT) tem como principal propósito ajudar a promover as mulheres para o mundo da tecnologia, fazendo isto através de uma variedade de ações, como por exemplo: desenvolvimento de liderança, educação tecnológica, networking e ações de mentoria para qualquer mulher e para qualquer nível de carreira.

O projeto está dividido em duas partes: uma primeira que fornece a educação escolar que conta com o apoio de outros projetos como é o caso do Girls in Technology, STEM for Her e Women in Technology – Young Professionals, e uma segunda parte mais voltada para a vertente profissional tendo também o apoio do projeto The Leadership Foundry.

Até ao momento o projeto tem mais de 1000 membros em vários países do mundo (*Women in Science and Technology - Produit Actualité Eurostat - Eurostat, n.d.*).

### **3.9. IEEE Women in Engineering**

IEEE Women in Engineering é um dos projetos líderes no que toca à mudança do mundo da engenharia para as mulheres. É constituído por uma rede de aproximadamente 20.000 membros espalhados por mais de 100 países de forma a promoverem a mulher no mundo da tecnologia em todos os aspetos da sua vida e carreira.

É ainda de referir que este projeto é apresentado como sendo de todos e para todos os que tenham o objetivo de promover a mulher nesta área (*IEEE WIE, n.d.*).

## **4. Proposta de Plano para a Promoção da Igualdade de Género numa Escola de Engenharia**

Tendo este trabalho como principal objetivo promover a igualdade de género num curso de Engenharia Informática de uma Instituição de Ensino Superior (IES) em Portugal, inúmeras são as medidas que podem ser adaptadas para atingir esse fim. São enumeradas cada uma das medidas que são propostas para atrair, acolher e manter as alunas no curso, de forma a promover uma possível igualdade de género num futuro que esperamos ser próximo. As propostas são as seguintes:

- Palestras de apresentação de projetos de igualdade de género: para dar a conhecer alguns dos projetos existentes em Portugal e no estrangeiro;
- Parcerias com projetos existentes: para fomentar a promoção da igualdade de género na IES;
- Visita guiada ao Campus da IES: onde os visitantes tivessem a oportunidade de experienciar o que é um curso de Engenharia Informática, também ouvindo o testemunho dos alunos e ex-alunos;
- Academia de programação: aberta apenas a raparigas, onde estas poderão experienciar o que é trabalhar na área de informática. Esta academia iria contar com voluntários para dar noções básicas de alguma linguagem de programação, e ajudar estas participantes a desenvolver um pequeno projeto;
- Concurso “Melhor Ideia”: para incentivar as alunas a pensarem em problemas do dia a dia e a encontrarem uma solução possível através da implementação de uma aplicação;

Palestra com mulheres de sucesso na área das tecnologias: para as jovens estudantes conhecerem algumas mulheres de sucesso e líderes de empresas portuguesas ligadas diretamente à área das tecnologias;

Visita de estudo: visita por parte dos mais novos, que frequentam os 2º e 3º ciclos para permitiria tomar contacto, desde cedo, com a realidade de uma IES de Tecnologia. Esta visita deverá ter demonstrações práticas e divertidas de forma a cativar o interesse destes jovens pela informática e pelas tecnologias em geral;

- Prémio “Melhor Nota”: propõe-se que a aluna com média mais elevada a entrar em cada ano tenha as propinas pagas.

- Concurso “Melhor texto sobre igualdade de gênero”: o melhor texto seria publicado no site da IES e em jornais de circulação nacional;
- Palestra de alunas da IES: para mostrar o exemplo de antigas e também de atuais alunas, às candidatas que se encontram ainda a decidir o rumo que querem dar à sua vida estudantil;
- Testemunhos nas redes sociais: com pequenos vídeos ou textos de alunas e ex-alunas do seu percurso enquanto estudantes da IES;
- Podcasts com casos de sucesso: onde uma aluna ou uma empreendedora na área das tecnologias pudesse falar um pouco do seu percurso;
- Mentoria: acompanhamento próximo a novas alunas por parte de alunas finalistas e não só com o intuito de as ajudar, apoiar e aconselhar.
- Palestra de apresentação do curso: realização de palestras de apresentação do curso de Engenharia Informática para a captação de novas alunas.

## 5. Formulação Estratégica

A formulação estratégica deste projeto pode ser dividida em três etapas distintas, uma primeira etapa de captação/atração, uma segunda etapa de acolhimento e uma terceira e última etapa de manter estas alunas no curso.

Na primeira etapa de captação de novas alunas, entram os objetivos estratégicos de curto prazo. A finalidade destes objetivos é a captação de alunas do ensino secundário, finalistas ou não, as quais, dentro de pouco tempo, terão terminado o 12<sup>o</sup> ano e estarão no momento de fazer escolhas para entrar num curso superior.

Numa segunda etapa de acolhimento destas novas alunas na IES, poderão ser realizadas visitas guiadas, feitas por atuais alunas da licenciatura em Engenharia Informática, podendo ainda ser realizadas palestras e podcasts com o intuito de motivar estas alunas para o novo capítulo que acaba de se iniciar.

Na terceira etapa temos o objetivo de manter estas alunas e combater o abandono académico por parte das mesmas. Para isso, poderão ser realizadas sessões de mentoria para alunas cujo desempenho escolar seja mais fraco, proporcionadas mais uma vez por alunas ou ex-alunas do curso, mas também por profissionais qualificados.

Para além da divisão das medidas como sendo medidas que visam atrair, acolher e manter alunas na licenciatura em engenharia informática, podemos ainda categorizá-las de acordo com o impacto que estas poderão ter até apresentarem resultados, podendo assim serem categorizadas por medidas de curto, médio e longo prazo, conforme mostrado na Tabela 2.

Podem haver medidas que se adequem a vários ou a todos os períodos de tempo conforme o seu objetivo temporal, como é o caso da visita de estudo. Esta pode ser categorizada como medida de curto prazo se optarmos por realizá-la apenas a alunas que estejam a finalizar o ensino secundário. Podemos também categorizá-la como sendo de médio prazo se optarmos por convidar alunos que tenham entrado agora no ensino secundário, mas ainda podemos categorizá-la como sendo de longo prazo se o nosso objetivo for cativar desde cedo alunos do 1<sup>o</sup> e 2<sup>o</sup> ciclo do ensino básico.

Medidas	Público-alvo e Impacto esperado		
	Curto Prazo	Médio Prazo	Longo Prazo
Visita guiada ao campus do ISEC a:	Alunos finalistas do Ensino Secundário	Alunos do 3º ciclo do ensino básico	Alunos do 1º e 2º ciclos do ensino básico
Palestras de apresentação da Licenciatura em Engenharia Informática a:	Alunos finalistas do Ensino Secundário	Alunos do 3º ciclo do ensino básico	
Testemunhos de alunas e ex-alunas nas redes sociais do ISEC	Alunos finalistas do Ensino Secundário	Alunos do Ensino Secundário	
Ações de mentoria a novas alunas por parte de ex-alunas	Novas alunas no curso	Quaisquer alunas no curso	

Tabela 2 – Medidas para atrair, acolher e manter alunas no curso de Engenharia Informática

## 6. Metodologia de trabalho

A realização deste trabalho de pesquisa foi dividido em algumas partes distintas, uma inicial que incidiu sobre uma pesquisa bibliográfica cujo objetivo era a aquisição de conhecimentos aprofundados sobre o tema, uma segunda etapa com o objetivo de estudar os diferentes projetos e iniciativas presentes em Portugal mas também pelo mundo, de seguida iniciou-se uma etapa de análise dos dados recolhidos durante as pesquisas realizadas nas etapas anteriores onde foram elaboradas tabelas e gráficos com a informação recolhida, como última etapa foi elaborado o relatório e o atual artigo.

## 7. Revisão da Literatura

Tendo este artigo tido por base a leitura e análise de alguns relatórios e artigos publicados em revistas científicas, houve dois trabalhos que se poderão destacar e enquadrar-se com o trabalho por nós realizado e esses trabalhos foram a tese de mestrado realizada por Patrícia Felisberto para a obtenção do grau de mestre pela Universidade da Beira Interior e o artigo realizado por N. Nesiba, J. Dana-Farley, N. Muhyi, J. Chen, N. Ray, E. Pontelli para o Departamento de Ciências da Computação da Universidade do Estado de Novo México.

Estes dois trabalhos seguem linhas de pensamento bastante similares, podendo observar que em ambos é feita uma ligação entre a falta de alunas e profissionais do género feminino nas áreas de tecnologias de informação e a formação que é dada aos alunos desde que entram na escola.

Tal como referimos anteriormente no capítulo 2, podemos ainda observar que na tese de mestrado de Patrícia Felisberto, “TIC e as Desigualdades de Género: Reprodução Social e Mudança nos Percursos Profissionais” é ainda criada uma ligação entre os brinquedos dados às crianças de ambos os géneros e as potenciais influências que estas ações podem causar. Assim, como foi referido neste artigo é necessário criar ações que possam suscitar



o interesse das jovens alunas desde muito cedo, ideia esta que é também sustentada no artigo “*Young Women in Computing: Creating a successful and sustainable pipeline*”, sendo referido que estas áreas devem ser introduzidas na vida dos jovens estudantes desde muito cedo, a partir do jardim de infância.

O atual artigo incide em vários aspetos que foram já relatados nos dois trabalhos de pesquisa anteriormente citados, introduzindo e focando-se mais em estudar iniciativas presentes em Portugal, mas também por todo o mundo, tendo ainda como objetivo formalizar um conjunto de medidas estipuladas no capítulo 4 para atrair, acolher e manter novas alunas em cursos diretamente ligados com as tecnologias de informação.

## 8. Conclusões e Trabalho Futuro

Este trabalho permite constatar que as mulheres ainda se encontram muito subvalorizadas e sub-representadas em diversas áreas e especialmente nas TIC, onde se encontram em número bastante inferior ao do gênero masculino. Embora seja possível identificar diversas iniciativas e projetos em curso com o objetivo de mitigar essas diferenças, ainda há um longo caminho a percorrer até um ponto de equilíbrio.

As discrepâncias entre o gênero masculino e feminino começam desde muito cedo, ainda enquanto crianças, quando um simples brinquedo já começa a fazer diferença. Estas pequenas atitudes que podemos considerar irrelevantes têm vindo constantemente a refletir-se no futuro dos jovens, principalmente numa fase bastante importante das suas vidas que é a escolha da sua área de estudos.

Neste trabalho, são identificados diversos projetos e iniciativas (foram destacados 9) para promoção da igualdade na área das tecnologias e apresentadas medidas para a criação de um plano estratégico para a igualdade de gênero nesta área para uma IES. As medidas sugeridas são organizadas conforme o impacto esperado: curto, médio e longo prazo.

Considera-se que é importante sensibilizar os organismos com relevância na avaliação dos cursos para que estes aspetos de igualdade de gênero sejam considerados. Assim, como recomendação de melhoria, entende-se que a Agência de Avaliação e Acreditação do Ensino Superior deveria incluir medidas de igualdade de gênero nas suas avaliações e recomendações de melhoria, o que não tem acontecido até à presente data. Assim, as Instituições de Ensino Superior que se tiverem antecipado, que tenham implementado planos estratégicos de promoção da igualdade de gênero, que registem e meçam o impacto dessas iniciativas, estarão em vantagem.

Outros estudos podem ainda ser efetuados, em especial em resultado da melhoria das diversas iniciativas previstas aproveitando o contexto internacional e o programa Erasmus+. Esta é, certamente, uma área em que os países Europeus (e não só) têm muito a aprender uns com os outros.

## Referências

About. (n.d.). Retrieved September 7, 2021, from <https://pyladies.com/about/>

About Anita Borg & Supporting Women Technologists | AnitaB.org. (n.d.). Retrieved September 7, 2021, from <https://anitab.org/our-history/>

- ArabWIC. (n.d.). Retrieved September 7, 2021, from <https://arabwic.org/>
- Dados e Estatísticas de Cursos Superiores. (n.d.). Retrieved September 9, 2021, from <https://infocursos.mec.pt/>
- Digitalização pode aumentar diferença salarial entre homens e mulheres – DNOTÍCIAS.PT.(n.d.).Retrieved September 2, 2021, from <https://www.dnoticias.pt/2021/3/5/253010-ha-o-risco-de-a-digitalizacao-aumentar-a-diferenca-salarial-entre-homens-e-mulheres/>
- Engenheiras por 1 dia. (n.d.). Retrieved March 9, 2021, from <https://www.engenheirasporumdia.pt/>
- GIT – Girls in Tech. (n.d.). Retrieved April 28, 2021, from <https://girlsintech.pt/>
- Guia da Candidatura 2021 - Detalhe de Curso. (n.d.). Retrieved August 31, 2021, from <https://www.dges.gov.pt/guias/detcursopi.asp?codc=9885&code=3064>
- Home | WiCyS - Women in Cybersecurity. (n.d.). Retrieved September 8, 2021, from <https://www.wicys.org/>
- How advancing women’s equality can add \$12 trillion to global growth | McKinsey. (n.d.). Retrieved September 9, 2021, from <https://www.mckinsey.com/featured-insights/employment-and-growth/how-advancing-womens-equality-can-add-12-trillion-to-global-growth>
- IEEE WIE. (n.d.). Retrieved September 7, 2021, from <https://wie.ieee.org/>
- Igualdade de género em Portugal em seis gráficos e testemunhos – ECO. (n.d.). Retrieved August 31, 2021, from <https://eco.sapo.pt/2017/07/23/igualdade-de-genero-em-portugal-em-seis-graficos-e-testemunhos/>
- LEGO Mindstorms – Wikipédia, a enciclopédia livre. (n.d.). Retrieved September 7, 2021, from [https://pt.wikipedia.org/wiki/LEGO\\_Mindstorms#Hist%C3%B3ria](https://pt.wikipedia.org/wiki/LEGO_Mindstorms#Hist%C3%B3ria)
- Mulheres e Raparigas nas TIC: Competências e Educação para o Mundo Digital. (n.d.). Retrieved September 9, 2021, from <https://www.acegis.com/2018/04/mulheres-e-raparigas-nas-tic/>
- National Center for Women & Information Technology. (n.d.). Retrieved September 7, 2021, from <https://ncwit.org/>
- Nesiba, N., Dana-Farley, J., Muhyi, N., Chen, J., Ray, N., & Pontelli, E. (2015). Young Women in Computing: Creating a successful and sustainable pipeline. Proceedings - Frontiers in Education Conference, FIE, 2015. <https://doi.org/10.1109/FIE.2015.7344242>
- Our story - Portuguese Women in Tech. (n.d.). Retrieved August 31, 2021, from <https://www.portuguese-women-intech.com/our-story>
- POCH | Índice de Igualdade de Género 2020. (n.d.). Retrieved August 31, 2021, from <https://www.poch.portugal2020.pt/pt-pt/Noticias/Paginas/noticia.aspx?nid=657>

- PORDATA - Alunos matriculados no 1.º ano pela 1.ª vez no ensino superior em Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC): total e por sexo. (n.d.). Retrieved September 2, 2021, from [https://www.pordata.pt/Portugal/Alunos+matriculados+no+1.º+ano+pela+1.ª+vez+no+ensino+superior+em+Tecnologias+da+Informação+e+Comunicação+\(TIC\)+total+e+por+sexo-1172](https://www.pordata.pt/Portugal/Alunos+matriculados+no+1.º+ano+pela+1.ª+vez+no+ensino+superior+em+Tecnologias+da+Informação+e+Comunicação+(TIC)+total+e+por+sexo-1172)
- PORDATA - Alunos matriculados no ensino superior: total e por sexo. (n.d.). Retrieved September 9, 2021, from <https://www.pordata.pt/Portugal/Alunos+matriculados+no+ensino+superior+total+e+por+sexo-1048>
- PORDATA - Diplomados no ensino superior em Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC): total e por sexo. (n.d.). Retrieved September 9, 2021, from [https://www.pordata.pt/Portugal/Diplomados+no+ensino+superior+em+Tecnologias+da+Informação+e+Comunicação+\(TIC\)+total+e+por+sexo-1171](https://www.pordata.pt/Portugal/Diplomados+no+ensino+superior+em+Tecnologias+da+Informação+e+Comunicação+(TIC)+total+e+por+sexo-1171)
- Portuguese Women in Tech. (n.d.). Retrieved March 1, 2021, from <https://www.portuguesewomenintech.com/>
- Rails Girls. (n.d.). Retrieved September 7, 2021, from <http://railsgirls.com/>
- she++ | LinkedIn. (n.d.). Retrieved September 7, 2021, from <https://www.linkedin.com/company/she->
- SHELEADSTECH - One In Tech. (n.d.). Retrieved April 28, 2021, from <https://oneintech.org/our-programs/sheleadstech/>
- Sociais Humanas, C., & Alexandra dos Santos Vieira Felisberto, P. (n.d.). UNIVERSIDADE DA BEIRA INTERIOR TIC e as Desigualdades de Género: Reprodução Social e Mudança nos Percursos Profissionais.
- Vision, Mission, & Values – Center for Women in Technology - UMBC. (n.d.). Retrieved September 7, 2021, from <https://cwit.umbc.edu/mission-vision/>
- Women in science and technology - Produit Actualité Eurostat - Eurostat. (n.d.). Retrieved September 2, 2021, from <https://ec.europa.eu/eurostat/fr/web/products-eurostat-news/-/edn-20200210-2>
- Women Techmakers. (n.d.). Retrieved September 8, 2021, from <https://www.womentechmakers.com/>

# Modelos de Negócio das Empresas de Contabilidade Face à Disrupção Tecnológica: Uma Proposta de Possibilidades

Ana Teresa Marracho<sup>1</sup>, Pedro António Ferreira<sup>2</sup>

teresa1997@msn.com; pedro.ferreira@iscte-iul.pt

<sup>1</sup> Alumni Iscte Business School, Rua Carlos de Oliveira, 9, Vale-flores, 2810-416, Almada, Portugal

<sup>2</sup> BRU Iscte – Instituto Universitário de Lisboa, Av. das Forças Armadas, Lisboa, 1649-026, Lisboa, Portugal

Pages: 439-459

**Resumo:** O propósito desta investigação é propor modelos de negócio das empresas de contabilidade (MN) face à disrupção tecnológica, numa lógica de possibilidades inerente ao construtivismo pragmático. Para tal: (1) identifica as tecnologias emergentes impactantes dos atributos dos MN; (2) identifica os atributos dos MN, num ambiente de evolução tecnológica, e (3) identifica as ideias-chaves orientadoras da re(invenção) de MN. Analisa dados diretos recolhidos através de entrevistas a quatro empresas e dados indiretos de 50 documentos obtidos em 30 websites, portais, blogs, canais YouTube e similares. Utiliza a análise de conteúdo como técnica de análise de dados. Apresenta quatro conclusões principais: (1<sup>a</sup>) não existe um MN universal para as empresas de contabilidade, mas sim vários passíveis de boa execução; (2<sup>a</sup>) identificaram-se quatro MN genéricos; (3<sup>a</sup>) as tecnologias emergentes são determinantes para o MN e (4<sup>a</sup>) identificaram-se quatro ideias orientadoras da (re)invenção dos MN: (a) ecossistema de negócios, (b) plataformas em nuvem; (c) serviços de valor acrescentado e (d) automatização e digitalização total.

**Palavras-chave:** Disrupção Tecnológica; Modelos de Negócio; Empresas de Contabilidade; Possibilidades; Construtivismo Pragmático.

## *Business Models of Accounting Companies Coping With Technological Disruption: A Proposal for Possibilities*

**Abstract:** The purpose of this investigation is to propose business models for accounting firms (BM), coping with technological disruption, to achieve a realm of possibilities inherent to a pragmatic constructivism. Thus, one must: (1) identify emerging technologies impacting BM attributes; (2) identify the attributes of BM in an environment of technological evolution; (3) identify the key ideas guiding the (re)invention of BM. It analyzes direct data collected through interviews conducted with four companies and indirect data from 50 documents obtained from 30 websites, portals, blogs, YouTube channels and similar platforms. It uses content analysis as a data analysis technique. It presents four main conclusions: (1st) there is no universal BM for accounting firms, but several capable of good execution;

(2nd) four generic BM; (3rd) emerging technologies are decisive for BM and (4th) four guiding ideas for the (re)invention of BM were identified: (a) business ecosystem; (b) cloud platforms; (c) value-added services and (d) automation and full digitization.

**Keywords:** Technological Disruption; Business Models; Accounting Companies; Possibilities; Pragmatic Constructivism.

## 1. Introdução, *Gap* e Objetivos

Na era da tecnologia ubíqua, a disrupção tecnológica é assunto do momento chegando ao mercado com promessas de transformação e inovação. Tecnologias como a inteligência artificial (IA), *machine learning* (ML), computação cognitiva (CC), *big data* (BD), *analytics*, *business intelligence* (BI), *blockchain* (BC), criptomoedas, internet das coisas (IoT), realidade virtual (RV) e aumentada (RA), *cloud* e redes sociais (RS) (Knudsen, 2020; Stratopoulos, 2020; Kaya et al., 2019; Cong et al., 2018; Dai & Vasarhelyin, 2017) prometem fazer as coisas de maneira mais rápida e económica (Cong et al., 2018) e, simultaneamente, têm a capacidade de desumanizar ainda mais a sociedade (Kaya et al., 2019; Dai & Vasarhelyin, 2017).

Investigadores e profissionais dedicam tempo à descoberta desta transformação digital, também denominada 4<sup>a</sup> revolução industrial, a qual promete a interconexão de máquinas inteligentes para a tomada de decisão sem humanos (Cong et al., 2018), o que mudará completamente os processos de negócio, principalmente o processo decisório, a força de trabalho e as estruturas de custos (Kaya et al., 2019). As capacidades digitais têm o poder de perturbar indústrias e os seus meios de atuação (Berghaus & Back, 2016), fazendo sentido a afirmação de Cong et al., (2018, pp. 9) “*In the longer term, the ecosystem of data flow will be continuous and without manual intervention. Much of the decision making will be robotic, predictive, and striving for dynamic optimization.*”.

Tal como outras indústrias e profissões, a contabilidade, *lato sensu*, quer na perspetiva da indústria quer da profissão, não escapará a esta disrupção digital e tecnológica (Knudsen, 2020; Kokina & Blanchette, 2019; Kokina & Davenport, 2017). Todavia, as investigações sobre os impactos da era digital na contabilidade são insuficientes (Knudsen, 2020; Marrone & Hazelton, 2019; Murthy, 2016).

Na perspetiva da indústria contabilística, Marrone & Hazelton (2019) estudaram o nível de investigação/extensão da disrupção tecnológica na contabilidade. Compararam os artigos de revistas académicas de contabilidade que contivessem os termos “tecnologia” e “disruptiva” no *abstract*, no período de 01/01/1980 a 01/01/2019, e exploraram as semelhanças e diferenças. No geral, concluíram que existia uma desconexão considerável entre os termos “interrupção/disrupção” e “tecnologia” na literatura científica relativa à contabilidade *lato sensu*. Tal desconexão sugere que a possibilidade de a tecnologia ser disruptiva para a profissão do contabilista não está a ser devidamente examinada, consonante com Knudsen (2020). No tópico específico do modelo de negócio das empresas de contabilidade (MN) encontramos apenas dois estudos na literatura (Schiavi et al., 2021 e Drew, 2015), existindo um **gap** interessante de colmatar cientificamente (o nosso **gap** e inerente **problema**).

Na perspetiva da profissão, um estudo da Mckinsey de 2015 conclui que o potencial de automação das profissões liberais é de 35% (Chui et al., 2017) e um outro estudo de Frey & Osborne (2017), da Universidade de Oxford, utilizando um algoritmo preditivo, estima que, dentro de uma ou duas décadas, 94% dos contabilistas e auditores serão substituídos pela tecnologia, considerando-a como uma profissão automatizada. Contrastando com os anteriores, um estudo do Bureau of Labor and Statistics (LBS) dos USA de 2020 projeta um crescimento de 7% no emprego para contabilistas e auditores entre 2020 e 2030.

A transformação digital pode não ser benéfica, no sentido de que o nível de automatização das tarefas, atividades e processos pode eliminar a profissão de contabilista *lato sensu* e/ou modificar o ensino da contabilidade *lato sensu* (Alderman, 2019; Guthrie & Parker, 2016; Kokina & Davenport, 2017; Pan & Seow, 2016). Porém, a era digital também dá oportunidades para repensar e redescobrir o modo como a área da contabilidade é desempenhada e moldada pela sociedade (McGuigan & Ghio, 2019), pressionando-a para o aperfeiçoamento e aplicação de novos modelos de negócio (MN), sendo imperativo que os contabilistas se interessem, estudem e apliquem as tecnologias emergentes (Stratopoulos, 2020; Kokina & Blanchette, 2019; Sutton et al., 2018; Guthrie & Parker, 2016; Sutton, et al., 2016).

Neste contexto, o **objetivo** desta investigação é propor MN genéricos das empresas de contabilidade orientadas para PMEs (MN) face à disrupção tecnológica, numa lógica de possibilidades inerente ao construtivismo pragmático (secção 5). Para a sua concretização é necessário: (1) identificar as *tecnologias emergentes* impactantes dos atributos dos MN, funcionando como “*ativadores*” da transformação (subobjetivo 1; secção 2 e 4); (2) identificar os *atributos* dos MN, num ambiente de crescente automatização e digitalização, funcionando como “*drivers*” da transformação (subobjetivo 2; secção 4) e (3) identificar *ideias-chaves orientadoras*: (a) da transformação do MN atual e/ou (b) do design de novos MN, funcionando como “*guias*” da transformação (subobjetivo 3; secção 5 e 4).

Além desta Introdução, o artigo compreende mais cinco secções: referencial teórico, metodologia, resultados e discussão dos atributos do MN, proposta de matriz MN e de ideias orientadoras e discussão e, por fim, conclusões, limitações e sugestões.

## 2. Referencial Teórico

Esta secção apresenta o referencial teórico em duas vertentes: (a) *lista* de tecnologias emergentes impactantes dos atributos do MN das empresas de contabilidade e (b) *framework* de modelo negócio. Não é uma revisão de literatura em si mesma, mas sim o **resultado final** de um processo de revisão sistemática da literatura (RSL) sobre a aplicação de tecnologias emergentes na contabilidade *lato sensu*.

**Tecnologias Emergentes na Contabilidade.** As principais tecnologias referidas na literatura e potencialmente impactantes do MN constam da Tabela 1. Decorrem da revisão de 37 artigos (coluna “Autores”) que cruzam tecnologias e contabilidade, nas perspetivas da indústria e profissão, focando: (1) identificação das tecnologias, (2) aplicabilidade e funcionalidades, (3) benefícios e vantagens, (5) desvantagens, (6) obstáculos e barreiras e (7) riscos daquelas tecnologias na contabilidade *lato sensu* e

(8) o seu potencial impacto nos *atributos* do MN. Destes aspetos, por uma questão de relevância, só contam da Tabela 1 a aplicabilidade/funcionalidades.

Tecnologias genéricas	Tecnologias específicas e associadas	Aplicabilidade   Funcionalidades	Autores (exemplos)				
1. Big Data (BD)	<ul style="list-style-type: none"> <li>· <i>Analytics</i></li> <li>· <i>Business Intelligence (BI)</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Avaliação de ativos</li> <li>Reconhecimento de fraude</li> <li>Identificação de sentimentos</li> <li>Medição de desempenho do negócio e dos recursos humanos</li> </ul>	Cockcroft & Russell (2018); Horák & Bokšová (2018); Warren et al. (2015); Vasarhelyi et al. (2015); Bhimani & Willcocks (2014)				
		2. Blockchain (BC)	<ul style="list-style-type: none"> <li>· <i>Smarts Contracts (SC)</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Contratos digitais</li> <li>Contabilidade de tripla entrada</li> <li>Contabilidade partilhada</li> </ul>	Weigand et al. (2020); Cai (2019); Moll & Yigitbasioglu (2019); Wu et al., (2019); Cong et al. (2018); Dai & Vasarhelyi (2017); Coyne & McMickle (2017); Kokina et al., (2017)		
				3. Computação em Nuvem	<ul style="list-style-type: none"> <li>· <i>Internet</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Contabilidade em nuvem /online</li> </ul>	Allahverdi (2017); Dimitriu & Matei (2014, 2015); Bhimani & Willcocks (2014); Pacurari & Nechita (2013);
						4. Inteligência Artificial (IA)	<ul style="list-style-type: none"> <li>· <i>Cognitive Computing (CC)</i></li> <li>· <i>Machine Learning (ML)</i></li> <li>· <i>Processamento de Linguagem Natural (PLN)</i></li> <li>· <i>Robotic Process Automation (RPA)</i></li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Automação do registo de transações</li> </ul>	Alderman (2019); Fernandez & Aman (2018); Marshall & Lambert (2018); Tarmidi, et al. (2018); Kokina & Davenport (2017); Guo et al. (2016); Ul-Huq (2014); Van den Bogerd & Aerts (2011); McCarthy & Outslay (1989); Borthick & West (1987)						
<ul style="list-style-type: none"> <li>Leitura inteligente de documentos</li> <li>Análises preditivas da situação económica, financeira e monetária</li> <li>Deteção de irregularidades, prazos, fraude</li> <li>Automação de obrigações fiscais</li> <li>Investigação em contabilidade</li> <li>Expert Chatbots</li> </ul>							
<ul style="list-style-type: none"> <li>Contabilidade baseada em eventos (Sorter, 1969 in Cao &amp; Zhu, 2012)</li> <li>BC-IoT - Trading Model Based on Event Accounting</li> <li>Contabilidade financeira e de gestão em tempo real</li> <li>Controlo de ativos</li> <li>Gestão de inventários</li> <li>Desenvolvimento de algoritmos preditivos</li> </ul>	Wu et. al (2019); Kokina & Davenport (2017); Cao & Zhu (2012); Sorter (1969)						
<ul style="list-style-type: none"> <li>Contacto com clientes... no mundo</li> </ul>							
6. Realidade Virtual (RV)	<ul style="list-style-type: none"> <li>· <i>Internet</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><i>Virtual organizations, virtual teams, virtual work</i></li> <li>Formação em cenários realistas</li> </ul>	Buckless et al. (2012); Johnson & Middleton (2008)				

Tabela 1 – Tecnologias emergentes na contabilidade impactantes do modelo de negócio

A construção do referencial de tecnologias passou pela identificação: (a) de tecnologias genéricas e, dentro de cada uma destas, (b) de tecnologias específicas e/ou associadas e, depois, (c) as funcionalidades e aplicabilidade na contabilidade. Foi um processo de identificação, análise, agregação e categorização com vaivéns contínuos. O objetivo foi identificar as tecnologias que funcionem como “ativadores” da transformação do MN (subobjetivo 1) para preparação dos protocolos de entrevistas e para análise dos dados por Temas.

**Modelo de Negócio.** Existem várias *frameworks* de modelos de negócio (MN). A nossa escolha recaiu sobre o *Business Model Canvas* (BMC) de Osterwalder & Pigneur (2010) porque é: (a) uma ferramenta de descrição, análise e (re)design de MN; (b) a



ferramenta dominante na prática; (c) a que tem mais documentação de suporte e (d) a mais presente na literatura. Está estruturada em nove blocos que se articulam entre si: (1) Proposta de valor, (2) Segmentos de clientes, (3) Canais, (4) Relação com o cliente, (5) Atividades-chave, (6) Recursos-chave, (7) Parceiros-chave, (8) Fontes de receita e (9) Estrutura de custos (Osterwalder & Pigneur, 2010).

### 3. Metodologia

O estudo segue uma *metodologia qualitativa* porque analisa dados qualitativos de documentação preexistente e de quatro empresas. Tem subjacente o *interpretativismo* como *paradigma teórico*. Adota uma *abordagem construtivista*, mais especificamente o *construtivismo pragmático* que defende que os gestores (atores) apenas constroem uma realidade bem-sucedida na prática caso incorporem as quatro dimensões da realidade: factos, possibilidades, valores e comunicação (Jakobsen et al., 2019; Nørreklit et al., 2013), sendo um dos mais usados em gestão. O construtivismo padece de pluralidade (Riegler, 2005), ou seja, no limite, existem tantos construtivismos quantos os autores e cada autor constrói o seu. Por inerência, a resposta para uma determinada questão dependerá sempre da formação que se teve e das preferências pessoais de cada indivíduo (Riegler, 2005). É um estudo *híbrido - conceptual e empírico - e exploratório* dado que o objetivo é obter um conhecimento profundo e extenso de um fenómeno do qual pouco se sabe (Sekaran & Bougie, 2013). A lógica da recolha e análise de dados está sintetizada na Figura 1.

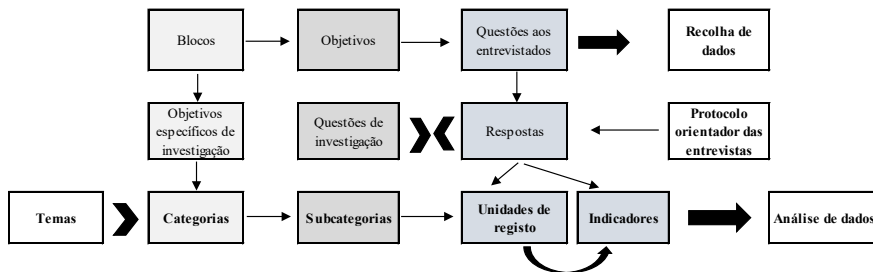


Figura 1 – Lógica da recolha e análise de dados

**Recolha de dados.** As técnicas de recolha de dados foram: (1) entrevistas semiestruturadas gravadas e (2) análise documental de documentos preexistentes, disponíveis em diversos suportes, antes e após entrevistas, ambas baseadas em protocolo específico.

*Entrevistas semiestruturadas.* A partir da revisão de literatura e da análise documental prévia, construíram-se os protocolos orientadores das entrevistas a executivos C-level de duas empresas de contabilidade (Conceito e Conta Azul) e duas de tecnologias (Thomson Reuters-Domínio e a Qlik). Os critérios de seleção das empresas de contabilidade foram os seguintes: (1) ambas estão na vanguarda da indústria no uso de tecnologias disruptivas, (2) ambas estão a viver um processo de transformação do negócio e (3) possuem MN nitidamente diferentes. Os critérios de seleção das empresas de tecnologias foram: (1) a reputação no fornecimento de soluções tecnológicas para empresas de contabilidade,

(2) a atuação em segmentos de mercado diferentes e (3) possuem produtos tecnológicos diferentes. Os critérios subjacentes à seleção dos entrevistados (Tabela 2) foram: (1) a visão que detêm sobre o objeto de estudo, (2) o conhecimento do cruzamento entre contabilidade e tecnologias e (3) o exercício de cargos diferenciados. Os entrevistados estão identificados pelo código Pi (P1, P2, P3 e P4).

A opção pelas entrevistas adequa-se ao tipo de estudo (Sekaran e Bougie, 2013) porque possibilitam um discurso mais espontâneo do que um discurso preparado (Bardin, 2009). Devido à pandemia COVID-19, as entrevistas foram realizadas online, de 19 a 21 de agosto de 2020, e duraram entre 45 minutos (empresas de tecnologias) a 1h30 (empresas de contabilidade). Foram conduzidas em linha com três diretrizes: colocação de perguntas imparciais; esclarecimento de questões e realização de apontamentos durante entrevista (Sekaran & Bougie, 2013).

Entrevistado	Idade	Profissão	Nº de Páginas da Entrevista Transcrita
P1	37	Partner na Conceito	7 páginas
P2	32	Gerente Executivo na Conta Azul	11 páginas
P3	47	Senior Marketing Manager na Thomson Reuters - Domínio	9 páginas
P4	43	Marketing Intelligence na Qlik	9 páginas

Tabela 2 – Caracterização dos sujeitos dos entrevistados

*Análise documental.* Foram analisados 50 documentos obtidos de 30 websites, portais, blogs, canais YouTube e similares, nomeadamente artigos de opinião - técnicos e não técnicos -, notícias, entrevistas, vídeos e *post's* de blogs das empresas, para: (a) contextualizar e preparar os protocolos de entrevistas e (b) esclarecer e confrontar com a informação obtida nas entrevistas. Esta técnica de análise de informação robustece a validade do estudo (Merriam, 2002) e é vantajosa porque os documentos preexistentes já estão disponíveis de forma independente da situação em análise (Merriam, 2002).

*Protocolo/Perguntas.* O protocolo de referência é constituído por 20 e 40 perguntas abertas, respetivamente para as empresas de tecnologia e empresas de contabilidade, comuns às entrevistas e à análise documental, que possibilitam a recolha de dados para responder às seguintes questões de investigação:

- Q1: É possível identificar *modelos de negócio genéricos* para as empresas de contabilidade numa era de tecnologia ubíqua? Ou existe um MN universal?
- Q2: Quais as principais *tecnologias emergentes* que impactam os atributos dos MN?
- Q3: Quais os *atributos* dos MN genéricos, num ambiente de crescente automatização e digitalização?
- Q4: É possível identificar *ideias-chaves orientadoras* da (re)invenção dos MN que ajudem os gestores?

As perguntas foram estruturadas pelas Subcategorias, integradas em Categorias e Temas, patentes na Tabela 3. Uma pergunta pode estar alinhada a mais que uma

subcategoria e vice-versa. Em função da dinâmica das entrevistas, algumas perguntas foram respondidas em simultâneo com outras.

**Análise de dados.** A técnica de análise de dados foi a *análise de conteúdo*. Esta é um conjunto de técnicas de análise de comunicações que visa obter, por procedimentos sistemáticos e objetivos de escrutínio do conteúdo das mensagens, indicadores que permitam a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção/receção daquelas mensagens (Bardin, 2009, pp. 44). De um modo geral, a análise de conteúdo persegue a superação da incerteza e o enriquecimento da leitura. Possui a função de “administração da prova” – é a análise de conteúdo para “servir de prova” (Bardin, 2009).

A análise de conteúdo aplica-se a situações de comunicação dual (diálogo), como sejam as entrevistas semiestruturadas, em suporte escrito e oral. Para que a análise seja válida, as regras de categorização devem ser: homogêneas, exaustivas, exclusivas, objetivas e adequadas ou pertinentes (Bardin, 2009). Existem diversas técnicas de análise de conteúdo. Neste estudo aplicou-se a técnica categorial complementada pela técnica das relações. Em consonância, os dados recolhidos foram, *primeiro*, reduzidos e agrupados (Merriam, 2002), *segundo*, analisados e relacionados (Bardin, 2009) e *depois*, extraídas as conclusões.

**Coerência.** Para garantir a coerência, foram construídas cinco matrizes de articulação (MA): MA1 entre objetivos de investigação e temas que emergiram da análise de dados; MA2 entre blocos dos protocolos de entrevista e objetivos da investigação; MA3 entre objetivos dos protocolos de entrevista e objetivos de investigação instrumentais; MA4 entre blocos do MN e as perguntas do protocolo e a MA5 entre blocos do MN e a análise de conteúdo.

**Testes.** Foram efetuados três testes ao longo do estudo para garantir a qualidade da investigação: (1) validade das construções durante a recolha da evidência e composição; (2) validade interna durante a análise de dados (critério: coerência) e (3) validade externa (critérios: múltiplas vozes e múltiplas fontes). As táticas aplicadas durante os testes foram: utilização de múltiplas fontes; técnicas de *pattern matching*; utilização, por analogia, da lógica da replicação em múltiplos estudos de caso; elaboração de protocolos de investigação e criação duma base de dados. O surgimento de dúvidas originou uma nova pesquisa para as esclarecer.

#### 4. Resultados e Discussão: Atributos do Modelo de Negócio

O objetivo desta secção é expor os *principais atributos* do MN decorrentes da análise de dados (subobjetivo 2) referentes às quatro empresas participantes no estudo: a Conceito e a Conta Azul, como vozes de empresas de contabilidade, e a Thomson Reuters-Domínio e a Qlik como vozes de empresas de tecnologias.

A **Conceito** presta serviços, em *outsourcing*, nas áreas de contabilidade, fiscalidade, recursos humanos, tesouraria e apoio geral à gestão, tendo iniciado a sua atividade em 1982. Conta com 300 técnicos com elevados níveis de qualificação. Desenvolveu, recentemente, uma solução de desmaterialização documental, *workflow* de faturas

contabilidade automatizada: o Digiup. Afirma-se como “uma empresa que antecipou o futuro da contabilidade” (P1).

A **Conta Azul** apresenta-se como “a plataforma que conecta tudo o que você precisa para a gestão do seu negócio”. Surgiu no Brasil em 2007. Segundo os seus responsáveis, a Conta Azul distingue-se dos restantes *players* em 4 pontos-chave: “Tudo num só lugar”; “Aprender para empreender”; “Segurança para os seus dados” e “Equipa dedicada”. “Acredita que todo o dono de um negócio merece o sucesso.”. 800 mil empresas já adquiriram os serviços desta *start-up* (P2).

A **Thomson Reuters-Domínio** garante que há 20 anos que torna mais produtivo e inteligente o dia a dia dos contabilistas no Brasil ao colocar à sua disposição sistemas integrados, inteligentes e eficientes. É referência nacional no desenvolvimento de sistemas de contabilidade e fornece mais de 20 mil contabilistas. Esta aliança entre a Domínio, empresa de software de contabilidade, e a Thomson Reuters, líder mundial em informações, garante a inovação permanente e alta tecnologia. Uma delas é o ONVIO, uma plataforma de contabilidade em nuvem, lançado em 2019 (P3).

A **Qlik** é uma multinacional que ajuda as empresas a serem mais rápidas na tomada de decisão e a trabalharem de maneira mais inteligente. É líder mundial no Quadrante Mágico da Gartner para *Business Intelligence* (BI) e *Analytics* pelo 10<sup>o</sup> ano consecutivo. Sustenta que a sua plataforma é a única no mercado que “permite a exploração aberta e orientada pela curiosidade, dando a todos - em qualquer nível de habilidade - a capacidade de fazer descobertas reais que levam a resultados reais e mudanças transformadoras.” Têm diversas crenças, uma delas é “Acreditamos que os dados são a nova linguagem dos negócios.” (P4)

A **análise de conteúdo** dos dados indiretos e diretos segue uma lógica descendente, ou seja, parte dos Temas para ® Categorias ® Subcategorias ® Unidades de registo ® Indicadores (Figura 1 e Tabela 3). Estes últimos são o resultado das unidades de registo, ou seja, de blocos de informação (frases ou parte de frases) extraídos da documentação obtida online (análise documental) e das respostas dos entrevistados. Os temas, categorias e subcategorias foram definidas *a priori*, com base na revisão de literatura e na análise documental, e validados com as entrevistas. Construíram-se tabelas de análise de conteúdo, organizadas por tema, com os dados e resultados extraídos que foram depois analisados criticamente e confrontados com as conclusões dos principais autores da literatura.

Na Tabela 3 apresenta-se, para ilustração, um excerto dos resultados extraídos. Compreende apenas dados quantitativos e das entrevistas, não incluindo os dados da análise documental. Também não compreende os dados qualitativos, trabalhados em tabelas de análise de conteúdo específicas, base dos resultados da análise de dados apresentados de seguida, organizados por Temas. O **Tema A**: Instantaneidade é um tema de *impacto* nos MN; os **Temas B a E** (Oferta, Infraestrutura, Clientes e Finanças) respeitam a *atributos* dos MN tendo como referencial os blocos da *framework Business Model Canvas* emergentes da análise. Na análise e discussão, privilegiaram-se os atributos de alguns temas, blocos e componentes do MN em função da relevância para o MN e para as ideias-chave.

**Tema A: Instantaneidade.** O Tema A visa tratar o *impacto* da instantaneidade no *Business Model Canvas* das empresas de contabilidade (BMC) (Tabela 3).

Tema A: Instantaneidade			
Categorias	Subcategorias	Nº unidades de registo	Nº de indicadores
I. Tecnologia	Automatização total	29	22
	Digitalização total	14	10
	Conectividade	17	11
II. Processos internos e negócios	Simplificação dos processos	9	8
	Agilidade e Eficiência	6	5
	Comportamentos	10	6
	Formação	2	2
Tema B: Oferta			
Categorias	Subcategorias	Nº unidades de registo	Nº de indicadores
I. Proposta de valor	Plataforma	2	2
	Conselhos de eficiência	15	12
	Conselhos de inovação	7	6
Tema C: Infraestrutura			
Categorias	Subcategorias	Nº unidades de registo	Nº de indicadores
I. Ecosistema	Atores	5	5
	Sistema	9	9
II. Fornecedores	Recursos	5	5
III. Atividades-chave	Ação	5	4
IV. Recursos-chave	Equipas	6	6
Tema D: Clientes			
Categorias	Subcategorias	Nº unidades de registo	Nº de indicadores
I. Segmentos	Mercado	6	3
	Posicionamento	3	3
II. Canais	Alcance	7	4
III. Relações	Proximidade	6	5
	Valor	1	1
Tema E: Finanças			
Categorias	Subcategorias	Nº unidades de registo	Nº de indicadores
I. Custos	Aquisição	3	2
	Infraestrutura	3	3
	Colaboradores	3	2
III. Receitas	Lucro	4	3
	Vendas	5	5

Tabela 3 – Síntese dos resultados quantitativos por Temas

**Tecnologia.** Na subcategoria *automatização total*, a inteligência artificial (IA) foi destacada por todos os entrevistados, tendo sido mencionadas algumas tarefas da área contabilística que aquela permite automatizar, nomeadamente: lançamentos contabilísticos, conciliações bancárias, pré-preenchimento de obrigações legais e fiscais,

tramitação de documentos entre empresa e clientes, produção de relatórios e análises e conversas automáticas com os clientes e com o sistema. Isto corrobora uma pesquisa junto dos contabilistas brasileiros, partilhada pela Thomson Reuters-Domínio, que produziu conclusões idênticas, e confirma a conclusão de Kokina & Blanchette (2019) de que todas as tarefas que exijam trabalho repetitivo, intenso, volumoso e que possuem formato digital são passíveis de automação via RPA (*Robotic Process Automation*), na senda de pesquisas sobre a aplicação de sistemas de IA para a automação de tarefas na área da contabilidade iniciadas em 1980 (Baldwin et al., 2006).

No campo da *digitalização total* ficou claro, para todos os entrevistados: (a) o uso da OCR para a captura inteligente de dados, em qualquer ficheiro e em qualquer idioma, desde que os documentos estejam digitalizados; (b) a menção à API (*Application Programming Interface*) e à *cloud* como outras tecnologias para a digitalização total e (c) que o *cenário vivido na contabilidade é o digital*. Isto está na senda de um Sistema de Contabilidade Inteligente (*Artificial Intelligence Accounting System - AIAS*) existente na Malásia que recorre à OCR para captura de dados e digitalização e à IA para a automatização das transações (Tarmidi et al., 2018), i.e., aplica as tecnologias mencionadas pelos entrevistados tanto no campo da automatização total como no da digitalização total.

A terceira componente estudada foi a *conectividade* que, de acordo com todos os entrevistados, é alcançada a partir de *plataformas em nuvem*, que aumentam a proximidade aos clientes e permitem que todos trabalhem com a mesma versão dos dados em tempo real, confirmando Moll & Yigitbasiogl (2019), Bendovschi (2015) e Bhimani & Willcocks, (2014).

Por último, refira-se que as tecnologias mencionadas pelos contabilistas brasileiros, na pesquisa da Thomson Reuters-Domínio referida atrás, são consonantes com as tecnologias emergentes na área contabilística identificadas na literatura (secção 2).

***Processos internos e de negócio.*** Para todos os entrevistados, a *simplicificação e eliminação dos processos desnecessários* é premente, conseguindo-se através da OCR e RPA, da oferta de aplicações que emitem alertas contabilísticos aos empresários nos seus smartphones e de ferramentas legais atualizadas, sendo a tecnologia nuclear para aquele desiderato, em concordância com Kokina & Blanchette (2019) e Fernandez & Aman (2018).

Ambas as empresas de contabilidade, Conta Azul e Conceito, garantem *eficiência* na operação através das suas tecnologias, corroborando Borthick & West (1987) e Kaya et al., (2019), demonstrando ambas preocupação com o futuro, a agilidade e a proatividade. Todavia, a Conta Azul foi a única que mencionou a importância da *educação empresarial dos seus clientes* e a necessidade de *preparar as novas gerações de profissionais de contabilidade* para a área da consultoria e para os avanços tecnológicos, em coerência com Zhang & Vasarhelyi (2018) e Pacurari & Nechita (2013) que afirmam que os desafios futuros na área da contabilidade exigem formação permanente dos profissionais, e com Kokina & Blanchette (2019), Sutton et al., (2018), Guthrie & Parker (2016) e Sutton et al., (2016) quando sustentam que é imperativo que os contabilistas estudem e apliquem as tecnologias emergentes.



**Tema B: Oferta.** O Tema B visa identificar **atributos** para o bloco *proposta de valor* do BMC (Tabela 3).

**Proposta de valor.** A proposta de valor de uma empresa traduz os benefícios que esta promete entregar aos seus clientes (Osterwalder & Pigneur, 2010).

A proposta de valor da Conta Azul assenta numa “*plataforma de contabilidade em nuvem*” que entrega a posição de indispensável ao contabilista e instantaneidade e oportunidade da contabilidade aos empresários. Impulsiona o “*contabilista Herói*”, tornando-o parceiro estratégico do seu cliente, e reforça a contabilidade como *ferramenta de gestão*. Isto é consonante com os benefícios que a computação em nuvem traz à contabilidade mencionados na literatura (Popivniak, 2019; Allahverdi, 2017; Pacurari & Nechita, 2013). A proposta de valor da Conceito assenta na “*prestação de serviços de excelência personalizáveis*”. A concretização passa por: (a) novas funcionalidades de automatização, via IA; (b) serviços de valor acrescentado, como sejam soluções relacionadas com *BI & Analytics* para áreas de controlo de pagamentos, previsões de *cash-flow* e tendências de vendas e (c) consultoria fiscal. De facto, a AI possibilita a adição de novas ferramentas de automatização e a entrega de informação oportuna a pessoas iletradas em termos de dados, num mundo em que as organizações são, cada vez mais, *data-driven* (IBM, 2020) não sendo as empresas de contabilidade uma exceção (Horák & Boksová, 2018; Warren et al., 2015).

**Tema C: Infraestrutura.** O propósito do Tema C é identificar **atributos** dos componentes do bloco *infraestrutura* do BMC (Tabela 3).

**Ecosistema/Parcerias-chave.** As parcerias-chave respeitam à rede gerada com entidades de modo a otimizar o modelo de negócio, por exemplo, alcançar economias de escala, reduzir custos, reduzir risco e incerteza, partilhar infraestruturas e desenvolver produtos – coopetição (Osterwalder e Pigneur, 2010). Neste estudo, as empresas privilegiam a noção de *ecossistema* em detrimento de parcerias-chave, tendo-a classificada como *elemento-nuclear* para os negócios de contabilidade porque acreditam ser o futuro e ser essencial no campo da inovação, como sustentado por Adner e Kapoor (2010).

O P2 afirma que a Conta Azul se limita a organizar e conectar algo que já existe, o ecossistema de gestão, de modo a que seja acessível a partir de uma única plataforma. Os atores deste ecossistema são os clientes, vendedores, funcionários, *fintechs*, Instituições Governamentais, instituições bancárias e o ecossistema de aplicativos. O P3 realça que a Thomson Reuters-Domínio está a apostar na criação de ecossistema conectando os sistemas de apoio dos clientes ao seu sistema de modo a oferecer um ecossistema de negócios para as empresas de contabilidade. Acrescenta as empresas de consultoria e *software* como atores relevantes do ecossistema enquanto *followers* a, confirmando Adner (2021). Em suma, o que motiva a Thomson Reuters-Domínio e a Conta Azul a participar ou liderar o desenvolvimento de um ecossistema é o foco no “*core business*” e a aquisição de novas vantagens competitivas, corroborando Matera Systems (2012).

**Fornecedores.** Os *fornecedores-chave* são os de tecnologia, foi unanimidade.



**Atividades-chave.** As *atividades-chave* são imprescindíveis para a criação e entrega da proposta de valor. Os 3 tipos de atividades-chave são: produção, resolução de um problema e gestão de plataforma/redes.

A Conta Azul refere o *desenvolvimento de software*, metodologia aplicada para a *transformação digital e capacitação de mercado* como as suas atividades-chave. A Conceito salienta a *operação* como atividade-chave, destacando a área comercial na parte de *angariação de novos clientes*. Olhando apenas para estas atividades-chave, verifica-se de imediato quão diferentes são os MN da Conta Azul e da Conceito.

**Recursos-chave.** Em qualquer negócio, há recursos que são indispensáveis para se alcançar os mercados, manter o relacionamento com os clientes e obter receitas.

O P2 e o P1 indicaram os *recursos humanos* e os *recursos tecnológicos* como os *recursos-chave* que possibilitam a execução do negócio. O P2 foi mais ao pormenor e relevou 4 equipas: a de pesquisa e desenvolvimento, a do programa parceria com os contabilistas, a de implantação da plataforma e a de suporte especializado para o sistema financeiro.

**Tema D: Clientes.** O Tema D visa identificar **atributos** dos componentes do bloco *clientes* do BMC (Tabela 3).

Apenas as empresas de contabilidade (Conta Azul e Conceito) responderam às questões colocadas nos temas D e F. Obtiveram-se *respostas contrastantes* porque as empresas são de *diferente nacionalidade* e estão a *vivenciar momentos diferentes da transformação* do negócio da contabilidade.

**Segmentos.** O ponto de partida para a construção do BMC é a definição do(s) segmento(s) de clientes que a empresa atinge, ou que pretende atingir, de modo a direcionar a sua atividade e proposta de valor para a satisfação das necessidades dos seus clientes (Osterwalder & Pigneur, 2010). Estes autores enunciam alguns segmentos de clientes: as massas, os nichos, o mercado segmentado, o mercado diversificado e o mercado de plataformas multilaterais (clientes interdependentes).

A Conta Azul está direcionada para um *nicho de mercado*, atendendo apenas pequenas empresas e empresas de contabilidade que atendem pequenas empresas, enquanto que a Conceito presta serviços para PME's, empresas internacionais de diversos sectores e pessoas singulares, atuando num *mercado diversificado*. A Conta Azul posiciona-se como *empresa de tecnologia* e a Conceito como *empresa que presta serviços de excelência* à medida do cliente.

**Canais.** Os *canais* são o meio através do qual a empresa comunica, vende e distribui o seu produto aos clientes (Osterwalder & Pigneur, 2010). Estes autores classificam os canais como diretos vs. indiretos e próprios vs. de parceiros. Estes são sempre indiretos; os próprios podem diretos ou indiretos.

A Conta Azul utiliza os seus próprios canais *online* (redes sociais e website) e canais dos parceiros, nomeadamente empresas de contabilidade. Já a Conceito recorre, essencialmente, a canais dos parceiros, nomeadamente recomendação de escritórios de advogados e dos seus próprios clientes (passa-a-palavra) e parcerias com redes internacionais de contabilidade e de *payroll* que os subcontratam para os seus clientes em Portugal.

**Relações.** O tipo de relação que uma empresa estabelece com os clientes é definido de acordo com cada segmento, podendo coexistir numa empresa distintos tipos de relações com clientes. Estas formas de contacto têm três propósitos fundamentais: (1) manter os clientes atuais, (2) adquirir novos clientes e (3) aumentar as vendas. Osterwalder & Pigneur (2010) indicam cinco tipos de relacionamento: (1) assistência pessoal dedicada; (2) *self-service*, no qual o serviço é totalmente automatizado; (3) serviços automáticos, um derivado do *self-service* mas com personalização; (4) comunidades, que podem serem espontâneas ou incentivadas pelas próprias empresas e (5) cocriação, no qual o cliente é instado a participar na criação de valor.

A Conta Azul não possui atendimento presencial, mas sim uma equipa exclusivamente dedicada ao atendimento por telefone, chat ou e-mail, ou seja, estabelece relações com todos os segmentos de clientes a partir da assistência pessoal digital. O custo de aquisição de novos clientes a partir do contabilista é ínfimo: 20 reais/cliente. Em contraste, a Conceito afirma que existe uma grande falta de proximidade ao cliente e, para resolverem essa falta de relacionamento, tentam prestar os serviços nas instalações do cliente, ou seja, tal como a Conta Azul, estabelecem relações com todos os segmentos de clientes a partir da assistência pessoal, mas com presença física.

**Tema E: Finanças.** O Tema E visa nomear **atributos** do bloco *finanças* (Tabla 3).

**Custos.** A estrutura de custos espelha os custos mais relevantes em que a empresa incorre e define-se a partir do momento em que estão definidas as atividades-chave, os parceiros-chave e os recursos-chave (Osterwalder & Pigneur, 2010).

Existem MN motivados pelo custo, isto é, que procuram todas as oportunidades para diminuir o custo de produção, e MN motivados pela criação de valor (Osterwalder & Pigneur, 2010). Tanto a Conta Azul como a Conceito são motivadas pela criação de valor. Ambos os entrevistados referem que os *recursos humanos* são os recursos-chave mais caros. Sobre os custos de aquisição, o P2 menciona os gastos com os *eventos de marketing* e os custos das *parcerias com os contabilistas*. Cita também os custos com a rodagem da *plataforma* e que a atividade-chave mais cara é o desenvolvimento de *software*. O P1 refere também que os custos gerais têm algum peso, mas reduzido em comparação com a folha salarial.

**Receitas.** As fontes de receita referem-se ao modo como as empresas geram valor monetário com cada segmento de cliente, existindo diversas, desde venda de produtos ou serviços até a uma taxa de subscrição (Osterwalder & Pigneur, 2010).

A Conta Azul vende um único produto, o Conta Azul Pro, uma *plataforma de gestão*, com *preços fixos* desde 89 a 249 reais. Vende o produto diretamente ao cliente ou ao contabilista com um desconto de 50%. A plataforma de contabilidade em nuvem é gratuita desde que os clientes do contabilista usem o Conta Azul Pro. A Conceito exibiu alguma dificuldade em descrever este bloco devido à *elevada personalização de preços* que praticam consequência de atuarem num *mercado diversificado*. Afirma que os clientes internacionais dão mais valor à contabilidade logo são mais lucrativos que os nacionais e que o *payroll* é o serviço mais lucrativo.

## 5. Proposta de Modelos de Negócio e Ideias Orientadoras e Discussão

O objetivo desta secção é apresentar: (a) uma proposta de MN genéricos e (b) uma proposta de ideias orientadoras do (re)design e transformação de MN, decorrentes: (1) da revisão de literatura (identificação das principais tecnologias emergentes impactantes do MN - subobjetivo 1); (2) da análise documental (identificação das principais tecnologias emergentes impactantes do MN e de potenciais atributos do MN - subobjetivos 1 e 2, respetivamente) e (3) dos resultados da análise de dados (identificação dos atributos do MN com validação das principais tecnologias emergentes impactantes do MN - subobjetivos 2 e 1, respetivamente), numa lógica de possibilidades inerente à abordagem do construtivismo pragmático.

### 5.1. Matriz de Modelos de Negócio Genéricos

**Matriz de MN.** Dos *insights* decorrentes da análise de dados, concluiu-se que dois dos principais *drivers* do (re)design e/ou transformação do MN das empresas de contabilidade para PME's são: (1) o tipo de serviço e apoio ao cliente (obrigacional e não personalizado vs. estratégico e personalizado) (eixo do X) e (2) o nível de automatização e digitalização (menos vs. mais) (eixo do Y), com os quais construímos uma proposta de matriz com quatro MN genéricos, correspondentes, aproximadamente mas não integralmente, aos quadrantes da matriz (Figura 2). Atribuímos as seguintes denominações e direcionamento nuclear dos MN:

- MN1: Contabilidade Tradicional – MN direcionado para cumprimento de prazos e reação.
- MN2: BotConta – MN direcionado para o cumprimento de obrigações.
- MN3: Energize Accounting – MN direcionado para serviços de valor acrescentado de cariz contabilístico-financeiro.
- MN4: UltraBoost Accounting – MN direcionado para serviços propulsores da aceleração do negócio dos clientes.

**Posicionamento.** O posicionamento dos MN na matriz é dinâmico e comparativo. *Dinâmico*, no sentido de que cada MN real evolui dentro do quadrante, não estando no centro deste, e porque os eixos X e Y também são “dinâmicos”, movimentando-se para cima-baixo e direita-esquerda em função das inúmeras variáveis caracterizadoras dos polos de cada eixo. *Comparativo*, de uns em relação aos outros, quanto ao perfil de serviço(s) ao cliente e a intensidade de automatização e digitalização, individualmente ou em conjugação.

Assim, o MN1 consubstancia-se num reduzido nível de automatização e digitalização e num apoio ao cliente de cumprimento obrigacional e não personalizado, v.g., serviços básicos. O MN2 foca-se estritamente na prestação de serviços automatizados e digitalizados, no limite a 100%, sendo o apoio obrigacional e pouco personalizado. O MN3 centra-se em serviços automatizados, de intensidade variável, com um suporte personalizado de serviços de valor acrescentado, mas de cariz contabilístico-financeiro e performance financeira. O MN4 consubstancia-se na prestação de serviços com elevado nível de automatização e digitalização da contabilidade, no limite a 100%, e com um suporte e serviços personalizados de cariz estratégico direcionados para a aceleração holística e sistémica do negócio de cada cliente.

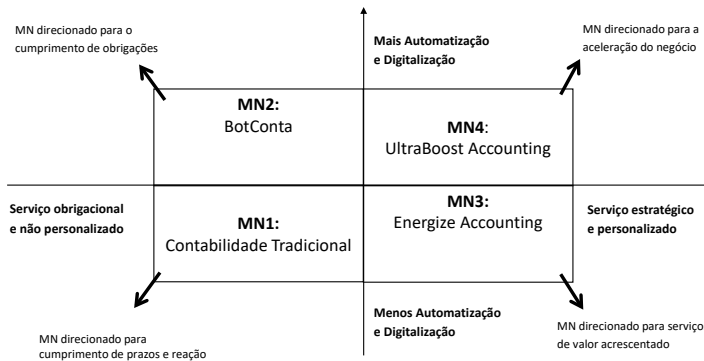


Figura 2 – Matriz de modelos de negócio genéricos para empresas de contabilidade

**Evolução.** Os quatro MN evoluem com *ampliações*, sendo o MN1 a base do MN2, MN3 e MN4, aos quais se vão acrescentando camadas nas duas vertentes: (1) da intensidade de automatização e digitalização e (2) do perfil de serviços (Figura 3).

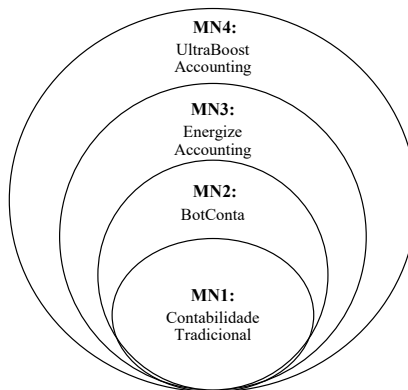


Figura 3 – Evolução em ampliações dos 4 modelos de negócio

## 5.2. Quatro Ideias Orientadoras da (Re)Invenção de Modelos de Negócio

Da análise crítica, emergiram algumas ideias orientadoras do (re)design e/ou transformação do(s) futuro(s) MN quatro das quais assumem relevância: (1) ecossistema de negócios, (2) plataforma em nuvem, (3) serviços de valor acrescentado e estratégicos e (4) automatização e digitalização total (Figura 4). Estas quatro ideias orientam o (re)desenho, reinvenção e transformação de qualquer um dos 4 MN, mas com intensidades diferentes. Por exemplo, aplicam-se na generalidade ao MN3 e MN4, mas com mais intensidade a nível de digitalização, perfil de serviços e ecossistema de negócios no MN4 face ao MN3. O MN2 enfatiza a plataforma em nuvem e a automatização e digitalização total. O MN1 compreende apenas serviços básicos e uma parte da automatização e digitalização.

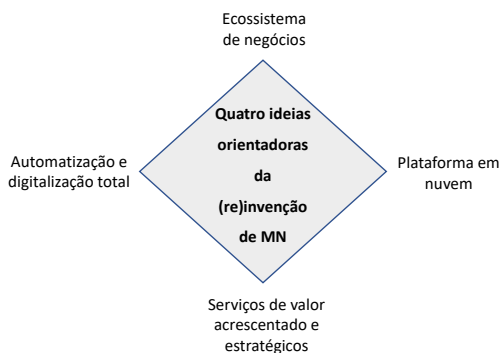


Figura 4 – Quatro ideias orientadoras da (re)invenção dos modelos de negócio

### 5.3. Discussão

A proposta de matriz dos MN foi construída do lado da oferta (produtor), apresentando-se como construção conceptual de base empírica exploratória, carecendo, por um lado, da prova da realidade (lado da procura) através da validação (Wanetick, 2015; Osterwalder & Pigneur, 2010; Morris et al., 2006) e/ou do teste de robustez (*stress testing*) (Haaker, et al., 2017) e, por outro, da avaliação de risco (Schiavi et al., 2019).

Num extremo, preconiza a digitalização total da contabilidade. Todavia, a literatura sobre este tópico está muito imatura (Knudsen, 2020) assim como as ferramentas práticas para os gestores identificarem se um MN é ou não disruptivo (Schiavi et al., 2019), o que remete para a necessidade de avaliação dos riscos associados ao potencial de perturbação das inovações nos modelos de negócios disruptivos (Schiavi et al., 2021; Schiavi et al., 2019).

Não obstante isto, têm surgido propostas disruptivas como o *Artificial Intelligence Accounting System (AIAS)* na Malásia (Tarmidi et al., 2018), em perfeita sintonia com a matriz dos 4 MN genéricos, a contabilidade de tripla entrada de Dai e Vasarhely (2017), a contabilidade partilhada (*Shared Ledger Accounting*) de Weigand et al., (2020), um *upgrade* daquela, e o *BC-IoT Trading Model, Based on Event Accounting*, de Wu et al., (2019) que, embora em fases prematuras, poderão vir a afetar a relevância da matriz dos 4 MN genéricos.

Um dos extremos do eixo X do modelo é “serviços estratégicos e personalizados” direcionados para a aceleração holística e sistémica do negócio de cada cliente. Uma das questões que se coloca é de saber como articular esta “personalização e máxima proximidade” com a “automatização e digitalização total” com eficiência, eficácia e resultados.

Na dimensão ecossistema, cabe realçar que é um conceito interessante que, se bem desenhado e executado, possibilita o foco no *core business* e a aquisição de novas vantagens competitivas (Matera Systems, 2012). Contudo, é difícil de implementar, dado que exige partilha do valor económico, filosofias de gestão compatíveis, independência

de gestão de todos os atores, etc. requisitos não fáceis de cumprir devido aos diferentes modelos mentais dominantes e consequentes riscos de criar, na feliz expressão de Adner (2021), um *ego-system* e não um *ecosystem*. Devido à sua juventude, na prática confunde-se ecossistema com parcerias-chave e parceiros.

## 6. Conclusões, Limitações e Sugestões

Conclusões e proposição. Esta investigação confirma a proposição de Adrian Simmons “*There is not just one definitive business model for accounting firms in the future*” (Drew, 2015, pp. 2), permite extrair quatro conclusões principais e possibilita a formulação duma proposição genérica.

As quatro conclusões são as seguintes. Primeira, não existe um MN universal para as empresas de contabilidade, mas sim vários MN passíveis de boa execução, em consonância com o construtivismo pragmático. Segunda, propõe quatro possíveis MN genéricos que evoluem por ampliações e são construídos em redor dos atributos dos MN - os *drivers* da transformação. Terceira, as tecnologias emergentes são determinantes para o MN, tendo-se identificado as mais impactantes - são os *ativadores* da transformação. Quarta, identificaram-se quatro ideias orientadoras do (re)design e transformação de MN: (a) ecossistema de negócios, (b) plataformas em nuvem, (c) serviços de valor acrescentado e estratégicos e (d) automatização e digitalização total - são os *guias* da transformação.

A proposição genérica é a seguinte: a combinação harmoniosa do uso inteligente das tecnologias com o alcançar e reforçar a **posição de indispensável** para o cliente pode ser o *Santo Graal* de sucesso do futuro MN das empresas de contabilidade.

**Limitações.** O estudo apresenta limitações, salientamos quatro. Primeira, baseou-se em documentação preexistente online em websites e similares e em quatro entrevistas a executivos de empresas. Um maior número de empresas podia ter acrescentado informação. Segunda, foi executado exclusivamente na perspetiva do produtor (oferta), não considerando a perspetiva do cliente/mercado (procura). Terceira, as variáveis do eixo do X e Y são apenas duas das possíveis (as de emersão mais forte dos dados), podendo haver outras igualmente relevantes que produzam matrizes de MN diferentes e disruptivos. Quarta, os MN não foram validados e/ou testados no seu confronto com a realidade, apresentando-se como construções conceptuais de base empírica exploratória.

**Sugestões.** Para investigações futuras, sugere-se a construção das telas (*Business Model Canvas*) dos 4 MN explicitando-as, validando-as com as empresas (lado da oferta), com os clientes (lado da procura) e com técnicas de validação científica adequadas e testando a robustez de cada MN (*stress testing*). Sugere-se também a exploração de possibilidades de MN específicas dentro dos 4 MN genéricos, assim como a exploração/construção de outras matrizes de MN genéricos assentes noutras variáveis (eixo X e Y).

## Referências

Adner, R., & Kapoor, R. (2010). Value creation in innovation ecosystems: How the structure of technological interdependence affects firm performance in new technology generations. *Strategic management journal*, 31(3), 306-333.



- Adner, R. (2021). Sharing Value for Ecosystem Success. *MIT Sloan Management Review*. <https://shop.sloanreview.mit.edu/store/sharing-value-for-ecosystem-success>
- Alderman J. (2019). Auditing in the smart machine age. *Graziadio Business Review*, 22(1), 1-6.
- Baldwin, A. A., Brown, C. E., & Trinkle, B. S. (2006). Opportunities for artificial intelligence development in the accounting domain: the case for auditing. *Intelligent Systems in Accounting, Finance & Management - An International Journal*, 14(3), 77-86. doi.org/10.1002/isaf.277
- Bardin, L. (2009). *Análise de Conteúdo*. Lisboa: Edições 70, Lda.
- Bendovschi, A., C. (2015). The evolution of accounting information systems. *SEA - Practical Application of Science*, 3(7), 91-96.
- Berghaus, S. & Back, A. (2016). Stages in digital business transformation: results of an empirical maturity study, *MCIS*, 1-17. <https://core.ac.uk/download/pdf/301370037.pdf>
- Bhimani, A., & Willcocks, L. (2014). Digitisation, 'Big Data' and the transformation of accounting information. *Accounting and Business Research*, 44(4), 469-490.
- Borthick, A. F., & West, O. D. (1987). Expert systems - a new tool for the professional. *Accounting Horizons*, 1(1), 9-16.
- Bureau of Labor Statistics, U.S. Department of Labor (2020). *Occupational Outlook Handbook*, Accountants and Auditors, at [www.bls.gov/ooh/business-and-financial/accountants-and-auditors.htm](http://www.bls.gov/ooh/business-and-financial/accountants-and-auditors.htm), consultado em 10 de outubro de 2021.
- Cai, C. W., Linnenluecke, M. K., Marrone, M., & Singh, A. K. (2019). Machine learning and expert judgement: analysing emerging topics in accounting and finance research in the Asia-Pacific. *Abacus*, 55(4), 709-733.
- Chui, M., George, K., Manyika, J., & Miremadi, M. (2017, setembro 7). *Humano + Máquina: Uma Nova Era de Automação da Produção*. McKinsey & Company.
- Cong, Y., Du, H., & Miklos A., Vasarhelyi, M. (2018). Technological disruption in accounting and auditing. *Journal of Emerging Technologies in Accounting*, 15(2), 1-10. doi.org/10.2308/jeta-10640
- Dai, J., & Vasarhelyi, M. (2017). Toward Blockchain-Based Accounting and Assurance, *Journal of Information Systems*, 31(3), 5-21.
- Drew, J. (2015). Models of success? *Journal of Accountancy*, 219(4), 1-5.
- Fernandez, D., & Aman, A. (2018). Impacts of Robotic Process Automation on Global Accounting Services. *Asian Journal of Accounting and Governance*, 9, 123-132.
- Frey, C. & Osborne, M. (2017). The future of employment: how susceptible are jobs to computerisation? *Technological Forecasting & Social Change*, 114, 254-280.
- Ghio, A. & McGuigan, N. (2019). Art, accounting and technology: unravelling the paradoxical "in-between. *Meditari Accountancy Research*, 27(5), 789-804.



- Guo, L., Shi, F., & Tu, J. (2016). Textual analysis and machine learning: crack unstructured data in finance and accounting. *The Journal of Finance and Data Science*, 2(3), 153-170. <https://doi.org/10.1016/j.jfds.2017.02.001>
- Guthrie, J. & Parker, L.D. (2016). Whither the accounting profession, accountants and accounting researchers. *Accounting, Auditing and Accountability Journal*, 29(1), 2-10. <https://doi.org/10.1108/AAAJ-10-2015-2263>
- Haaker, T., Bouwman, H., Janssen, W., & de Reuver, M. (2017). Business model stress testing: A practical approach to test the robustness of a business model. *Futures*, 89, 14-25. <https://doi.org/10.1016/j.futures.2017.04.003>
- Horák, J., & Bokšová, J. (2018). Influence of Big Data on Financial Accounting. *International Advances in Economic Research*, 24(2), 205–206.
- IBM. (2020, junho 1). *Cognitive Enterprise Webcast Series - Data & Security*. [https://ibm.webcasts.com/starthere.jsp?ei=1314371&tp\\_key=467edcof22&sti=facebook&social\\_post=3362606759&linkId=89196729&fbclid=IwAR3yW9c691VqBdydYMw9a2h7UjfyB9vqzgoG31tjJ8GhR4v8cd4ndUtkqg](https://ibm.webcasts.com/starthere.jsp?ei=1314371&tp_key=467edcof22&sti=facebook&social_post=3362606759&linkId=89196729&fbclid=IwAR3yW9c691VqBdydYMw9a2h7UjfyB9vqzgoG31tjJ8GhR4v8cd4ndUtkqg)
- Jakobsen, M., Mitchell, F., Nørreklit, H., & Trenca, M. (2019). Educating management accountants as business partners: pragmatic constructivism as an alternative pedagogical paradigm for teaching management accounting at master's level. *Qualitative Research in Accounting & Management*, 16(4), 517-541.
- Kaya C. T., Turkyilmaz M. & Birol B. (2019). Impact of RPA technologies on accounting systems. *Journal of Accounting & Finance*, (82), 235-249.
- Knudsen, D.-R. (2020). Elusive boundaries, power relations, and knowledge production: A systematic review of the literature on digitalization in accounting. *International Journal of Accounting Information Systems*, 36, 100441.
- Kokina, J., & Blanchette, S. (2019). Early evidence of digital labor in accounting: innovation with robotic process automation. *International Journal of Accounting Information Systems*, 35, 1-13.
- Kokina, J. & Davenport, T.H. (2017). The emergence of artificial intelligence: how automation is changing auditing. *Journal of Emerging Technologies in Accounting*, 14(1), 115-122. <https://doi.org/10.2308/jeta-51730>
- Marrone, M. & Hazelton, J. (2019). The disruptive and transformative potential of new technologies for accounting, accountants and accountability - A review of current literature and call for further research. *Meditari Accountancy Research*, 27(5), 677-694. [doi.org/10.1108/MEDAR-06-2019-0508](https://doi.org/10.1108/MEDAR-06-2019-0508)
- Matera Systems. (2012, June 12). *O conceito de “ecossistema de negócios”*. [www.matera.com/blog/post/o-conceito-de-ecossistema-e-o-que-ele-tem-a-ver-com-mercado-empresas-produtos-inovacao-e-tecnologia](http://www.matera.com/blog/post/o-conceito-de-ecossistema-e-o-que-ele-tem-a-ver-com-mercado-empresas-produtos-inovacao-e-tecnologia)
- McGuigan, N. & Ghio, A. (2019). Art, accounting and technology: unravelling the paradoxical “in-between”. *Meditari Accountancy Research*, 27(5), 789-804.

- Merriam, S. B. (2002). Introduction to qualitative research. In S. B. Merriam & Associates (Eds.). *Qualitative Research In Practice: Examples For Discussion And Analysis* (pp. 3-17). San Francisco: Jossey-Bass.
- Moll, J., & Yigitbasioglu, O. (2019). The role of internet-related technologies in shaping the work of accountants: New directions for accounting research. *The British Accounting Review*, 51(6), 1-20. <https://doi.org/10.1016/j.bar.2019.04.002>
- Morris, M., Schindehutte, M., Richardson, J. & Allen, J. (2006). Is the business model a useful strategic concept? Conceptual, theoretical, and empirical insights. *Journal of Small Business Strategy*, 17, 27–50.
- Murthy, U.S. (2016). Researching at the intersection of accounting and information technology: a call for action. *Journal of Information Systems*, 30(2), 159-167.
- Nørreklit, H., Nørreklit, L., & Mitchell, F. (2013). Thinking: what can accountants gain from applying the principles of pragmatic constructivism? *Financial Management*, 1, 14.
- Osterwalder, A. & Pigneur, Y. (2010). *Business Model Generation*. (1<sup>a</sup> ed.). New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.
- Pacurari, D., & Nechita, E. (2013). Some considerations on cloud accounting. *Studies And Scientific Researches. Economics Edition*, (18), 193:198.
- Pan, G. & Seow, P.-S. (2016). Preparing accounting graduates for digital revolution: a critical review of information technology competencies and skills development. *Journal of Education for Business*, 91(3), 166-175.
- Popivniak, Y. (2019). Cloud-based accounting software: choice options in the light of modern international tendencies. *Baltic Journal of Economic Studies*, 5(3), 170-177.
- Riegler, A. (2005). Editorial. The constructivist challenge. *Constructivist Foundations*, 1(1), 1-8.
- Schiavi, G. S., Behr, A. & Marcolin, C. B. (2019). Conceptualizing and qualifying disruptive business models. *RAUSP Management Journal*, 54(3): 269-286.
- Schiavi, G. S., Behr, A. & Duarte, G. R. (2021). Potential disruptive business models in the accounting market: case study with Brazilian companies. *Revista Contemporânea de Contabilidade*, 18 (48): 105-123.
- Sekaran, U. & Bougie, R. (2013). *Research Methods for Business: A Skill-Building Approach*. United Kingdom: John Wiley & Sons.
- Stratopoulos, T. (2020). Teaching Blockchain to Accounting Students. *Journal of Emerging Technologies in Accounting*, 17(2), 63-74.
- Sutton, S. G., Arnold, V., & Holt, M. (2018). How much automation is too much? keeping the human relevant in knowledge work. *Journal of Emerging Technologies in Accounting*, 15(2), 15-25. <https://doi.org/10.2308/jeta-52311>

- Sutton, S., Hold, M., & Arnold, V. (2016). The reports of my death are greatly exaggerated - Artificial intelligence research in accounting. *International Journal of Accounting Information Systems*, 22, 60-73.
- Tarmidi, M. B., Rozalan, A. H. A., Rasli, M. A. M., Roni, R. A., & Alizan, N. K. S. (2018). Artificial Intelligence Accounting System (ALIAS). *Global Business and Management Research*, 10(3), 1116-1119.
- Van den Bogaerd, M., & Aerts, W. (2011). Applying machine learning in accounting research. *Expert Systems with Applications*, 38(10), 13414-13424.
- Vasarhelyi, M. A., Kogan, A., & Tuttle, B. M. (2015). Big Data in accounting: An overview. *Accounting Horizons*, 29(2), 381-396.
- Wanetick, D. (2015). *Business Model Validation: What Makes Business Models Work*. CA: Business Development Academy.
- Warren Jr, J. D., Moffitt, K. C., & Byrnes, P. (2015). How Big Data will change accounting. *Accounting Horizons*, 29(2), 397-407.
- Weigand, H., Blums, I., & de Kruijff, J. (2020). Shared Ledger Accounting - Implementing the economic exchange pattern. *Information Systems*, 90, 10143.
- Zhang, C., & Dai, J., Vasarhelyi, A. (2018). The impact of disruptive technologies on accounting and auditing education. *CPA Journal*, 88(9), 20-26.

# Hacia una innovación sostenible de las MiPyMes a través de la detección de las capacidades en Tecnologías de la Información en Baja California México

Juan Antonio Meza-Fregoso<sup>1</sup>, Nora Osuna-Millan<sup>2</sup>, Ricardo Rosales<sup>3</sup>,  
Josue-Miguel Flores-Parra<sup>4</sup>, Carlos Flores<sup>5</sup>, Frida Ortiz<sup>6</sup>.

[juanmezaf@uabc.edu.mx](mailto:juanmezaf@uabc.edu.mx); [nora.osuna@uabc.edu.mx](mailto:nora.osuna@uabc.edu.mx); [ricardorosales@uabc.edu.mx](mailto:ricardorosales@uabc.edu.mx);  
[josue.miguel.flores.parra@uabc.edu.mx](mailto:josue.miguel.flores.parra@uabc.edu.mx); [carlos.flores@uabc.edu.mx](mailto:carlos.flores@uabc.edu.mx);  
[ortiz.frida@uabc.edu.mx](mailto:ortiz.frida@uabc.edu.mx)

<sup>1,2,3,4,5,6</sup> Facultad de Contaduría y Administración, Universidad Autónoma de Baja California. 22427 Tijuana, B.C., México.

**Pages: 460-471**

**Resumen:** Para llegar a ser competitivas las MIPyMES deben adaptar las TIC´s lo cual les permitirá ampliar las ventajas competitivas, es por ello que constantemente las empresas deben estar evolucionando para poder detectar qué capacidades tienen y aquellas necesidades a las que requieren adaptarse. A través de una revisión bibliográfica se construyó un instrumento de tipo exploratorio que propone un proceso de medición sobre las capacidades tecnológicas y necesidades tecnológicas de las MIPyMES, dicho instrumento consta de 71 preguntas segmentadas en 4 secciones diferentes que apoyan en la obtención de información para comprender aspectos que determinan la capacidad y necesidades tecnológicas de las MIPyMES. El instrumento fue validado con una muestra piloto de 10 empresas, encontrando que se cumple satisfactoriamente la intencionalidad del objetivo del instrumento. Este instrumento de medición se compone de cuatro secciones que permiten detectar las capacidades y necesidades en aspectos tecnológicos y del entorno, lo cual permitirá ser utilizado en diferentes investigaciones, con ello se busca recomendar estrategias que permitan el manejo eficiente de las Tecnologías de la Información y su relación con el entorno.

**Palabras-clave:** Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC), capacidades, innovación, sistemas de información.

## *Towards sustainable innovation of MSMEs through the detection of capacities in Information Technology in Baja California Mexico*

**Abstract:** To become competitive, MSMEs must adapt ICTs which will allow them to expand competitive advantages, which is why companies must constantly evolve in order to detect what capacities they have and those needs to which they need to adapt, through a bibliographic review an exploratory type instrument was built that proposes a measurement process on the technological capabilities and

technological needs of MSMEs, said instrument consists of 71 questions segmented into 4 different sections that support the obtaining of information to understand aspects that determine the technological capacity and technological needs of MSMEs. The instrument was validated with a pilot sample of 10 companies, finding that the intentionality of the instrument's objective is satisfactorily fulfilled. This measurement instrument is made up of four sections that allow detecting the capabilities and needs in technological and environmental aspects, which is used in different research, with this it seeks to recommend strategies that allow the efficient management of Information Technologies and their relationship with the environment.

**Keywords:** Information Technologies (ICT), capabilities, innovation, information systems.

## 1. Introducción

Tanto los mercados, como las organizaciones, tecnología, sociedad y cultura se encuentran en constante cambio y consigo repercute también en la manera en que se hacen las cosas. Es por esto que las MIPyMES no se pueden dar el lujo de seguir operando bajo un esquema tradicional, pues esto refleja una clara desventaja frente a la competencia. Para llegar a ser competitivos en un ámbito lleno de dinamismo, es necesario que se busquen ventajas competitivas que permitan diferenciarse del resto de empresas. Además de esto, se debe buscar un desarrollo económico a largo plazo y desarrollar la capacidad de producción, manejo y utilización de la información, la comunicación y el conocimiento de manera eficiente [1].

Los aportes de la tecnología y sus beneficios en el ámbito empresarial han sido objeto de estudio de distintos investigadores; estos estudios abordan las ventajas y desventajas de la tecnología en las organizaciones [2]. Aunque su uso no es exclusivo de estas, ya que las MIPyMES son capaces de adquirirlas aun cuando presentan obstáculos económicos que restringen la adquisición de este equipo en un momento determinado o específico. Las MIPyMES que innovan buscan incrementar sus beneficios por medio del incremento de su participación en los mercados, al reducir costos y mejorar la calidad de sus productos o bien al introducir o crear un nuevo producto que sea innovador [3]. Las empresas que buscan implementar nuevas tecnologías e innovaciones esperan cambios rápidos. Existen estudios que analizan especialmente aquellos factores que afectan la adopción de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), estos muestran la relación que existe entre el sector privado y las características con las que deben cumplir para poder adoptarlas como la capacidad financiera, tecnológica, recursos de personal, flexibilidad de estructuras y seguridad sobre su impacto positivo [4].

Autores como Arendt [5], Janita y Chong [6] concluyen en sus investigaciones que de todas las barreras que tienen las MIPyMES para el uso adecuado de las TICS, así como del comercio electrónico o e-commerce y en general por las que estas se enfrentan a una brecha digital, no es por su falta de acceso a la tecnología sino por la falta de conocimiento, educación y cualificación del personal que se involucra con la empresa desde los propietarios, pasando por los gerentes hasta llegar a los empleados [7]. Para superar estas barreras y que puedan sobrevivir en un mercado internacional donde existen organizaciones multinacionales con un número mucho mayor de recursos y experiencias es necesario que desarrollen diferentes capacidades como alinear los

recursos tecnológicos a la estrategia de negocios de la empresa. Gestionar la tecnología tiene un impacto positivo en el desempeño de las MIPYMES que indica que los propietarios y directivos están comprometidos [8].

En la actualidad el uso de las Tecnologías de la Información y Comunicación, también conocida como TIC, en los organismos empresariales se ha generalizado al admitir una mayor capacidad en procesos de gestión, la aplicación de estrategias de comunicación y expansión comercial. Las TIC facilitan la gestión de actividades al brindar herramientas que permiten a las empresas competir de manera eficaz, al mismo tiempo que se tiene información relevante disponible desde cualquier lugar o momento en que sea requerida lo que hace que el trabajo sea más productivo y al simplificar la labor de equipo además de promocionar efectivamente productos en el mercado local e internacional [9].

Por otra parte, actualmente la competitividad de una empresa no depende exclusivamente de su capacidad de definir sus políticas, objetivos, estrategias, logística o calidad de su procedimiento, sino también de la utilización de recursos informáticos de manera correcta como por ejemplo aquellos que sean necesarios para realizar sus actividades. Tomando en cuenta lo anterior, las TIC funcionan como herramientas que favorecen a la empresa, ya que facilitan el flujo de información eliminando barreras como distancia, idioma, cultura, etc. [9] Sin embargo, se debe tener presente que la tecnología por sí sola no representa un factor de competitividad sino que forma parte de una red articulada y gestionable la cual garantiza niveles preestablecidos de eficiencia y eficacia [10].

## **2. Revisión literaria**

### **2.1. ¿Qué son las Tecnologías de la información y comunicación?**

Se percibe como Tecnologías de la información o comunicación (TIC) al conjunto o grupo de tecnologías que permiten recibir, procesar e intercambiar información. Estas tecnologías se componen por equipos de cómputo que a su vez se conforman por hardware, software y medios de comunicación, que permiten la comunicación entre dos o más interlocutores [2]. Por otra parte, Gálvez Albarracín et al. [11], definen a las TIC como las tecnologías que permiten la captura, procesamiento y almacenamiento, así como difusión de los mismos datos o información. Este proceso posibilita el desarrollo de estrategias que favorecen a las organizaciones en su crecimiento y desarrollo.

### **2.2. ¿Qué son las micro, pequeñas y medianas empresas?**

Es difícil encasillar en un concepto que son las MIPYMES, debido a todo lo que implica y que este puede variar en función de la región o algunos otros elementos para su clasificación. Ángeles Hernández [12] considera que las MIPYMES: “Son una fuerza que impulsa la economía basada en el desarrollo de pequeños grupos de uno o varios empresarios que busca un medio de subsistencia y desarrollo en el mercado ocupando sus propios medios para lograrlo”.

Las métricas para clasificar a las MIPYMES varían dependiendo de cada país, aunque de manera tradicional se utiliza el número de trabajadores como criterio para establecer un tamaño a las organizaciones, así como criterios complementarios como el total de ventas anuales, los ingresos y/o los activos fijos [13].

Existen dos clasificaciones (publicadas en 2002 y 2009 respectivamente) por parte de la Secretaría de Economía (antes SECOFI). En la primera se considera el número de empleados con los que cuenta la empresa, mientras que en la segunda se considera además el monto de ventas anuales de los establecimientos. Ambas coinciden en el número de empleados que debe tener cada empresa como se muestra en la siguiente tabla:

Tamaño	Sector		
	Clasificación según el número de empleados		
	Industria	Comercio	Servicios
<b>Micro</b>	de 1 a 10	de 1a 10	de 1 a 10
<b>Pequeña</b>	de 11 a 50	de 11 a 30	de 11 a 50
<b>Mediana A</b>	de 51 a 250	de 31 a 100	de 51 a 100

Nota: Realizado en base a datos recopilados de INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía).

Tabla 1 – Estratificación de empresas publicada en la Encuesta Nacional sobre Productividad y Competitividad de las Micro, Pequeñas y Medianas Empresas [13].

### 2.3. Importancia de las micro, pequeñas y medianas empresas

De acuerdo a una publicación realizada en 2014 por el SELA (Sistema Económico Latinoamericano y del Caribe) [13] hace hincapié en que en América Latina las MIPyMES representan entre el 95% y 99% de las empresas mientras que en países como Ecuador, Perú y México estas representan más del 95% total. En materia económica su relevancia radica en que supera el 60% del empleo en los países latinoamericanos con un aporte al PIB del 30%. Se reafirma la importancia de estas organizaciones al representar más del 90% de las empresas y generar entre el 60% y 70% de las plazas de trabajo. También contribuye al 50% del PIB mundial de acuerdo a PortalPyme, 2019. Además de que la asociación de Estados del Caribe (ACS) dice que estas empresas representan el mayor porcentaje de plazas para sus países con el 85%-90%, así como, ser la mayor generadora de nuevos puestos [14].

Aún y cuando las MIPyMEs representan un fuerte eslabón en la cadena laboral, no son las mejor remuneradas debido a que su productividad es muy baja con un aporte al PIB del 35%. Esto se puede deber a que la mayoría de ellas sólo dirigen alrededor de un 0.5% de sus ventas a la inversión en tecnología, desarrollo de personal, procesos, etc., estancando así su propio crecimiento [15].

### 2.4. Impacto de las TIC's en las MIPyMEs

Las Tecnologías de la Información y la Comunicación son consideradas estratégicas, sin las cuales no pueden tener desarrollo las organizaciones. Los autores Cano [16] y Reyes [17] en sus publicaciones consideran que aquellas empresas que no hagan uso de las TIC quedarán rezagadas ya que estas son la clave para la competencia actual. Para lograr adaptar las TIC y establecer estrategias eficaces con los objetivos de la empresa es necesario promover herramientas para un cambio de orientación, así como estructural de la empresa, además de un cambio organizacional. En la actualidad tanto las empresas como las personas se desenvuelven en ambientes muy cambiantes y competitivos siendo cada vez más dependientes de las tecnologías para realizar procesos sociales,



comerciales y políticos debido a la penetración de las TIC desarrollando dispositivos de almacenamiento y procesamiento de datos que antes eran inimaginables [14].

Hay que tomar en cuenta que las tecnologías de la información son una herramienta crucial que permiten explotar las oportunidades en el mercado y obtener ventajas competitivas. Las TIC permiten obtener ventaja aún y cuando existan restricciones en el entorno [18].

### **2.5. ¿Por qué es importante medir las capacidades tecnológicas?**

El uso de tecnologías sin duda es una herramienta que permite a las empresas procesar información y con ello llevar a cabo la toma de decisiones. En este contexto la integración de las TIC a los procesos proveen conocimiento de forma más explícita. Es importante que la integración de las TIC y sistemas de información (SI) sean adquiridos en función de las necesidades y actividades de cada empresa [11].

La adquisición de bienes representa un desembolso económico para la empresa lo que justifica la realización de estudios que evalúen las capacidades que estas aportan a grandes niveles. A pesar de que estos estudios revelan las ventajas que pueden aportar las TI, es necesario el desarrollo de herramientas que midan los mismos aspectos a niveles microempresariales [19].

### **2.6. La importancia de innovar**

Muñoz et al. [20], describen en su trabajo que las TIC son indispensables para aquellos que quieran ser competitivos, así como para habilitar estrategias y facilitar el evaluar el desempeño de la organización, sin considerar el tamaño de esta ni a lo que se dedique.

Esto implica que requieren de manera prioritaria estar al menos en las mismas condiciones que la competencia. En los últimos años la competitividad, así como la innovación de las empresas depende de la renovación e innovación en tecnologías que les permitan responder a los cambios del mercado de manera eficiente.

Es de vital importancia que las MIPyMES incluyan estrategias de innovación, ya que estas hacen posible que se incremente la rentabilidad, la visibilidad externa y el operar en mercados competitivos. Las políticas que tienen como objetivo el fomentar la innovación de las MIPyMES tienen un papel decisivo en las primeras etapas de crecimiento generando un entorno de menor riesgo y ayudando a superar las barreras con las que se encuentran para lograr ser competitivas [21].

Aunque la poca disponibilidad de recursos puede parecer una limitante para que las MIPyMES innoven, ellas poseen una ventaja sobre las grandes empresas y es que su estructura les permite dotarse de los recursos necesarios para tener una participación continua en el mercado además de que tienen una mayor flexibilidad para innovar en sus procesos [22].

## **3. Metodología**

Este apartado tiene como objetivo explicar el proceso llevado a cabo para la construcción de un instrumento de tipo exploratorio proponiendo un proceso de medición sobre las

capacidades tecnológicas en las MIPyMEs, mismo que permita analizar el impacto que tienen las TIC sobre las empresas y ¿qué ventajas competitivas pueden aportar las TIC en las empresas?.

### **3.1. ¿Por qué medir las capacidades tecnológicas?**

La gestión de las TIC dentro de las MIPyMEs es igual de relevante que cualquier otro proceso, donde se destaca la necesidad de generar instrumentos que evalúen las estrategias y políticas implementadas, su impacto en el desempeño de las actividades (en cuanto a la reducción de costo y/o esfuerzo). Además, comprender si otorgan competencias o diferenciadores en el mercado [23].

Argañaraz et al. [24], reconoce que es fundamental realizar análisis en cuanto al impacto de las TIC sobre la eficiencia de las organizaciones y la justificación en relación con el parámetro costo-beneficio. Por supuesto que es difícil medir estos beneficios con tal inmediatez por lo que se recomienda tomar en cuenta parámetros de tipo longitudinales que permitan medir el impacto a través de su progreso o materialización de los mismos.

A fin de elaborar un instrumento que sea capaz de reconocer las características tecnológicas, es decir, que se identifiquen los elementos tecnológicos con los que se cuenta, de qué manera son utilizados y si representan un impacto positivo o negativo para las empresas, se propuso fraccionar el instrumento y realizar preguntas que abordarán los siguientes aspectos:

- **Información general de la empresa.**
- **Infraestructura de telecomunicaciones.**
- **Determinación de necesidades tecnológicas.**

### **3.2. Información general de la empresa**

En cuanto a diferencias entre las MIPyMES por tamaño, sector y localidad se puede interpretar regularidades o cualidades relacionadas al tamaño de estas, con las cuales se distingue ciertos patrones para conformar posibles interrelaciones sobre el grado de sofisticación y su potencial cambio de talla.

Esto se traduce como no solo quedarnos con un patrón estático sobre el tamaño, sino que también permite establecer un patrón dinámico para la transición de un tamaño a otro con base en la sofisticación de su gestión tecnológica [25].

La Tabla 2 muestra las dimensiones que tienen como propósito recopilar información básica de la empresa que permitan identificar aspectos importantes como el segmento al que pertenece de acuerdo a su tamaño, el sector y su localidad además de tener el conocimiento sobre a quién se está realizando la encuesta.

### **3.3. Infraestructura en telecomunicaciones**

Las telecomunicaciones abarcan los servicios de comunicación a distancia como el telégrafo, la radiodifusión (radio y televisión abierta), teléfonos fijos, teléfonos móviles (celulares), servicios de radiolocalización, televisión y audio de paga, comunicación vía satélite, entre otros [25].

Sobre las TIC, Barragán menciona que estas abarcan cualquier hardware o técnicas que se utilizan para obtener, procesar y presentar datos utilizados por cualquier empresa que maneja información [26].

<b>Objetivo general:</b> Analizar la información de la empresa y sus principales características.					
<b>Objetivos específicos</b>	<b>Variable</b>	<b>Dimensión</b>	<b>Indicador.</b>	<b>Escala</b>	<b>Ítem</b>
Corroborar la veracidad de las empresas encuestadas.		Veracidad de la empresa.	Nombre de la empresa. Dirección. Teléfono. Email.	Pregunta abierta.	Nombre de la empresa. Dirección. Número de teléfono. Email.
Determinar las necesidades de la empresa.		Necesidades de la empresa.	Sector económico. Actividad principal.	Comerciales. Servicios. Industriales. (Pregunta Abierta)	Describe la actividad principal que realiza la empresa.
Identificar el tamaño de la empresa.	Información general de la empresa.	Tamaño de la empresa.	Número de empleados.	Micro. Pequeña . Mediana. o > 250 Pregunta Abierta.	¿Cuál es el número de empleados que conforman la empresa?
Calcular la esperanza de vida.		Esperanza de vida.	Rentabilidad financiera. Años en operación.		Con el fin de medir su desempeño correctamente de acuerdo a su trayectoria, ¿Cuántos años lleva operando la empresa?

Tabla 2 – Operacionalización de variables: Información general de la empresa.

La implementación de la tecnología es compleja, ya que además de inversión requiere que la organización interesada tenga capacidad para realizar los cambios que exige el uso de la aplicación de la tecnología. Las TIC impulsan grandes cambios en diferentes sectores industriales con redes de transmisión de datos de alta velocidad, bodegas de datos, internet, e-business, e-commerce y demás tecnologías nuevas que están rompiendo barreras tradicionales para hacer negocios y transformar la forma en que operan. Dentro de estas tecnologías el internet resulta la espina dorsal del comercio global que ha tenido un crecimiento rápido y que ha dado lugar a nuevas industrias, así como la reconfiguración de industrias establecidas. En la década pasada el e-commerce, de la mano del internet, ha tenido un crecimiento importante, donde investigaciones demuestran que las MIPyMES han sido lentas en adaptarlo e implementarlo [26].

### **3.4. Determinación de necesidades tecnológicas para la selección de un sistema de información.**

La adopción de TIC puede representar un impacto positivo a la productividad de manera directa o indirecta. Su impacto se puede ver reflejado en la flexibilidad que otorga a las empresas para su penetración en el mercado o la diferenciación de un servicio o producto [4]. Los beneficios de las TIC deben ser medidos por su contribución positiva en las actividades y/o procesos de la empresa en todos sus niveles [27]. Consoli [28] en su búsqueda por conocer el impacto de las TIC en las MIPyMES localizó que estas pueden contraer resultados positivos en los siguientes aspectos de la empresa: rendimiento, crecimiento, expansión y ventas. Dicho de otra forma, su impacto permite elevar las ventas, la comunicación internacional, satisfacción del cliente, desempeño competente, entre otros.

## **4. Resultados**

El instrumento de medición, consta de 71 preguntas segmentadas en 4 secciones diferentes que servirán para obtener la información necesaria para la comprensión de aspectos que determinan la capacidad tecnológica de las MIPyMES.

La estructuración de las preguntas atiende a 2 tipos: abiertas y cerradas. En las preguntas abiertas el usuario tendrá la oportunidad de redactar una respuesta personalizada dependiendo del contexto de su empresa. Respecto a las preguntas cerradas se estructura es de acuerdo a la escala de Likert en las que se establecen las opciones de respuesta a seleccionar por el usuario.

A continuación, se definen las 4 secciones propuestas y su objetivo.

*Sección 1. Información general de la empresa.* Esta sección se incluyen las variables de datos de identificación de la empresa, necesidades y tamaño de la empresa y esperanza de vida, así mismo los ítems permiten clasificar a la empresa de un modo más detallado lo que posibilita conocer sus características y determinar si existe una relación entre su estructura y su capacidad para adoptar tecnologías.

*Sección 2. Infraestructura en telecomunicacione.* Busca conocer el sistema de comunicación actual que utiliza la empresa, se incluyen cuatro variables: Inventario de infraestructura, hardware, software y servicios de red y hosting. De manera general, las respectivas dimensiones determinan cuál es el estado actual de la empresa en cuanto a la incorporación de tecnologías en sus procesos, el rendimiento que estas tienen y su posición e interés por invertir en nuevas tecnologías que aumenten su productividad.

Además, se busca comprender si el rendimiento obtenido se ve influenciado por el nivel de experiencia que posee el personal involucrado.

*Sección 3. Determinación de necesidades tecnológicas.* Pretende conocer la situación actual de la empresa respecto al uso de los sistemas de información. En esta sección se incluyeron preguntas orientadas al análisis de 3 aspectos:

1. La identificación del uso de los sistemas de información y herramientas, así como evaluar su impacto en aspectos como la productividad, competitividad y monetario;

2. Conocer los niveles de satisfacción con su información actual y cuáles son sus intereses futuros, además de evaluar si el personal de la empresa cuenta con conocimientos acerca de los sistemas de información y su funcionamiento.
3. Identificar aquellos departamentos de la empresa que se consideran críticos y el estado de estos en cuanto a automatización. También se incluyeron preguntas orientadas a las respuestas negativas en la implementación de los sistemas de información, las cuales van a permitir conocer los motivos por los que no se hace uso de estas herramientas.

*Sección 4. Sustentabilidad.* En esta sección se determina si las MIPyMES tienen conocimientos acerca de que es la sustentabilidad y en qué consiste. Además, se busca identificar la postura que estas tienen respecto a la utilización de las Tecnologías de la Información y la Comunicación como herramientas para aumentar su aportación a la sustentabilidad a través de estrategias que les ayuden a mejorar la imagen corporativa y tratar con los desechos informáticos que generan.

Todas las secciones mencionadas anteriormente, permiten recabar y analizar con claridad las capacidades tecnológicas de una MIPyME logrando tener una perspectiva clara del potencial y el interés que se tienen sobre estas.

## 5. Conclusiones

Es de suma importancia realizar la medición de las capacidades tecnológicas en las MIPyMES, ya que esto ha contribuido a que los costos bajen respecto a la compra de hardware y software [42], además de otros elementos que pueden utilizarse en la nueva, por ello es de suma importancia analizar para después poder desarrollar las habilidades que permitan incrementar las capacidades tecnológicas en las MIPyMES que las lleve a un mejor desempeño.

Este instrumento de medición se enfoca en obtener un diagnóstico de las capacidades tecnológicas y las necesidades tecnológicas con las que cuentan las MIPyMES para realizar análisis de la información, las cuatro secciones permiten detectar las capacidades y necesidades en aspectos tecnológicos y del entorno, lo cual permitirá ser utilizado en diferentes investigaciones, con ello se busca recomendar estrategias que permitan el manejo eficiente de las Tecnologías de la Información y de la Comunicación y su relación con el entorno. Dicha información es relevante para apoyar a las MIPyMES, esperando que en un futuro con la información obtenida del instrumento el poder implementar estrategias de apoyo o vincularse con otras organizaciones para el desarrollo de estrategias.

## Referencias

- Cano Pita, G. E., & García Mendoza, M. (2018). *Las TICs en las empresas: Evolución de la tecnología y cambio estructural en las organizaciones. Dominio de las Ciencias*, 4, 499. <https://doi.org/10.23857/dc.v4i1.762>.
- Riascos Erazo, S. C., Alejandra Paz, D., & Cardona Alexon, J. (2020). Aporte de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones a la productividad en las Pymes de Santiago de Cali. *Contribution of Information Technology and Communications to productivity in SMEs in Santiago de Cali.*, 1-5.

- Sabido Domínguez, T., García Pérez de Lema, D., & Góngora Biachi, G. (2013). *El uso de las tic en la pyme y su relación con el rendimiento*. 20.
- Tarutè, A., & Gatautis, R. (2014). ICT Impact on SMEs Performance. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 110, 1218-1225. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2013.12.968>.
- Ramos Vecino, N., Fernández Portillo, A., & Almodóvar González, M. (2020). *El impacto de las TIC en el rendimiento de la Pyme: Estado actual de la cuestión / The ICTS' impact on SME performance: a Bibliometric updated overview*. *Espacios*, 41(25).
- Gutiérrez Ossa, J. A., Gutiérrez Londoño, J. M., & Mosquera Asprilla, E. (2013). Dimensión De La Gestión Tecnológica En Las Pymes: Perspectiva Colombiana. *Dimension of Management of Technology in PyMEs: Colombian perspective.*, 34(2), 13-24.
- Rocha Velandia, J. T., & Echavarría Suarez, S. E. (2017). *Importancia de las T.I.C.s en el ambiente empresarial*. 22.
- Mantulak Stachuki, M. J., & Hernández Pérez, G. D. (2018). Capacidades que contribuyen al pensamiento estratégico. Un enfoque en la gestión tecnológica en PyMEs de la madera. *Capabilities that contribute to strategic thinking. A focus on technological management in wood SMEs.*, 39(2), 160-169.
- Gálvez Albarracín, E. J., Riascos Erazo, S. C., & Contreras Palacios, F. (2014). Influencia de las tecnologías de la información y comunicación en el rendimiento de las micro, pequeñas y medianas empresas colombianas | Elsevier Enhanced Reader. <https://doi.org/10.1016/j.estger.2014.06.006>.
- Ángeles Hernández, X. (2008). Pymes: (Pequeñas y medianas empresas): modernización tecnológica o quiebra (primera). Ediciones Fiscales ISEF. <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=cato5865a&AN=cim.154640&lang=es&site=eds-live>.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2015). Encuesta Nacional sobre Productividad y Competitividad de las Micro, Pequeñas y Medianas Empresas (ENAPROCE) 2015. 2015, 45.
- Ronquillo Bolaños, C. (2020). Usabilidad de las TIC en las pymes. En *Caleidoscopio de las ciencias sociales* (1.<sup>a</sup> ed., pp. 41-56). Morela Pereira Burgos. <https://doi.org/10.38202/caleidoscopio.3>.
- Pedrero, F. (2013). Falta de apoyo y financiamiento lleva a Pymes a informalidad. Falta de apoyo y financiamiento lleva a Pymes a informalidad. <https://libcon.rec.uabc.mx:4729/#vid/445485762>.
- Limón Sánchez, M. L., & Cárdenas De la Garza, M. H. (2018). Tecnologías de información y desempeño organizacional de las pymes del noreste de México. *Revista Venezolana de Gerencia*, 23(82), 298-313.
- Pérez Hernández, C. C., Lara Gómez, G., & Gómez Hernández, D. (2016). Evolución de la capacidad tecnológica en México. Aplicación del análisis estadístico multivariante de cluster. *Contaduría y Administración*, 62(2), 505-527. <https://doi.org/10.1016/j.cya.2017.01.002>.

- Muñoz, G., Inda, A. D., González, M., & Alvarez, C. V. (2019). Las micro, pequeñas y medianas empresas, una estrategia de aplicación de tecnología para aumentar su competitividad. *Revista ESPACIOS*, 40(20). <http://www.revistaespacios.com/a19v40n20/19402002.html>.
- Romero Obando, R. (2019). La importancia de la innovación en las pequeñas y medianas empresas [Thesis, Universidad Santiago de Cali]. <https://repository.usc.edu.co/handle/20.500.12421/2094>
- Mellado Siller, J. F., Méndez Wong, A., & Reyes Ruiz, E. (2013). Crecimiento y permanencia en las organizaciones. 195-209.
- Estrada, S., Cano, K., & Aguirre, J. (2018). ¿Cómo se gestiona la tecnología en las pymes? Diferencias y similitudes entre micro, pequeñas y medianas empresas. *Contaduría y Administración*, 64(1), 72. <https://doi.org/10.22201/fca.24488410e.2019.1812>
- Argañaraz, À. A., Maçada, A. C. G., Albanese, D. E., & López, M. de los Á. (2013). Impacto de las inversiones en TI en la eficiencia de los bancos argentinos. *Revista de Administração*, 48(1), 128-144. <https://doi.org/10.5700/rausp1078>.
- Álvarez González de Castilla, C. L. (2008). Derecho de las telecomunicaciones (1. ed). Miguel Ángel Porrúa.
- Fonseca Pinto, D. E. (2013). Desarrollo e implementación de las TICS en las PYMES de Boyacá—Colombia. *FAEDPYME INTERNATIONAL REVIEW*, 2(4), 49-59-59. <https://doi.org/10.15558/fir.v2i4.46>.
- Pham Trung, Q. (2017). Measuring the ICT maturity of SMEs. En *A Knowledge Management Approach for Ensuring the Success of IT Industries in Vietnam* (pp. 1-24).
- Consoli, D. (2012). Literature Analysis on Determinant Factors and the Impact of ICT in SMEs. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 62, 93-97. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.09.016>.
- Prieto, A., & Martínez, M. (2004). Sistemas de información en las organizaciones: Una alternativa para mejorar la productividad gerencial en las pequeñas y medianas empresas. *Revista de Ciencias Sociales (Ve)*, X(2), 322-337.
- Rodríguez Díaz, M. T., Gonzalez Millan, J. J., & González Millán, O. U. (2016). Estudio de las necesidades de información en las PYMES de Tundama y Sugamuxi. *Tendencias*, 17(2), 93. <https://doi.org/10.22267/rtend.161702.5>.
- Ciegis, R., Ramanauskienė, J., & Martinkus, B. (2009). The Concept of Sustainable Development and its Use for Sustainability Scenarios. *Engineering Economics*, 62(2), Article 2. <https://inze.ktu.lt/index.php/EE/article/view/11609>.
- CNUMAD. (1992). Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo. NACIONES UNIDAS: CUMBRE DE JOHANNESBURGO 2002. <https://www.un.org/spanish/conferences/wssd/unced.html>.



- Sangabriel Rivera, C., Sangabriel Rivera, I., & Mavil Aguilera, J. M. (2020). Las micro, pequeñas y medianas empresas ante la oportunidad de la sustentabilidad (Micro, small and medium-sized companies facing the opportunity of sustainability). 2020, 1. <https://www.uv.mx/iiesca/files/2020/09/07CA2020-01.pdf>.
- Velázquez Álvarez, L. V., & Vargas Hernández, J. G. (2012). La sustentabilidad como modelo de desarrollo responsable y competitivo sustainability as a model of responsible development and competitive. 11, 12.
- Valle Ospino, A. M., & Niebles Núñez, W. (2017). Planificación estratégica como instrumento de la sostenibilidad ambiental en Pymes de Barranquilla Colombia. 28/08/2017, 38(58), 6.
- Rubio Bañón, A., & Aragón Sánchez, A. (2007). Recursos estratégicos en la pymes. Revista europea de dirección y economía de la empresa, 17(1), 103-126
- Velázquez Álvarez, L. V., & Vargas Hernández, J. G. (2012). La sustentabilidad como modelo de desarrollo responsable y competitivo sustainability as a model of responsible development and competitive. 11, 12.
- Vives, A., & Peinado Vara, E. (2011). Tratados de libre comercio y responsabilidad social empresarial. En La responsabilidad social de la empresa en América Latina. Cumpetere. <https://cmapspublic2.ihmc.us/rid=1SL6KGT9B-11157KL-BR1M/La%20responsabilidad%20social%20en%20Am%C3%A9rica%20Latina.pdf>.
- Cruz Luis, E., Álvarez Velázquez, E., Flores Barrios, L., & Hidalgo Barrios, B. V. (2017). Beneficios De Las Prácticas De Sustentabilidad Aplicadas En Las Pymes De Tuxpan, Ver. Revista de la Alta Tecnología y Sociedad, 9(2), 23-30
- Saavedra García, M. L., Milla Toro, S. O., & Tapia Sánchez, B. (2013). Determinación de la competitividad de la PYME en el nivel micro: El caso de del Distrito Federal, México. FAEDPYME International Review - FIR, 2(4), 18-32.
- Erosa-Martín, V. E., y Arroyo-López, P. E. (2010). Segmentation of small firms based on information technology usage and absorptive capabilities. Technology Management for Global Economic Growth (PICMET), 2010 Proceedings of PICMET '10: (pp. 1-8)
- Hamid, N. A., y Zaman, H. B. (2010). ICT dimension and indicators towards building a Knowledge Society in Malaysia: A measurement model. 2010 International Symposium on Information Technology (pp. 1-6). IEEE
- Domínguez, L., & Brown, F. (2004). Medición de las capacidades tecnológicas en la industria mexicana. Revista de la CEPAL, 17.
- Ilderete, M. V. (2012). Medición de las tecnologías de la información y la comunicación en empresas de servicios de Colombia. 25.

# Tecnología, Innovación y Emprendimiento en el Sector Salud

Sussy Bayona-Oré<sup>1</sup>, Stephanie Azorsa Salazar<sup>2</sup>, Felipe Jimenez<sup>2</sup>, Jhonatan Vasquez<sup>2</sup>

**sbayonao@hotmail.com; stephanie.azorsa@unmsm.edu.pe; felipe.jimenez@unmsm.edu.pe**

<sup>1</sup> Universidad Autónoma del Perú, Lima, Perú.

<sup>2</sup> Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú

**Pages: 472-483**

**Resumen:** La innovación, tecnología y emprendimiento juegan un rol importante en el desarrollo de la economía de un país, en especial en el sector de la salud. La visión de los emprendedores e innovadores en este sector, ha dado lugar a avances significativos en la gestión de los pacientes y en mejoras en los productos y servicios de salud, en especial en el contexto de la crisis sanitaria debido al COVID-19. Este artículo tiene como objetivo identificar investigaciones relacionadas con la tecnología, innovación y emprendimiento en el sector salud a partir de una revisión narrativa de literatura. Un total de 19 artículos publicados en el periodo 2016-2021 fueron seleccionados. Los resultados muestran que, la creatividad de las personas, hace posible el emprendimiento y la generación de propuestas innovadoras en los servicios de salud. Así mismo las tecnologías como blockchain, machine learning, realidad virtual e inteligencia artificial han sido utilizadas para generar propuestas de valor en este sector.

**Palabras-clave:** innovación; emprendimiento; tecnología; salud

## ***Technology, Innovation and Entrepreneurship in Health Sector***

**Abstract:** Innovation, technology and entrepreneurship play an important role in the development of a country's economy, especially in the health sector. The vision of entrepreneurs and innovators in this sector has led to significant advances in patient management and improvements in health products and services, especially in the context of the health crisis due to COVID-19. This article aims to identify research related to technology, innovation and entrepreneurship in the health sector from a literature. A total of 19 articles published in the 2016-2021 period were selected. The results show that people's creativity enables entrepreneurship and the generation of innovative proposals in health services. Likewise, technologies such as blockchain, machine learning, virtual reality and artificial intelligence have been used to generate value proposals in this sector.

**Keywords:** *Innovation, entrepreneurship; technology; health*

## 1. Introducción

La crisis de la salud pública debido al COVID-19 generó y sigue generando desafíos para el mundo (Niang et al., 2021). Las restricciones durante la pandemia han acelerado los procesos de adopción y mejora de tecnologías digitales en el sector salud y han demostrado la necesidad de contar con competencias digitales. Las mejoras continuas de los sistemas, productos y servicios de salud son necesarias para mejorar la salud. Diseñar nuevos sistemas, productos y servicios de salud, involucrar a los miembros de la comunidad de atención médica y al público con experiencia en atención médica personal, puede ayudar a garantizar que las mejoras sean útiles y relevantes.

Según Sheikh et al. (2021) las prioridades para fortalecer la tecnología de la información sanitaria incluyen lograr el equilibrio óptimo entre la implementación de arriba hacia abajo y de abajo hacia arriba, mejorar la usabilidad y la interoperabilidad, desarrollar la capacidad para manejar, procesar y analizar datos, abordar las preocupaciones de privacidad y seguridad y fomentar la inclusión a la tecnología digital.

Con la experiencia adquirida durante la pandemia, la próxima década presenta una gran oportunidad para fortalecer la implementación de sistemas HIT (Health Information Technology) orientados a apoyar los objetivos de mejorar la calidad, seguridad y eficiencia de la salud. El desafío actual es fomentar e integrar equipos para el desarrollo de emprendimientos innovadores tecnológicos, para desarrollar productos y servicios en el sector salud, que el mercado esté dispuesto a comprar. Además, comprender que se necesita de fuentes de financiamiento para los proyectos emprendedores tanto en el sector público como en el sector privado.

En los últimos años, la investigación en el sector salud se ha enfocado en innovaciones centradas en la tecnología. La innovación es primordial y vital para estimular el crecimiento y generar cambios positivos especialmente en momentos de crisis, los cuales son momentos oportunos para innovar y emprender. Existe un nexo entre innovación, productividad, emprendimiento y riqueza, pero la comprensión de este nexo es limitada (Niang et al., 2021). Iakovleva et al. (2021) sostienen que las innovaciones disruptivas en el campo de la salud digital permiten cambiar sistemas ya establecidos y deben ser diseñados de forma responsable.

En este trabajo se presenta una revisión de literatura sobre las investigaciones relacionadas con la tecnología, innovación y emprendimiento en el sector salud. Este estudio contribuye al conocimiento y presenta tipos de innovación y emprendimiento, la interacción tecnológica, los modelos de empresa y el rol de las tecnologías de la información y comunicación (TIC) en el sector salud.

El artículo presenta 5 secciones que incluye esta Introducción. En la Sección 2, se presenta los trabajos relacionados. En la Sección 3, se describe la metodología. La Sección 4, describe los resultados de la revisión. Finalmente en la Sección 5, se presenta las conclusiones.

## 2. Trabajos relacionados

Con la incorporación de las TIC en los diversos sectores, en especial en el sector salud, se ha hecho posible el surgimiento de innovaciones tecnológicas y como resultado nuevos

productos y servicios innovadores. Entre las tecnologías que han hecho posible estas innovaciones se encuentran cloud computing, machine learning o la tecnología móvil entre otras.

Cloud computing o computación en la nube, ofrece un modelo que permite el acceso a la red a pedido de un grupo compartido de recursos informáticos (por ejemplo: servidores, base de datos y aplicaciones) que se puede liberar con un mínimo esfuerzo por parte del proveedor del servicio (Iyawa et al. 2019). La tecnología blockchain surge como una herramienta que hace posible el intercambio de registros médicos electrónicos entre hospitales y la logística de la cadena de suministro farmacéutico (Tan et al., 2020).

Machine learning es una rama de la inteligencia artificial, lo componen algoritmos de clasificación de aprendizaje supervisado y no supervisado. Se basan en el enfoque de identificar un problema de clasificación. En el área de salud se puede usar, por ejemplo, para recopilar los datos de perfiles de pacientes y predecir uno o más diagnósticos con una probabilidad determinada (Lapadula et al., 2020).

Mobile Health o mHealth son aplicativos para dispositivos inteligentes, a través del cual se brinda atención sanitaria. Estos dispositivos pueden ser tablets, celulares, etc. (de Camargo et al., 2017). Health Information Technology (HIT) apoya objetivos más amplios como mejorar la calidad, seguridad y eficiencia de la atención en centros de salud (Lokm & Chahine, 2021). Es decir, las aplicaciones de las TIC han traído beneficios en los procesos de atención de la salud (Andreassen et al., 2017).

### **3. Metodología**

Se conduce una revisión de literatura con el propósito de identificar los artículos relacionados con las innovaciones, emprendimientos que han surgido en el sector salud, identificar los modelos de negocio propuestos y las tecnologías utilizadas. Un total de 19 estudios publicados en el periodo 2016-2021 fueron seleccionados. Los estudios seleccionados evidencian cómo la innovación y el emprendimiento influyen en el sector salud. Se diseño una hoja Excel para la extracción de datos. Los datos relevantes a extraer fueron: definiciones de innovación y emprendimiento, la interacción tecnológica, modelos de empresas y/marcos propuestos y las tecnologías innovadoras que se han aplicado. En el Anexo 1 se presenta la lista de los artículos seleccionados.

### **4. Resultados y Discusión**

Los resultados de la revisión sobre la innovación y emprendimiento en el sector de la salud, considera aspectos relacionados con la interacción tecnológica. La clasificación “Interacción tecnológica” está relacionada con el sistema tecnológico innovador en los sistemas de salud y en esta línea se puede mencionar a los autores Lokman & Chahine (2021), Wang et al. (2021), Lapadula et al. (2020), Ignacio et al. (2020), Ivawa et al. (2019) y Mukherjee (2021).

La clasificación “Modelos” define modelos de innovación en el campo de la salud. Entre los autores que destacan por plantear modelos están Lokman & Chahine (2021), Yeh et al. (2021), Mukherjee (2021), Iyawa et al. (2019), Leonard. et al. (2019) y Bird et al. (2021).

Finalmente, la clasificación “Tecnologías” se relaciona con los productos software que se han creado para funcionar como apoyo en los diferentes tratamientos de los pacientes. Entre los estudios orientados a tecnologías tenemos a De Camargo et al. (2017), Wang et al. (2021), Lapadula et al. (2020), Mittal et al. (2021), Cikajlo (2016) y Tan et al. (2020).

#### 4.1. Conceptos

En la Tabla 1 se muestran los diferentes conceptos encontrados en los artículos sobre tipos de innovación y el emprendimiento. Los diferentes tipos de innovación que se identificaron fueron: innovación responsable, innovación tecnológica, innovación en salud digital y tecnológica, innovación responsable en salud e innovación en procesos de salud. Entre los tipos de emprendimiento se hallan el emprendimiento social y el emprendimiento tecnológico. Así mismo, se presenta el concepto de espíritu emprendedor.

Tipo	Concepto
<i>Innovación responsable</i>	En un proceso donde los innovadores abordan mejor las necesidades y desafíos de la sociedad, involucrando a las partes interesadas con el objetivo de mejorar la toma de decisiones y proporcionar orientación sobre las formas de adaptar y cumplir los principios de aceptabilidad (ética), la sostenibilidad y la conveniencia social de forma receptiva (Silva et al., 2018).
<i>Innovación tecnológica</i>	La tecnología de vanguardia es una innovación en un espacio de mercado específico y se mide de acuerdo a la participación en el mercado (Yeh et al., 2021).
	Intercambio e integración de las ciencias, resultando en el enriquecimiento y creación de nuevos conocimientos (de Camargo et al., 2017). Desarrollar y ofrecer políticas, sistemas, productos y tecnologías de salud nuevos o mejorados con el objetivo de brindar una mejor calidad de vida a las personas (Mukherjee, 2021)
	Sugiere la necesidad de compartir información entre los profesionales de la salud y las instituciones de salud para ayudar a la prestación de servicios de salud a los pacientes en una plataforma digital (Iyawa et al., 2019).
<i>Innovación en salud digital y tecnológica</i>	Recursos sustanciales comprometidos e invertidos en el desarrollo de innovaciones en el cuidado de la salud (Leonard et al., 2019).
<i>Innovación responsable en salud</i>	Se entiende como un activo de la economía o una forma de capital. No es un proceso social ni un vector de desarrollo humano (Niang et al., 2021).
<i>Innovación en procesos de salud</i>	Sugiere que las tecnologías sanitarias podrían diseñarse para respaldar mejor los sistemas de salud en todo el mundo, poniendo en primer plano los procesos de desarrollo de la innovación (Lehoux et al., 2019).
<i>Emprendimiento social</i>	Relación entre la capacidad de innovación de las organizaciones de atención médica y su capacidad para implementar con éxito registros médicos electrónicos (EMR), una innovación de tecnología de la información de la salud (HIT) (Parthasarathy et al., 2021).
<i>Emprendimiento tecnológico</i>	Diseño e implementación de nuevos productos, servicios y sistemas que abordan necesidades sociales, para crear un equilibrio más justo que el beneficio personal (Lokman & Chahine, 2021).
<i>Espíritu Emprendedor</i>	Implica altos niveles de innovación y habilidades comerciales (Wang et al., 2021).
	El espíritu emprendedor en la salud pública presenta una oportunidad para la colaboración interprofesional y la polinización cruzada del conocimiento en todas las disciplinas (Becker et al., 2019).

Tabla 1 – Tipos de innovación y emprendimiento

## 4.2. Interacción tecnológica

En la Tabla 2 se presenta las interacciones tecnológicas identificadas tales como: Tecnología de la Información, Evaluación de tecnología de la Salud (HTA) y Ecosistemas de salud digital.

Interacción Tecnológica	Detalle de la Interacción
Tecnología de la Información	El uso amplio y constante de HIT (Tecnología de la Información Sanitaria) aumenta la calidad y la eficacia de la atención sanitaria, reduce los costes, previene errores médicos y amplía la accesibilidad. El uso común de HIT entre todas las organizaciones es la digitalización y de esta forma mejorar la eficiencia de gestionar pacientes (Lokman & Chahine, 2021).
	Las TIC desempeñan un papel fundamental en la cobertura sanitaria universal. mHealth representa una solución prometedora para impulsar la calidad de la atención médica en especial para los países en desarrollo para hacer frente a las dificultades y desafíos como la amenaza de una pandemia (Wang et al., 2021)
	Se tiene la plataforma Greg, que presenta un motor de aprendizaje automático y un conjunto de herramientas para generar sugerencias de diagnóstico automáticos basados en los perfiles de los pacientes. Así mismo puede ser utilizado para formar doctores jóvenes que tienen menor experiencia en diagnóstico médico o como una herramienta para segunda opinión verificando que todas las posibilidades han sido consideradas (Lapadula et al., 2020).
Evaluación de tecnologías sanitarias (HTA)	Las tecnologías colaborativas y las redes sociales han sido utilizadas para involucrar a los ciudadanos y al gobierno en prácticas de sanidad durante la pandemia debido al COVID-19 propiciando el compromiso cívico. El uso de plataformas digitales permite un mejor manejo de los problemas emergentes a causa del COVID-19 (Ignacio et al., 2020).
Ecosistema de salud digital	La integración de la Evaluación de Tecnologías de la Salud (HTA) dentro del ecosistema de innovación en salud de un país ayudaría en la confluencia de la tecnología, innovación y política para abordar los vacíos sistémicos (Mukherjee, 2021).
	Necesidad de compartir información entre los profesionales de la salud y las instituciones de salud para ayudar a la prestación de servicios de salud a los pacientes en una plataforma digital. Mejorando la utilización de las tecnologías digitales en el proceso de prestación de atención médica al involucrar a los pacientes en el proceso de atención de la salud (Iyawa et al., 2019).

Tabla 2 – Interacción tecnológica en el sector salud

## 4.3. Modelo

En la Tabla 3 se muestran la estructura conceptual y tecnológica de soporte definido con sus respectivas fuentes. Los modelos identificados fueron modelos de empresa social, de empresas corporativas y marcos de desarrollo.

Modelo	Detalle del Modelo
Modelo de Empresa Social	Uso de estrategias de escalamiento físico y virtual. Aprovechar los Sistemas de Tecnología de la Información, especialmente los sistemas de información del paciente, para aumentar el acceso, la eficiencia y reducir los costos. Centrarse en aumentar el acceso en lugares de bajos ingresos (Lokman & Chahine, 2021).

Modelo	Detalle del Modelo
<i>Modelo de Empresa Corporativa</i>	Las empresas de tecnología se caracterizan por tener liderazgo tecnológico, el conocimiento y la capacidad para abordar un avance único y como capitalizan la oportunidad que se presenta. Se requiere de un liderazgo fuerte y solidario para dirigir recursos limitados y crear la visión de un producto diferenciador único y a largo plazo así como capacidad para desarrollar asociaciones estratégicas. Definir prioridades y enfocarse en la ejecución del proyecto, así como invertir en investigación (Yeh et al., 2021).
	Interacción entre tecnologías sanitarias innovadoras, sistemas sanitarios y políticas para abordar los vacíos sanitarios en un ecosistema de innovación sanitaria dentro del contexto de un país. Para abordar estos vacíos se requiere la colaboración de la academia, la industria y el gobierno, además de determinar el valor de las tecnologías y las innovaciones sanitarias (Mukherjee, 2021).
<i>Marco de desarrollo</i>	<p>Se presenta un marco de los componentes de salud, innovación y ecosistemas digitales. El intercambio de información entre las partes interesadas en un ecosistema de innovación en salud digital se puede facilitar cuando se implementa la computación en la nube. La investigación y el desarrollo son relevantes para un ecosistema de innovación en salud digital, ya que facilita la innovación y el desarrollo. Los aspectos de privacidad y seguridad son componentes importantes del marco (Iyawa et al., 2019).</p> <p>Utilizando la Teoría Fundamentada y a través de la inducción se explica las interacciones complejas y las relaciones entre el sistema de innovación para desarrollar un marco conceptual de un sistema de innovación en salud. Los componentes de un sistema de innovación en salud son: la innovación, las instituciones como parte de la estructura, el conocimiento y el aprendizaje continuo, las relaciones y las redes de colaboración y los actores quienes crean, difunden y usan las innovaciones. La determinación de las barreras para la adopción de la innovación se puede realizar mediante la evaluación de las interacciones entre los componentes, el contexto y las funciones; determinando la presencia, ausencia o calidad de los componentes del sistema de innovación en salud; y por su capacidad combinada para lograr los objetivos del sistema de innovación en salud (Leonard et al., 2019)</p> <p>Desarrollo y aplicación de una guía de tres fases (prediseño, co-diseño y post-diseño) para involucrar a aquellos con experiencia personal en el diseño de mejoras en el sistema de salud. Así mismo, la participación de los usuarios finales como un componente del diseño de innovaciones sanitarias aceptables y usables. Conocer las experiencias vividas de los usuarios finales, empleando estrategias como el mapa de viaje del paciente o encuestas basadas en la experiencia, permiten mejorar los servicios y que además estén enfocados en el paciente (Bird et al, 2021).</p>

Tabla 3 – Modelos de empresas y marcos de desarrollo

#### 4.4. Tecnologías

En la Tabla 4 se presenta la lista de algunas tecnologías innovadoras que se han desarrollado o propuesto como soluciones para brindar apoyo en el sector salud. Algunas tecnologías identificadas fueron mHealth, robots de telepresencia, machine learning, realidad virtual y blockchain.

Con respecto a los estudios realizados sobre “Interacción tecnológica con el sector salud”, en su mayoría están relacionados con las tecnologías de la información (TIC). Estos trabajos muestran como las TIC sirven de ayuda a las entidades de salud en una



mejora del sistema interno de salud, además de mejorar la atención médica. En este caso las TIC son muy importantes, ya que contribuyen a esclarecer un flujo de trabajo que antes de su implementación no estaba del todo claro y ordenado.

Tecnologías	Detalle de la tecnología
<i>mHealth (asistencia sanitaria mediante teléfonos móviles)</i>	Mejora en la salud pública, de enfermedades como el dengue, virus del Zika, fiebre amarilla y fiebre Chikunguña, en ambientes tropicales; mediante desarrollo de un aplicativo móvil (de Camargo et al., 2017). Aplicativo para teléfonos inteligentes, a través de las cuales cualquiera puede indicar los criaderos de larvas de mosquitos (de Camargo et al., 2017).
<i>Robots de Telepresencia</i>	Diseño de un robot de telepresencia de bajo costo y extensibilidad concebido para ayudar al daño pandémico de COVID-19 (Wang et al., 2021).
<i>Machine learning</i>	Plataforma basado en machine learning, como apoyo a médicos expertos, con un motor de aprendizaje automático y un conjunto de herramientas, concebido para generar sugerencias de diagnóstico automáticas basadas en perfiles de pacientes (Lapadula et al., 2020).
<i>Realidad virtual</i>	Entorno virtual para optimizar el entrenamiento de habilidades manuales de personas con Parkinson, denominado el juego de los 10 cubos. Los pacientes a prueba deben colocar los cubos en una caja, esto con la finalidad de entrenar sus habilidades manuales (Cikajlo et al., 2016).
<i>BlockChain</i>	Desarrollo de una plataforma utilizando la tecnología blockchain para compartir datos de pacientes actualmente inaccesibles, con el objetivo de tener precisión en el tratamiento individualizado del paciente (Tan et al., 2020)

Tabla 4 – Tecnologías innovadoras aplicadas

Asimismo, las TIC para la evaluación de las tecnologías de la salud en los centros médicos implica una mejor atención a los pacientes con tratamiento médico. Las interacciones tecnológicas, están estrechamente vinculado con las innovaciones tecnológicas en el sector salud. Aunque los hospitales reciben financiamiento y soporte adecuado para la interacción con nuevas tecnologías, es importante considerar la existencia de otros factores internos y externos que son más complejos y que puede variar de un país a otro. La investigación también sugiere que si bien la rentabilidad, es un factor crítico para la interacción tecnológica con el sector médico, aspectos como políticas, seguridad y privacidad de datos son aspectos clave del sector médico.

Respecto a los trabajos relacionados con “Modelos” implementados en el sector salud, son modelos con una estructura conceptual y tecnológica de soporte con una perspectiva de innovación y emprendimiento. También destacan innovaciones tecnológicas que optimizan el sistema de salud al incluir tecnologías de información y servicios en la nube.

En cuanto a los trabajos relacionados con las “Tecnologías” las aplicaciones móviles son las más utilizadas como herramientas de apoyo en el sector salud, puesto que el uso de móviles está en crecimiento. Es clave destacar que de los resultados, entre las tecnologías implementadas como apoyo en el sector salud se encuentran: la Inteligencia artificial, machine learning, realidad virtual, blockchain y robots de telepresencia.

## 5. Conclusiones

La innovación en el sector salud va de la mano con la implementación de tecnologías emergentes, las cuales contribuyen en un mejor flujo de trabajo, ya sea en la atención de los pacientes o evaluación de inventario médico entre otros. En este artículo se presenta una revisión de literatura para conocer los avances en el sector salud debido a la innovación, el emprendimiento y la aplicación de la tecnología. Los resultados muestran que la innovación tecnológica y las tecnologías de información y comunicaciones se complementan para desarrollar propuestas innovadoras en el sector salud. Conocer los procesos de innovación en los servicios de salud permite generar propuestas de valor con creatividad y resolución a partir de las tareas de investigación. Avanzar en el uso de tecnologías avanzadas, análisis de datos, aprendizaje automático (machine learning), salud digital y redes sociales resultan primordiales en esta era moderna, para brindar un sistema de atención de alta calidad en el sector salud. Es importante formar líderes innovadores y emprendedores de futuro, una forma es mediante la implementación de cursos de innovación y emprendimiento en los diferentes niveles de formación.

## Referencias

- Abdel-Basset, M., Chang, V., & Nabeeh, N. A. (2021). An intelligent framework using disruptive technologies for COVID-19 analysis. *Technological Forecasting and Social Change*, 163, 120431.
- Andreassen, H. K., Kjekshus, L. E., & Tjora, A. (2015). Survival of the project: a case study of ICT innovation in health care. *Social Science & Medicine*, 132, 62-69.
- Becker, E., Chahine, T., & Shegog, R. (2019). *Public Health Entrepreneurship: A Novel Path for Training Future Public Health Professionals*. *Frontiers in Public Health*, 7. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2019.00089>
- Bird, M., McGillion, M., Chambers, E., Dix, J., Fajardo, C. J., Gilmour, M., ... & Carter, N. (2021). A generative co-design framework for healthcare innovation: development and application of an end-user engagement framework. *Research involvement and engagement*, 7(1), 1-12.
- Cikajlo, I., Zajc, D., Dolinšek, I., Krizmanič, T., Hukić, A., Vesel, M., & Potisk, K. P. (2016, October). Precise hand movement telerehabilitation with virtual cubes for patients with Parkinson's disease. In *Proceedings of the 4th Workshop on ICTs for improving Patients Rehabilitation Research Techniques* (pp. 17-20).
- de Camargo, J. T. F., de Camargo, E. A. F., Veraszto, E. V., Barreto, G., Aceti, P. A. Z., & Junior, A. S. (2017). Information technology and public health: Possibilities for innovation through interdisciplinary actions. *Procedia Computer Science*, 104, 294-301.
- Iakovleva, T., Oftedal, E., & Bessant, J. (2021). Changing Role of Users—Innovating Responsibly in Digital Health. *Sustainability*, 13(4), 1616.

- Iyawa, G., Herselman, M., & Botha, A. (2019, September). Building a digital health innovation ecosystem framework through design science research. In *2019 Conference on Next Generation Computing Applications (NextComp)* (pp. 1-6). IEEE.
- Lapadula, P., Mecca, G., Santoro, D. et al (2020) Greg, ML – Machine Learning for Healthcare at a Scale. *Health Technology*. 10, 1485–1495.
- Lehoux, P., Roncarolo, F., Silva, H. P., Boivin, A., Denis, J. L., & Hébert, R. (2019). What health system challenges should responsible innovation in health address? Insights from an international scoping review. *International journal of health policy and management*, 8(2), 63-75.
- Leonard, E., De Kock, I. H., & Bam, W. G. (2019, June). Investigating the relationships between health and innovation systems to guide innovation adoption. In *2019 IEEE International Conference on Engineering, Technology and Innovation (ICE/ITMC)* (pp. 1-10). IEEE.
- Lokman, L., & Chahine, T. (2021). Business models for primary health care delivery in low- and middle-income countries: a scoping study of nine social entrepreneurs. *BMC Health Services Research*, 21(1), 1-12.
- Mittal, M., Battineni, G., Singh, D., Nagarwal, T., & Yadav, P. (in press). Web-based chatbot for Frequently Asked Queries (FAQ) in Hospitals. *Journal of Taibah University Medical Sciences*.
- Mukherjee, K. (2021). *Integrating technology, innovation and policy: COVID-19 and HTA*. *Health Policy and Technology*, 10(1), 16-20. doi:10.1016/j.hlpt.2021.01.003
- Niang, M., Dupéré, S., Alami, H., & Gagnon, M. P. (2021). Why is repositioning public health innovation towards a social paradigm necessary? A reflection on the field of public health through the examples of Ebola and Covid-19. *Globalization and Health*, 17(1), 1-11.
- Parthasarathy, R., Garfield, M., Rangarajan, A., & Kern, J. L. (2021). The Case of Organizational Innovation Capability and Health Information Technology Implementation Success: As You Sow, So You Reap?. *International Journal of Healthcare Information Systems and Informatics (IJHISI)*, 16(4), 1-27.
- Sheikh, A., Anderson, M., Albala, S., Casadei, B., Franklin, B. D., Richards, M., ... & Mossialos, E. (2021). Health information technology and digital innovation for national learning health and care systems. *The Lancet Digital Health*.
- Silva, H. , Lefebvre A. & Oliveira R., (2021). *Fostering Responsible Innovation in Health: An Evidence-Informed Assessment Tool for Innovation Stakeholders*. *Journal IJHPM*. doi.org/10.3390/su13041616
- Silva, H. P., Lehoux, P., & Hagemeister, N. (2018). Developing a tool to assess responsibility in health innovation: Results from an international Delphi study. *Health Policy and Technology*, 7(4), 388-396.

- Tan, L., Tivey, D., Kopunic, H., Babidge, W., Langley, S., & Maddern, G. (2020). Part 2: blockchain technology in health care. *ANZ Journal of Surgery*, 90(12), 2415-2419.
- Wang, M., Pan, C., & Ray, P. K. (2021). Technology Entrepreneurship in Developing Countries: Role of Telepresence Robots in Healthcare. *IEEE Engineering Management Review*, 49(1), 20-26.
- Yeh, K. B., Scullion, M., Michelotti, J. M., & Olinger, G. (2021). First Movers in Molecular Detection: Case Comparison on Harnessing Research and Development, Industry, and Entrepreneurship. *Frontiers in Medicine*, 8, 326.

## Anexo 1. Lista de artículos

N	Autores	Tipo de I/E/T	Resultados
1	Cikajlo et al. (2016)	Innovación en la salud	Este es un caso de innovación en salud para pacientes de Párkinson utilizando realidad virtual. Los resultados de la aplicación en realidad virtual demostraron un progreso en el agarre de pequeños objetos virtuales. De los participantes, solo uno tuvo una puntuación por debajo de la media en la prueba clínica UPDRS.
2	De Camargo et al. (2017)	Innovación tecnológica	En una prueba piloto se pudo comprobar que el uso de nuevas tecnologías en el control y seguimiento de insectos que son considerados vectores de enfermedades es significativamente eficiente.
3	Andreassen et al. (2017)	Tecnologías de la Información	En este estudio se concluye que la implementación de tecnologías de información en los procesos de atención de salud genera grandes beneficios. Esto se debe a que la digitalización de los procesos en el sector de salud contribuye a una buena delegación de responsabilidades y facilita la administración.
4	Silva et al. (2018)	Innovación responsable	Los hallazgos confirman la importancia, claridad y adecuación de sus constructos y su potencial para convertirse en gran valor en los esfuerzos por estimular el desarrollo de innovaciones sanitarias más responsables.
5	Niang et al (2018)	Innovación responsable	Se demuestra que la innovación en el campo de la salud pública no debe verse simplemente desde una perspectiva tecnocéntrica, sino de forma holística.
6	Iyawa et al. (2019)	Innovación en la salud	Presenta un ecosistema de innovación en salud digital. El marco final proporciona a los tomadores de decisiones en el sector de la salud de Namibia, información útil sobre los componentes importantes a considerar al implementar un ecosistema de innovación en salud digital.
7	Leonard et al. (2019)	Innovación en la salud	El marco del Sistema de Innovación en Salud Conceptual se puede utilizar para determinar dónde ocurren las barreras para la adopción de la innovación.

<b>N</b>	<b>Autores</b>	<b>Tipo de I/E/T</b>	<b>Resultados</b>
8	Tan et al. (2020)	Tecnologías de la información	El sector de la salud explora cómo la tecnología blockchain puede aumentar aún más la eficiencia competencias en áreas como el intercambio de registros médicos electrónicos entre hospitales, el rastreo y la logística de la cadena de suministro farmacéutico y el procesamiento de reclamos de seguros médicos.
9	Lapadula et al. (2020)	Tecnologías de la información	Innovación en salud para el diagnóstico de pacientes utilizando machine learning. Se obtiene como conclusión que la herramienta Greg es útil para ayudar a los médicos en el proceso de diagnóstico.
10	Lokman & Chahine (2021)	Emprendimiento social	Se identificaron emprendedores sociales de las siguientes organizaciones internacionales. La empresa social es viable para proporcionar servicios de atención primaria de salud en entornos de bajos recursos.
11	Sheikh et al (2021)	-	Aborda diferentes prioridades como la usabilidad y la interoperabilidad de la tecnología de la información sanitaria (HIT) garantizando la seguridad y privacidad de los datos.
12	Yeh, et al. (2021)	Innovación tecnológica	Para poder tener éxito se debe invertir en Investigación y Desarrollo y centrarse en la misión.
13	Mukherjee (2021)	Innovación en la salud	Formulación e implementación de políticas en innovaciones sanitarias en países de ingresos bajos y medianos.
14	Wang et al. (2021)	Emprendimiento tecnológico	Las tecnologías de mHealth pueden ayudar a las personas mayores que sufren enfermedades crónicas y desfavorecidas en los países en desarrollo a hacer frente a las dificultades y desafíos de la vida; en el caso extremo y la amenaza de una pandemia. Mediante el uso de robots de telepresencia y mHealth.
15	Silva et al. (2021)	Innovación Responsable	La Innovación Responsable en Salud (RIH) enfatiza la importancia de desarrollar tecnologías que respondan a los desafíos a nivel del sistema y respalden una atención médica equitativa y sostenible. Los resultados de la aplicación de la herramienta Innovación Responsable en Salud (RIH) cumplieron con todos los criterios de inclusión y exclusión.
16	Abdel-Basset (2021)	Tecnologías de la información	El estudio presenta un estudio de caso empírico sobre el análisis de pacientes reales con COVID-19 y muestra la importancia del marco inteligente propuesto para limitar los brotes actuales de COVID-19. El objetivo es ayudar al equipo de atención médica a tomar decisiones rápidas para tratar a los pacientes con COVID-19 en hospitales, en cuarentena domiciliaria o identificar y tratar a pacientes con resfriado o gripe típicos. Se apoya en la tecnología como la Inteligencia artificial, IoT y Bigdata, data science y realidad virtual.

N	Autores	Tipo de I/E/T	Resultados
17	Bird et al. (2021)	N.A.	Estudio en el que participan trabajadores de la salud y los miembros de la familia con experiencia en el cuidado de la salud. El ecodiseño de innovaciones en el cuidado de la salud representa una oportunidad para aprovechar el conocimiento, las experiencias y los conocimientos de los usuarios finales para lograr innovaciones importantes en los contextos del cuidado de la salud.
18	Mittal et al. (2021)	Emprendimiento Tecnológico	En este estudio se propone una aplicación web para comunicación pasiva mediante uso de machine learning y NLP (procesamiento de lenguaje natural). Los algoritmos empleados se incorporaron con éxito para gestionar la sincronización alternativa de mensajes de texto y de voz.
19	Parthasarathy et al. (2021)	Innovación en procesos de salud	Los resultados demuestran que la capacidad de innovación de productos de la organización afecta positivamente el éxito de la implementación de EMR. También existe una relación positiva entre la capacidad de innovación de procesos organizacionales y el éxito de la implementación de EMR.

I/E/T Innovación/Emprendimiento/Tecnología

# Sistema de sanitización para la bioseguridad en el transporte turístico

Edwin Chiliquinga<sup>1</sup>, Viviana Silva<sup>2</sup>, Denis Ugeño<sup>3</sup>, Edwin Machay<sup>4</sup>

omar.chiliquinga@istvidanueva.edu.ec; viviana.silva@istvidanueva.edu.ec;  
denis.ugeño@istvidanueva.edu.ec; edwin.machay@istvidanueva.edu.ec

<sup>1</sup> Instituto Superior Tecnológico Vida Nueva, Quito, 170126, Distrito metropolitano, Ecuador.

<sup>2</sup> Instituto Superior Tecnológico Vida Nueva, Quito, 170126, Distrito metropolitano, Ecuador.

<sup>3</sup> Instituto Superior Tecnológico Vida Nueva, Quito, 170126, Distrito metropolitano, Ecuador.

<sup>4</sup> Instituto Superior Tecnológico Vida Nueva, Quito, 170126, Distrito metropolitano, Ecuador.

**Pages: 484-495**

**Resumen:** La práctica actual del turismo está sujeta a las medidas de bioseguridad para el turista salvaguardando su integridad física, a través del desarrollo de actividades en entornos sociales, considerando el dinamismo que involucra este sector, como una alternativa creciente económica y desarrollo para siglo XXI, el transporte ha permitido un relevante impacto dentro del sistema turístico el cual se ha visto afectado debido a la pandemia del Covid-19, sin duda un problema global que requiere medidas emergentes frente al impacto actual para lo cual la implementación de sistemas de sanitización es de vital importancia en la reactivación y movilidad de personas en vehículos readecuados con dispositivos capaces de eliminar un porcentaje de virus, hongos, o bacterias presentes en el ambiente y superficies cerradas, brindando confianza y seguridad.

**Palabras-clave:** Turismo; Sanitización; Transporte; Nebulización; Covid-19

## *Sanitation system for biosecurity in tourist transport*

**Abstract:** The current practice of tourism is subject to measures of biosecurity for tourists safeguarding their physical integrity, through the development of activities in social environments, considering the dynamism involved in this sector, as a growing economic alternative and development for the 21st century, transport has allowed a significant impact within the tourism system which has been affected due to the Covid pandemic-19, undoubtedly a global problem that requires emergent measures to face the current impact for which the implementation of sanitization systems is of vital importance in the reactivation and mobility of people in vehicles retrofitted with devices capable of eliminating a percentage of viruses, fungi, or bacteria present in the environment and closed surfaces, providing confidence and security.

**Keywords:** Tourism; Sanitation; Transportation; Fogging; Covid-19.



## 1. Introducción

### 1.1. Situación actual del Turismo

La pandemia Covid-19, ha provocado una caída económica a nivel mundial desde marzo del 2020 y sobre todo en el sector del turismo en América Latina, donde existen distintos destinos turísticos que es su principal fuente de ingreso para mantener la calidad de vida de su población, precisamente estas prácticas turísticas son las actividades que han dado desarrollo a distintos sectores sociales, sin embargo, es lamentable evidenciar la caída parcial y en algunos casos total de los servidores turísticos, debido al temor de la pandemia y el limitado movimiento del transporte turístico con ello se ven afectados establecimientos como: hoteles, restaurantes, museos, hosterías, centros vacacionales, etc, ya que por los escasos medios de bioseguridad, ante la pandemia se vieron obligados a paralizar sus operaciones. (Sánchez, 2020).

Período	2018	2019	2020	2021 (e)
Ene	53.007	52.978	57.800	15.273
Feb	52.567	51.944	54.899	10.913
Mar	58.154	54.670	22.206	13.933
Abr	47.644	53.311	379	13.230
May	53.921	53.992	650	855
Jun	70.620	70.733	1.431	1.882
Jul	72.893	76.918	3.655	4.806
Ago	54.375	57.411	4.553	5.987
Sep	50.018	52.806	5.708	7.506
Oct	53.057	42.426	9.063	11.918
Nov	54.720	52.993	11.553	15.192
Dic	71.516	64.208	18.520	24.354
<b>Total anual</b>	<b>692.492</b>	<b>684.390</b>	<b>190.417</b>	<b>250.398</b>
<b>ene-abr</b>	<b>211.372</b>	<b>212.903</b>	<b>135.284</b>	<b>53.349</b>

Tabla 1 – Cantidad de llegadas internacionales de turistas no residentes de Quito (Distrito Metropolitano de Quito, 2021).

### 1.2. Impacto económico en latino América

Según la Comisión Económica para América Latina y el Caribe, (Cedeño, 2018 ) Los posibles escenarios para la recuperación de las llegadas de turismo internacional, torna un contexto optimista donde: Los países logran controlar la pandemia y, a partir de julio, las llegadas de turistas se recuperan gradualmente hasta alcanzar el 70% de la línea de base prevista en un plazo de nueve meses, en un nivel intermedio se cree que la recuperación de las empresas de aviación será en octubre del presente año, por otra

lado la contraparte pronostica un escenario desfavorable que habla de un cierre total de vuelos por un rebrote que restringe la movilidad hasta el próximo año.

El turismo en el Ecuador enfrenta la caída de los emprendimientos turísticos debido a la problemática del COVID-19 lo que ha generado un impacto aproximado del 20% - 30%, sobre todo en el micro y medianas empresas según la OMT. (Organización Mundial del turismo, 2020) En este sentido el promedio acumulado de pérdida total en el sector turístico en Ecuador asciende a los 32716, 35 USD, en los alojamientos, con 68005.59 USD, y el transporte turístico, con 32716.34, los más afectados.

La recuperación que estima (Aguirre, 2020) será a mediano plazo en un tiempo de 70 meses aproximadamente, ya que, Ecuador presento una (variación de 12 meses con respecto al informe del 2017) referido del Banco Interamericano de Desarrollo (2020). De tal forma promover el turismo interno será una estrategia clave, enfocado al cuidado del usuario, orientado a la reactivación del servicio eficaz, como una visión alternativa y vivencial que generará experiencias nuevas, bajo protocolos de seguridad e integridad al visitante garantizando su satisfacción, así mismo es preciso el trabajo en equipo la unión regional encaminará, hacia un nuevo reto siendo el medio que involucra a todos los gestores del servicio turístico al sector público, privado, mediante organizaciones responsables de velar por el bienestar de las actividades turísticas. (Mendoza, 2020)

### 1.3. El transporte turístico

El transporte es un factor determinante del producto turístico (Molina, 2016), el transporte representa el medio de llegar a cualquier lugar, siendo necesario para los desplazamientos dentro del destino visitado. En otro orden de ideas, se tiene también el impacto que puede generar la ausencia o disminución de cualquier medio de transporte. Es decir, las relaciones del transporte con el sector turístico son ineluctables, es por esto que su conexión es determinante o es un condicionante importante, porque el turismo es inseparable de viajar, entonces el medio de transporte tiene conexión con las empresas, alojamientos, centros de recreación turística, agencias de viajes etc.

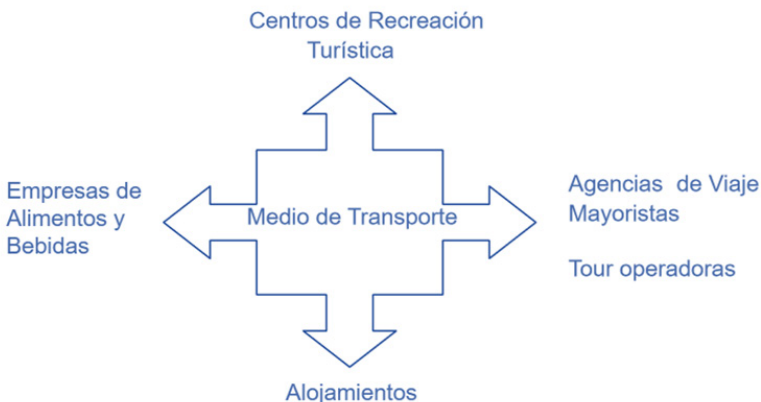


Figura 1 – Esquema de la relación del medio de transporte que conforman el producto turístico (Elaboración propia, 2021)

La industria automotriz avanza en el desarrollo de nuevas tecnologías, soluciones prácticas y más eficientes, permitiendo que de forma idónea los vehículos cumplan con estándares definidos de seguridad y confort con el fin de mejorar la eficiencia en los automotores de transporte turístico, brindado siempre a sus ocupantes confianza y comodidad, para así lograr satisfacer todas las necesidades de los usuarios de una forma eficiente.

#### **1.4. Métodos de sanitización**

Los métodos para la desinfección que en la actualidad se están utilizando son: túneles o cabinas de desinfección o sanitizantes, los cuales de acuerdo con varios estudios realizados por la Sociedad Española de Sanidad Ambiental (SESA), indica la factibilidad de la implementación, para la disminución de los contagios en determinados lugares, Si bien estos aparatos han sido promovidos con mucha intensidad en Latinoamérica, donde un conjunto de sociedades científicas entre las que se encuentra SESA han emitido un comunicado sobre la eficacia de los sistemas de desinfección con el fin de prevenir la Covid19. (SESA, 2020)

Entre los métodos empleados para la desafección se encuentran el uso del ozono ya que es capaz de destruir con facilidad moléculas o bacterias la cual, al captar partículas de virus estas las oxidan y las desestabiliza hasta el punto de destruirlas. Según la OMS, el ozono es el desinfectante más potente contra todo tipo de microorganismos. Su poder de desinfección es, al menos, diez veces mayor que el del cloro, siendo eficaz en un 99% en la eliminación de los virus. (Caballero, 2020)

Es importante indicar que la utilización del  $O_3$  como desinfectante utilizado en el área automotriz, es suministrado por medio de un sistema de bombeo de nebulización debido a sus características oxidante extremadamente potente, se debe utilizar las cantidades adecuadas ya que es considerado peligroso para la salud humana, sin embargo, es una de las sustancias capaces de eliminar gran porcentaje del virus causante del Covid-19. (INSST, 2018)

En la desinfección por lámpara o dispositivos UV para la sanitización debe cumplir una serie de parámetros permitidos para su aplicación en entornos cerrados, por esta razón el sistema fue clasificado en tres tipos como son: UV-C de 200nm y 280nm, UV-B 280nm a 315nm y la radiación más apropiada 315nm a 400nm de tipo UV-A, donde se obtiene la muerte de los micro organismo y virus, se debe considerar que mientras más amplia sea la onda de espectros electromagnéticos, pueden causar daño a las personas con exposiciones mayores de 400nm la radiación UV cambia a luz visible y podría ser luz infrarroja y producir quemaduras en la piel. (Wright, 2020)

#### **1.5. Parámetros para el diseño del sistema de sanitización**

De acuerdo a lo explicado y publicado por la OMS la mayoría de contagios son a través de superficies contaminadas en los entornos cerrados, por esta razón, los sistemas de nebulización son adecuados para este tipo de entornos ya que utiliza un sistema de alta presión para la distribución de sustancias en la eliminación de partículas, moléculas y virus causantes de enfermedades (BETELGEUX, 2017)

La idea principal del sistema de nebulización permitirá que se rocíe una solución desinfectante en toda el área de forma continua a través de un sistema automático en función de tiempos cortos, brindando una protección total de su entorno, para llevar esto a cabo se emplea una solución desinfectante previamente analizada y aprobada por un laboratorio clínico que no cause daños ni tampoco infecciones a las personas que se encuentre en la unidad, por tal razón la substancia debe ser ionizada por ultrasonido para formar una niebla con pequeñas partículas que son de 1 a 5 micrómetros los cuales son requeridos por los sistemas de nebulización, para atomizar el ambientes alrededor de los individuos permitiendo una mayor área desinfectada.



Figura 2 – Aplicación de los sistemas de nebulización en el transporte  
(Elaboración propia, 2021)

Culminado con los sistemas de desinfección otros de los más ocupados en las industrias y áreas automotrices por su gran eficiencia son sistemas por rocío empleando el peróxido de hidrógeno capaz de desinfectar 750 personas en una hora dando como promedio la desinfección de cada individuo en un tiempo estimado de 5 segundos. (AECOC, 2020)

Una de sus ventajas más notables publicada en la página de SOCIALAB destaca lo siguiente: La solución propuesta es la implementación de cabinas de desinfección a un bajo costo, ubicadas en lugares estratégicos, empezando por los hospitales para validar nuestra solución como un proyecto piloto, pero teniendo la opción de escalar esta solución para llevarla a cada punto estratégico de las ciudades teniendo como prioridad los lugares con mayor aglomeración de personas. (Organización Mundial del Turismo, 2019)

## **2. Metodología de la investigación**

### **2.1. Enfoque cualitativo**

Esta investigación tiene un enfoque cualitativo por que pretende determinar los tipos de desinfección que se puede utilizar en lo vehículos de turismo según el análisis de las características de organismos especializados en temas de salud, contaminación y ambiente, que a través de la implementación permita para proteger y salvaguardar la vida de los ocupantes, eliminando una cantidad considerable de bacterias y hongos, microorganismos, incluso el virus relacionado al COVID-19, por lo tanto se realizó una revisión bibliográfica documental, mediante un estudio y análisis de los contenidos de recientes investigaciones se determina la importancia de los sistemas de nebulización como un guía alterna que solventará una solución a la problemática planteada.

El primer caso “latinoamericano” de COVID-19 se registró en Brasil el 26 de febrero y la primera muerte por la infección en la región se anunció en Argentina el 7 de marzo, esto provoco incertidumbre a la sociedad, dejando a los gobiernos en suspenso entre las medidas de bioseguridad que se aplicaron fue el uso de mascarillas. En Colombia y el resto de países Latinoamericanos, se analizó el flujo mayor contagios de coronavirus en donde fue inicialmente proveniente de Estados Unidos y España, los principales problemas para la movilidad urbana a partir de las restricciones de circulación y uso del transporte público.

Esta propuesta busca proteger a los profesionales del transporte en especial a los involucrados en el movimiento turístico, los diferentes países se han centrado en buscar respuestas sanitarias para fortalecer el sector automotriz tomando en cuenta los niveles económicos que tardarán en recuperarse con los ajustes de la industria, además de la dependencia de otros sectores sociales.

## **3. Discusión de los resultados obtenidos**

El sector turístico fue uno de los sectores más afectados por la propagación de la pandemia del virus COVID – 19, viéndose en la necesidad de no permitir el acceso a playas, parques además del ingreso de personas extranjeras al país. Por esta razón pensando en el bienestar y la reactivación de los sectores turísticos es necesario la implementación del sistema de nebulización para el transporte turístico, la cual permitirá desinfectar la vestimenta y parte de la piel de una persona, este proceso ayudará a la desinfección antes de poder ingresar a un lugar público a demás está comprobado que las soluciones mezcladas con agua u otros compontes ayudan a eliminar el virus en su mayoría. (Abulhassan, 2021)

La sanitización de vehículos también es primordial para mantener unas condiciones de buena higiene y salud. Advirtiendo sobre los posibles contagios de COVID – 19, debido a las gotículas que expulsa una persona infectada y que permanecen en diferentes superficies, donde una persona sana puede tener contacto directo con el virus, ya que el sector automotriz carece de un sistema de desinfección para brindar protección a los ocupantes (Cedeño, 2018).

Gracias al avance tecnológico, hoy en día la automatización se ha visto aceptado en casi todos los procesos, por esta razón los sistemas y cabinas de desinfección son automáticos por tanto permiten tener una mayor precisión en la lectura de la temperatura de las personas. (Mucchiut, 2019)

De acuerdo a varias industrias dedicadas a la producción, fabricación y distribución de cabinas, túneles y sistemas de desinfección tiene como objetivo principal proteger el ambiente de trabajo contra el SARS-CoV-2 y otros virus, además es fáciles de usar y transportar. Funcionan con activación automática y usan boquillas de aspersión precisa para crear una atmósfera llena de microgotas de solución desinfectante con alta eficiencia para cubrir a las personas, sin humectación excesiva. (Spraying Systems, 2021)

En la actualidad la sociedad atraviesa un momento crítico en base a la pandemia COVID – 19, la sanitización es una alternativa enfocada a cubrir la necesidad de transportar turistas de un destino a otro, con el propósito de promover la bioseguridad de los pasajeros y dar solución a la reanudación de actividades turísticas de forma segura, respetando directrices estipuladas por organismos internacionales de salud, provocando en los usuarios un nivel elevado de confianza para realizar sus distintas actividades vinculadas con el servicio de transporte turístico. (Rossel, 2020)

Como se puede destacar en los párrafos anteriores el desarrollo e innovación tecnológico en los sistemas de sanitización tendrán mucha influencia en la reactivación de la economía impulsada por vehículos de transporte, logrando así mitigar de forma exponencial las afectaciones causadas por el Covid – 19. (Rossel, 2020)

A través de la siguiente investigación se pretende alcanzar un nivel de seguridad confiable para los usuarios al momento de viajar de tal manera garantizar su trasladado y a la vez aportar en la reactivación económica, como una estrategia de solución responsable y comprometida en enfrentar los retos y desafíos de un escenario post pandemia, respondiendo a la necesidad de la implementación de un prototipo de sanitización en el transporte. (Organización Panamericana de la Salud, 2020)

A continuación se muestra la selección del sistema de sanitización valorando las características que debe cumplir en una escala de 1 al 5, siendo 1 la equivalencia de malo y 5 equivalente a excelente de acuerdo al confort para los usuarios

<i>Tipo de sistema</i>	<i>Temperatura</i>	<i>Humedad</i>	<i>% de eliminación de bacterias y hongos viables</i>	<i>Total</i>
<i>Sistema UV</i>	<i>1</i>	<i>5</i>	<i>4</i>	<i>10</i>
<i>Sistema o<sub>3</sub></i>	<i>2</i>	<i>4</i>	<i>4</i>	<i>10</i>
<i>Sistema de nebulización</i>	<i>5</i>	<i>2</i>	<i>5</i>	<i>12</i>
<i>Sistema de rocío</i>	<i>5</i>	<i>1</i>	<i>5</i>	<i>11</i>

Tabla 2 – Cuadro comparativo de las características de los sistemas de sanitización.

El turismo representa una de las actividades más dinámicas a nivel nacional ya que juega un papel crucial en la creación de empleo, la generación de divisas y el desarrollo local;

sin embargo, esta actividad se ha visto afectada por la eminente llegada de la pandemia mundial denominada COVID-19 que desde abril de 2020 ha detenido drásticamente el progreso de varias naciones incluyendo la nuestra, como resultado de esta pandemia la actividad turística ha disminuido la demanda de visitantes debido al riesgo de contagio y la inseguridad que existe en el transporte turístico. (RedAREST, 2020)

Considerando lo investigado y en función a los datos obtenidos con proyectos similares, la implementación del equipo de sanitización más favorable es el sistema de nebulización, el cual estará instalado en el vehículo utilizando los ductos del aire acondicionado y los laterales de las puertas, para suministrar Hidróxido de Amonio en pequeñas partículas no mayor a las 2 $\mu$ m, está se obtendrán mediante una bomba de 116 PSI de presión con boquillas de 0,2mm de diámetro de salida, el control del encendido y apagado de los equipos se utilizará relés de tiempos a través de microcontroladores programables. (Portillo, 2020)

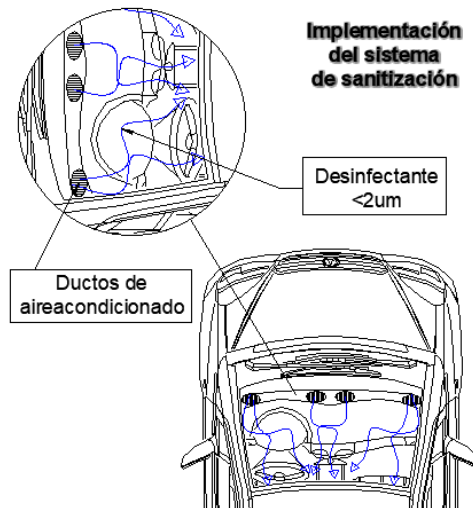


Figura 3 – Aplicación del modelo del sistema de sanitización (Elaboración propia, 2021)

Por otra parte de acuerdo a (Portillo y Álvarez, 2020) afirman que la desinfección por vía aérea es apropiada para poder desinfectar a las personas más rápido sin contra indicaciones a la salud humana, a diferencia de otros métodos de desinfección es por eso que se propone la construcción del siguiente modelo de desinfección.

Para demostrar la eficiencia del sistema de sanitización se realizarán pruebas de funcionamiento y de confiabilidad como: medición de temperaturas a través de un análisis espectral por medio de una cámara termográfica en el interior del vehículo, también se aplicará un estudio de humedad para determinar la concentración del líquido desinfectante dentro del entorno manteniendo los índices recomendados OPS. (Organización Panamericana de la Salud, 2020)



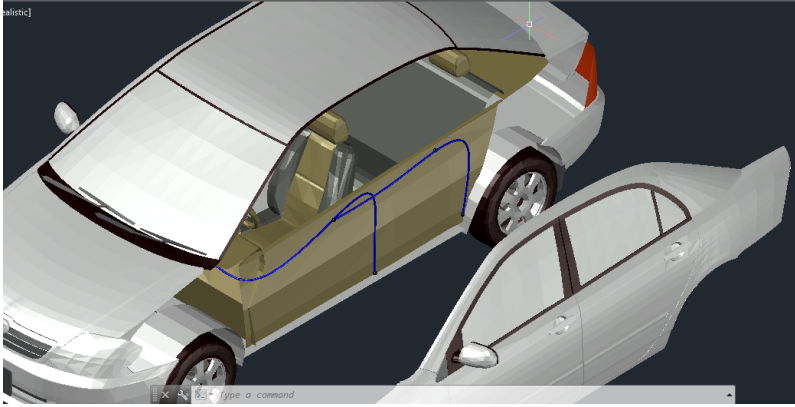


Figura 4 – Aplicación del modelo del sistema de sanitización por laterales de las puertas (Elaboración propia, 2021)

Luego de haber realizado la implementación del sistema de nebulización se obtuvieron los datos que se muestran en la tabla 3. Donde se llegó a la conclusión que el sistema cumple un rango ideal de temperatura que oscila entre 14 y 16 grados centígrados, esta temperatura cumple con los rangos de funcionamiento normal que cualquier tipo de cabina para la desinfección según la OPS. (Organización Panamericana de la Salud, 2020). Sin embargo, el porcentaje de humedad se encuentra con valores más altos, por esta razón se procederá a realizar correcciones para reducir la humedad, logrando alcanzar un máximo de 15%, siendo este valor el adecuado para los sistemas de nebulización, con este rango de humedad se podrá evitar que los objetos que se encuentren dentro del habitáculo se mojen.

Variación de temperatura y humedad	
Temperatura	Humedad
16 °C	23 %
15 °C	23 %
15 °C	23 %
15 °C	23 %
14 °C	24 %
14 °C	24 %
14 °C	24 %
14 °C	24 %
14 °C	24 %
13 °C	24 %
13 °C	24 %
13 °C	24 %
13 °C	24 %

Variación de temperatura y humedad	
14 °C	24 %
14 °C	24 %

Tabla 3 – Temperatura y humedad del sistema implementado

#### 4. Conclusiones

El sistema de sanitización por nebulización es uno de los más eficientes, gracias a la aspersión aérea de Hidróxido de Amoniaco se puede cubrir la mayor superficie del entorno en el servicio de transporte turístico.

El sistema de sanitización permitirá eliminar un porcentaje considerable de bacterias, hongos y virus, evitando que el conductor y ocupantes de vehículos de servicio turístico, estén expuestos a enfermedades o contagios por medio aéreo.

La implementación del sistema de sanitización es una innovación tecnológica, desarrollada en materia de bioseguridad, que se enfoca en conseguir un avance socioeconómico a través del desarrollo turístico en el intercambio de culturas que poseen distintas sociedades.

El sistema sanitizante por nebulización además de disminuir el riesgo al contagio del Covid – 19 permitirá la formación de nuevas plazas de empleo, ya que están involucrados los sectores de automoción y automatización industrial impulsando la reactivación económica del país.

#### Referencias

- Abulhassan, Y., & Davis, G. A. (2021). Considerations for the transportation of school aged children amid the Coronavirus pandemic. *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives*, 9, 100290. <https://doi.org/10.1016/j.trip.2020.100290>
- AECOC. (2020). Túneles y cabinas de desinfección podrían ayudar a los minoristas a luchar contra el COVID-19. Recuperado 15 de abril de 2021, del sitio web <https://www.aecoc.es/innovation-hub-noticias/tuneles-y-cabinas-de-desinfeccion-podrian-ayudar-a-los-minoristas-a-luchar-contr-el-covid-19/>
- Álvarez, J. C. E., Prado, L. T. P., Lafebre, L. M. V., & Barros, M. R. Q. (2020). Impacto del covid-19 en el emprendimiento del sector turístico en el Ecuador. *Dominio de las Ciencias*, 6(3), 1352-1367.
- BETELGEUX. (2017). Desinfección por vía aérea. Recuperado el 19 de abril de 2021, del sitio web <https://www.betelgeux.es/productos/desinfeccion-por-via-aerea/>
- Caballero, P. (2020). Cabina de desinfección de personas para reducir la transmisión de COVID-19 en la comunidad. In *Anales de la Facultad de Medicina*.
- Castaño CEPAL. (2020). Medidas de recuperación del sector turístico en América Latina y el Caribe: una oportunidad para promover la sostenibilidad y la resiliencia.

- Cedeño, N. E. V. (2018). Desarrollo turístico y su relación con el transporte. *Gestión turística*, (17), 23-36. Universidad experimental Nacional Liberta. Venezuela.
- INSST. (2018). El ozono como desinfeccion. *scielo*, 2.
- Mendoza, Á. G. F., & Reinoso, N. G. (2020). Estudio de pérdidas y estrategias de reactivación para el sector turístico por crisis sanitaria COVID-19 en el destino Manta (Ecuador). *Revista Internacional de Turismo y Empresa. RITUREM*, 4(1), 79-103.
- Molina, V. C., & Arias, A. V. (2016). El papel del transporte en el desarrollo de la actividad turística: un análisis bibliométrico. *Revista Geográfica Venezolana*, Universidad de los Andes. Venezuela.
- Mucchiut, M. (2019). Automatización de procesos de limpieza; Disponible en Línea; <https://ialimentaria.com.ar/automatizacion-procesos-limpieza/>. México.
- OMT (Organización Mundial del Turismo) (2019), *Global Report on Women in Tourism – Second Edition*, Madrid. (2020), *World Tourism Barometer*, vol. 18, N° 2, mayo.
- OPS, O. (2020). Documentos técnicos-Enfermedad por coronavirus (COVID-19). Organización Panamericana de la Salud.
- Portillo, Karen. (2020). Cabina desinfectante. Recuperado 15 de abril de 2021, del sitio web <https://comunidad.socialab.com/challenges/cadadiacuenta/idea/111028>
- RedARETS. (2020). Cabina de desinfección definiciones y conceptos. Red de instituciones públicas sin fines de lucro dedicadas a la evaluación de tecnologías sanitarias.
- ROSSEL BERNEDO, Luis Jhordan. (2020) et al. Radiación ultravioleta-c para desinfección bacteriana (coliformes totales y termotolerantes) en el tratamiento de agua potable. *Rev. investig. Altoandín*. [online]. 2020, vol.22, n.1, pp.68-77. ISSN 2313-2957. <http://dx.doi.org/10.18271/ria.2020.537>.
- Sánchez, M. M. (2020). Flujos turísticos, geopolítica y COVID-19: cuando los turistas internacionales son vectores de transmisión. *Geopolítica (s)*, 11(2), 105-114.
- SESA (2020). La epidemia de COVID-19. *Medicina tropical y salud internacional*.
- Spraying Systems (2021). Optimice las Operaciones de Aspersión con los Sistemas de Control de AutoJet® Technologies. Disponible en Línea; [https://www.spray.com.mx/automated\\_systems/spray\\_control\\_overview.aspx](https://www.spray.com.mx/automated_systems/spray_control_overview.aspx). México.
- Wright H. B. y Cairns W. L. (2020). *LUZ ULTRAVIOLETA*. London, Ontario, Canadá N5V 4T7



## Critérios Editoriais

A RISTI (Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação) é um periódico científico, que foca a investigação e a aplicação prática inovadora no domínio dos sistemas e tecnologias de informação.

O Conselho Editorial da RISTI incentiva potenciais autores a submeterem artigos originais e inovadores para avaliação pelo Conselho Científico.

A submissão de artigos para publicação na RISTI deve realizar-se de acordo com as chamadas de artigos e as instruções e normas disponibilizadas no sítio Web da revista (<http://www.risti.xyz>).

Todos os artigos submetidos são avaliados por um conjunto de membros do Conselho Científico, não inferior a três elementos.

Em cada número da revista são publicados entre cinco a oito dos melhores artigos submetidos.

## Criterios Editoriales

La RISTI (Revista Ibérica de Sistemas y Tecnologías de la Información) es un periódico científico, centrado en la investigación y en la aplicación práctica innovadora en el dominio de los sistemas y tecnologías de la información.

El Consejo Editorial de la RISTI incentiva autores potenciales a enviar sus artículos originales e innovadores para evaluación por el Consejo Científico.

Lo envío de artículos para publicación en la RISTI debe hacerse de conformidad con las llamadas de los artículos y las instrucciones y normas establecidas en el sitio Web de la revista (<http://www.risti.xyz>).

Todos los trabajos enviados son evaluados por un número de miembros del Consejo Científico de no menos de tres elementos.

En cada número de la revista se publican cinco a ocho de los mejores artículos enviados.



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

©RISTI 2022 <http://www.risti.xyz>

