



Vol. 36, N° 2 (2024)

ISSN 0257-1749

e-ISSN 1390-3659

DOI 10.37815/rte

SECCIÓN ABIERTA MULTIDISCIPLINARIA

Soluciones para un futuro sostenible: Innovación, Educación y Seguridad

SECCIÓN ESPECIAL

**Reportes Técnicos:
1er Simposio de Auditoría y
Asesoría Reflexiones desde
el Contexto Educativo Ecuatoriano**



Guayaquil, Ecuador
Vol. 36, Núm. 2 (2024)
Diciembre, 30

DOI: 10.37815/rte.v36n2



Esta obra está bajo una licencia internacional
Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0.

Autoridades Institucionales (Institutional Authorities)

Rectora

Cecilia Alexandra Paredes Verduga, Ph.D.
 Escuela Superior Politécnica del Litoral, Ecuador

Vicerrectora de Docencia

Paola Romero, Ph.D.
 Escuela Superior Politécnica del Litoral, Ecuador

Vicerrectorado de Investigación, Desarrollo e Innovación (I+D+i)

Carlos Teodoro Monsalve Arteaga, Ph.D.
 Escuela Superior Politécnica del Litoral, Ecuador

Consejo de Editores (Editorial Board)

Directora General Editorial (Editor in Chief)

Nayeth I. Solórzano Alcivar, Ph.D.
 Escuela Superior Politécnica del Litoral, Ecuador
 e-mail: nsolorza@espol.edu.ec
 ORCID: 0000-0002-5642-334X

Directora Ejecutiva Editorial -Coeditor (Executive Director)

Katherine Anabelle Salvador Cisneros, Ph.D.
 Escuela Superior Politécnica del Litoral, Ecuador
 e-mail: ksalvado@espol.edu.ec
 ORCID: 0000-0003-0414-3597

Editores Asociados (Associate Editors)

Fausto Enrique Jácome López, M.Sc.
 Escuela Superior Politécnica del Litoral, Ecuador
 e-mail: fjacome@espol.edu.ec
 ORCID: 0000-0001-6808-7294

Santiago Berrezueta-Guzman, Ph.D.
 Technical University of Munich - TUM, Germany
 Corporación Ecuatoriana para el Desarrollo de la Investigación y la Academia - CEDIA, Ecuador
 e-mail: santiago.berrezueta@cedia.org.ec
 ORCID: 0000-0001-5559-2056

Editores/as Invitados (Invited Editors)

Irma Abrigo Córdova, Ph.D.
 Universidad Nacional de Loja, Ecuador
 e-mail: irmabrigocordova2016@gmail.com
 ORCID: 0000-0002-1537-6313

Patrick Taran, Prof.
 Global Migration Policy Associates, GMPA,
 Switzerland
 e-mail: taran@globalmigrationpolicy.org
 ORCID: 0000-0002-9442-5725

Lisbeth Pérez Martínez, PhD.
 Universidad Espíritu Santo, Ecuador
 e-mail: ldperetz@uees.edu.ec
 ORCID: 0000-0001-9451-2960

Editores/as de Sección o Temático (Section Editors)

Begoña Mora Jaureguialde, Dra.
 Universidad de Huelva, España
 e-mail: bego.mora@dedu.uhu.es
 ORCID: 0000-0002-1537-6313

Cristian Díaz Álvarez, Ph.D.
 Universidad del Meta, Colombia
 e-mail: cristian.diaz@unimeta.edu.co
 ORCID: 0000-0002-4212-4947

Eduardo Jordan Pérez, Ph.D.
 Griffith University, Australia
 e-mail: e.jordanperez@griffith.edu.au
 ORCID: 0000-0001-5299-8501

Fernando Sandoya Sánchez, Ph.D.
 Universidad de Guayaquil, Ecuador
 e-mail: fernando.sandoyas@ug.edu.ec
 ORCID: 0000-0002-0011-4003

Hilda Flor Paéz, M.Sc.
 EDUPROSER Cía. Ltda., Ecuador
 e-mail: hflor@espol.edu.ec
 ORCID: 0009-0002-7472-8494

Marcelo Rafael Báez Meza, Ph.D.
 Escuela Superior Politécnica del Litoral, Ecuador
 e-mail: mbaez@espol.edu.ec
 ORCID: 0000-0002-8563-6985

Marco Antonio González Escudero, Dr.
 Universidad Central del Ecuador, Ecuador
 e-mail: magonzalez@uce.edu.ec
 ORCID: 0000-0003-4415-6579

Miguel Eduardo Yapur Aua, M.Sc.
 Escuela Superior Politécnica del Litoral, Ecuador
 e-mail: myapur@espol.edu.ec
 ORCID: 0000-0001-6627-7908

Miriam Maricela Checa Artos, Ph.D.
 Universidad de las Fuerzas Armadas, Ecuador
 e-mail: mcheca@espol.edu.ec
 ORCID: 0000-0002-9606-7896

Ramón Espinel Martínez, Ph.D.
 Centro de investigaciones rurales, CIR
 Escuela Superior Politécnica del Litoral, Ecuador
 e-mail: respinel@espol.edu.ec
 ORCID: 0000-0002-4998-2063

Rosa Aurora Espinoza Toalombo, Ph.D.
 Universidad Estatal de Milagro, Ecuador
 e-mail: respinozat@unemi.edu.ec
 ORCID: 0000-0001-6527-1870

Silvana del Pilar Gamboa Benitez, Ph.D.
 Escuela Politécnica Nacional, Ecuador
 e-mail: silvana.gamboa@epn.edu.ec
 ORCID: 0000-0001-5951-1970

Sylvia Novillo Villegas, Ph.D.
 Universidad de las Américas, Ecuador
 e-mail: sylvia.novillo@udla.edu.ec
 ORCID: 0000-0002-7659-6846

Wellington Enrique Wonsang Ureta, BS.c.
 San Diego State University Associates in Business Accounting, Estados Unidos
 e-mail: wonsangwellington@gmail.com
 ORCID: 0000-0003-3936-9705

Editores/as de Copia - Español (Copy Editors - Spanish)

Diana Llamel Rodríguez Arteaga, M.Sc.
 Escuela Superior Politécnica del Litoral, Ecuador
 e-mail: dirodrig@espol.edu.ec
 ORCID: 0000-0002-3715-181X

Andrea Victoria Carranza García, M.Sc.
 Escuela Superior Politécnica del Litoral, Ecuador
 e-mail: avcarran@espol.edu.ec
 ORCID: 0000-0003-1762-4525

Nadia del Rosario Cantos Lucas, Mgtr.
 Ministerio de Educación, Ecuador
 e-mail: nadicanlu2024@gmail.com
 ORCID: 0009-0000-0934-0501

Editores/as de Copia - Inglés (Copy Editors - English)

Lidia Govea de Bustamante, Ph.D.
 Escuela Superior Politécnica del Litoral, Ecuador
 e-mail: bgovea@espol.edu.ec
 ORCID: 0000-0002-6770-1261

Maite Velez Chamaidan, Lic.
 Massachusetts Bay Community College,
 Estados Unidos
 e-mail: m_vez3@massbay.edu
 ORCID: 0009-0008-8633-818X

Consejo Científico (Advisory Board)

Carlos Teodoro Monsalve Arteaga, Ph.D.
 Escuela Superior Politécnica del Litoral, Ecuador
 e-mail: monsalve@espol.edu.ec
 ORCID: 0000-0002-9428-4360

Boris Xavier Vintimilla Burgos, Ph.D.
 Escuela Superior Politécnica del Litoral, Ecuador
 e-mail: bvintim@fiec.espol.edu.ec
 ORCID: 0000-0001-8904-0209

Carlos Alberto Ramos Galarza, Ph.D.
 Pontificia Universidad Católica del Ecuador
 e-mail: ps_carlosramos@hotmail.com
 ORCID: 0000-0001-5614-1994

Diana Carolina Coello Fiallos, Ph.D.
 Universidad Técnica de Ambato, Ecuador
 e-mail: dc.coello@uta.edu.ec
 ORCID: 0000-0003-3628-5004

Diego Fernando Avila Pesantez, Ph.D.
 Escuela Superior Politécnica de Chimborazo,
 Ecuador
 e-mail: davila@espoch.edu.ec
 ORCID: 0000-0001-8394-5621

Elena María Fernández González, Ph.D.
 Universidad de Oviedo, España
 e-mail: fernandezelena@uniovi.es
 ORCID: 0000-0002-5683-0674

Elva Patricia Reyes Díaz, Ph.D.
 Universidad Autónoma de Coahuila, México
 e-mail: elva.reyes@uadec.edu.mx
 ORCID: 0000-0002-8854-0946

Ignacio Bladimir Cerón Guerra, Ph.D.
 Escuela Politécnica Nacional, Ecuador
 e-mail: ignacio.ceron@epn.edu.ec
 ORCID: 0000-0002-6373-9772

Isidro Fierro Ulloa, Ph.D.
 Universidad de Especialidades Espíritu Santo,
 Ecuador
 e-mail: isfierro@uees.edu.ec
 ORCID: 0000-0002-9000-6945

José Enrique Martínez-Pérez, Ph.D.
Instituto Universitario de Tecnología del Estado
Bolívar, Venezuela
e-mail: josenriquemartinez@gmail.com
ORCID: 0000-0003-3611-639

Jorge Antonio Córdova Morán, Ph.D.
Universidad Estatal de Milagro, Ecuador
e-mail: joranto205@gmail.com
ORCID: 0000-0002-2730-4755

Juan José Oliveira Maurera, Ph.D.
Universidad de Oriente, Venezuela
e-mail: juanjoseoli@hotmail.com
ORCID: 0000-0002-8474-5872

Juan Humberto Avellaneda Cevallos, Ph.D.
Universidad Técnica Estatal de Quevedo,
Ecuador
e-mail: juan_avellaneda@yahoo.com
ORCID: 0000-0002-1805-4803

Luke Houghton, Ph.D.
Griffith University, Australia
e-mail: l.houghton@griffith.edu.au
ORCID: 0000-0002-7461-6591

Manuel Raúl Peláez Samaniego, Ph.D.
Universidad de Cuenca, Ecuador
e-mail: manuel.pelaez@ucuenca.edu.ec
ORCID: 0000-0002-7618-9474

María Del Pilar Cornejo Rodríguez, Ph.D.
Escuela Superior Politécnica del Litoral, Ecuador
e-mail: pcornejo@espol.edu.ec
ORCID: 0000-0003-4198-2904

María Genoveva Espinoza-Santeli, Ph.D.
Universidad Andina Simón Bolívar, Ecuador
e-mail: genoveva.espinoza@uasb.edu.ec
ORCID: 0000-0002-2347-9507

Olga Kadysheva, Ph.D.
Global Migration Policy Associates, Switzerland
e-mail: okadysheva@globalmigrationpolicy.org
ORCID: 0000-0002-4810-8964

Patricia A. Boeri, Ph.D.
Universidad Nacional de Río Negro, Argentina
e-mail: pboeri@unrn.edu.ar
ORCID: 0000-0003-3262-8030

Paúl Cesar Carrión Mero, Ph.D.
Escuela Superior Politécnica del Litoral, Ecuador
e-mail: pcarrion@espol.edu.ec
ORCID: 0000-0002-9747-7547

Raquel Miroslava Tinoco Egas, Ph.D.
Universidad Técnica de Machala, Ecuador
e-mail: raqueltinocoegas@hotmail.com
ORCID: 0000-0001-5979-8123

Stanislaus Albert-Georg Sonnenholzner, Ph.D.
Escuela Superior Politécnica del Litoral, Ecuador
e-mail: ssonnen@cenaim.espol.edu.ec
ORCID: 0000-0002-5723-3994

Consejo Internacional de Revisores del Volumen (International Reviewers Board)

Alex Heriberto Rojas Alvarado, M.Sc.
Universidad de Brasilia, Brasil
e-mail: alessi1985@hotmail.com
ORCID: 0000-0001-6333-8509

Alicia Cristina Guerrero Montenegro, Mgs.
Escuela Superior Politécnica del Litoral, Ecuador
e-mail: aguerrer@espol.edu.ec
ORCID: 0000-0002-0428-8086

Ana-Lucía Pérez-Suasnavas, Ph.D.
Universidad Central del Ecuador, Ecuador
e-mail: alperezs@uce.edu.ec
ORCID: 0000-0002-1700-9672

Carlos Marcelo Molina Colcha, Ph.D.
Escuela Politécnica Nacional, Ecuador
e-mail: carlos.molina@uaw.edu.ec
ORCID: 0000-0002-1839-3741

Diego Patricio Ortega Auquilla, Mgs.
Universidad Nacional de Educación, Ecuador
e-mail: diego.ortega@unae.edu.ec
ORCID: 0000-0002-6256-9150

Edison Noe Buenaño Buenaño, M.Sc.
Universidad Estatal Península de Santa Elena,
Ecuador
e-mail: ebuenano@upse.edu.ec
ORCID: 0009-0001-7586-9523

Edwin Paccha Herrera, Ph.D.
Universidad Nacional de Loja, Ecuador
e-mail: edwin.paccha@unl.edu.ec
ORCID: 0000-0003-2142-4139

Francisco Nicolás Javier Solarte Solarte, M.Sc.
Universidad Nacional Abierta y a Distancia,
Colombia
e-mail: francisco.solarte@unad.edu.co
ORCID: 0000-0002-9113-8122

Gabriel Ricardo Coello Falconez Escuela Superior Politecnica del Litoral, Ecuador
e-mail: gcoello@espol.edu.ec
ORCID: 0000-0001-8652-8436

Gandy Rene López Fuertes, M.Sc.
Ministerio de Inclusión Económica y Social, Ecuador
e-mail: gandy.lopez@rocketmail.com
ORCID: 0000-0001-9101-8932

Giraldo de la Caridad León Rodríguez, Ph.D.
Ecotec, Ecuador
e-mail: gleon@ecotec.edu.ec
ORCID: 0000-0002-6686-7876

Henry Armando Quisphi Vera, Mgs.
Universidad de Especialidades Espíritu Santo
e-mail: hquishpiv@uees.edu.ec
ORCID: 0009-0003-1237-080X

Hilda Flor Páez, M.Sc.
Escuela Superior Politecnica del Litoral, Ecuador
e-mail: hflor@espol.edu.ec
ORCID: 0009-0002-7472-8494

Jaime Vicente Ruiz Ascencio, Mgs.
MINEDUC, Ecuador
e-mail: jaime.ruiza@educacion.gob.ec
ORCID: 0000-0001-7923-4990

Jose Antonio Sanchez Jimenez, M.Sc.
Arlington Public Schools, United States
e-mail: naijose@cox.net
ORCID: 0000-0003-3265-9232

Julita Inca Chiroque, M.Sc.
GNOME Foundation, Perú
e-mail: jinca@pucp.pe
ORCID: 0000-0001-6079-4373

Karen Yambay Castro, M.Sc.
Escuela Superior Politecnica del Litoral, Ecuador
e-mail: kayambay@espol.edu.ec
ORCID: 0000-0002-5917-8044

Katherine Anabelle Salvador Cisneros, Ph.D.
Trinity College Dublin, Irlanda
e-mail: salvadok@tcd.ie
ORCID: 0000-0003-0414-3597

Lambert Sarango, Yamil Edinson, M.Sc.
Universidad de las Artes, Ecuador
e-mail: yamil.lambert@uartes.edu.ec
ORCID: 0000-0003-3538-0966

Marcelo Rafael Báez Meza, Ph.D.
Escuela Superior Politecnica del Litoral, Ecuador
e-mail: mbaez@espol.edu.ec
ORCID: 0000-0002-9340-5781

Margarita Aurora Trinidad Hernandez, Ph.D.
Universidad Mundo Maya, México
e-mail: margemae@hotmail.com
ORCID: 0000-0002-7468-7293

Margarita Elizabeth Ortiz Rojas, M.Ed
Escuela Superior Politecnica del Litoral, Ecuador
e-mail: margarita.ortiz@cti.espol.edu.ec
ORCID: 0000-0003-2193-8316

María Alejandra Ruano Casañas, Mgs.
Escuela Superior Politécnica del Litoral, Ecuador
e-mail: maruano@espol.edu.ec
ORCID: 0000-0001-6455-1686

María Genoveva Espinoza-Santeli, Ph.D.
Universidad Andina Simón Bolívar, Ecuador
e-mail: genoveva.espinoza@uasb.edu.ec
ORCID: 0000-0002-2347-9507

María Leonor Cedeño Sepértegui, Ph.D.
Universidad del Pacífico, Ecuador
e-mail: leonor.cedeno@upacifico.edu.ec
ORCID: 0000-0002-7050-0671

Mario Chong, Ph. D.
Universidad del Pacífico, Perú
e-mail: m.chong@up.edu.pe
ORCID: 0000-0002-1231-0992

Mario Esteban Alpizar Rodriguez, M.Sc.
Universidad Americana, Costa Rica
e-mail: mario.alpizarrodriguez@ucr.ac.cr
ORCID: 0000-0003-0254-5680

Mery Barzola Jiménez, M.Sc.
Escuela Superior Politecnica del Litoral, Ecuador
e-mail: mbarzola@espol.edu.ec
ORCID: 0000-0002-4928-3326

Miguel Ángel Gutiérrez Soto, Mgs.
Universidad Adventista de Chile, Chile
e-mail: miguelagutierrez@unach.cl
ORCID: 0000-0003-0048-9208

Mildred Milagro Pérez Pérez, Ph.D.
Universidad de Especialidades Espíritu Santo, Ecuador
e-mail: mildredperez@uees.edu.ec
ORCID: 0000-0003-2907-2246

Mónica Acosta Miranda, Dra.
Instituto Tecnológico de Cuautla, México
e-mail: monica.acosta@cuautla.tecnm.mx
ORCID: 0000-0001-5564-8523

Nadia del Rosario Cantos Lucas, Mgs.
Ministerio del Ecuador, Ecuador
e-mail: nadia.cantos@educacion.gob.ec
ORCID: 0009-0000-0934-0501

Octavio Hernandez Castorena, Dr.
Universidad Autonoma de Aguascaliente,
México
e-mail: ohernandez@correo.uaa.mx
ORCID: 0000-0002-2609-6616

Oswaldo Freddy Calle Calle, Mgs.
Red Educativa Arquidiocesana de Guayaquil,
Ecuador
e-mail: oswaldocallecal@uees.edu.ec
ORCID: 0000-0003-4384-0555

Pablo Martí Méndez Naranjo, M.Sc.
Unviersidad Nacional de Chimborazo, Ecuador
e-mail: pmendez49@hotmail.com
ORCID: 0000-0002-3967-3718

Patricia María Henríquez Coronel, Ph.D.
Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Ecuador
e-mail: patricia.henriquez@uleam.edu.ec
ORCID: 0000-0002-0468-7511

Paúl Carrión Mero, Ph.D.
Escuela Superior Politecnica del Litoral, Ecuador
e-mail: pcarrion@espol.edu.ec
ORCID: 0000-0002-9747-7547

Pedro Eduardo Nivelá Morante, M.Sc.
Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Ecuador
e-mail: eduquevedo2011@hotmail.com
ORCID: 0009-0007-2588-6345

Ramón Espinel, Ph.D.
Escuela Superior Politecnica del Litoral, Ecuador
e-mail: respinel@espol.edu.ec
ORCID: 0000-0002-4998-2063

Roberto Carlos Burbano Villavicencio, M.Sc.
Escuela Superior Politecnica del Litoral, Ecuador
e-mail: rburbano@espol.edu.ec
ORCID: 0000-0003-3389-7814

Roberto Leonardo Briones Jimenez, Ph.D.
Universidad Católica Santiago de Guayaquil,
Ecuador
e-mail: roberto.briones@cu.ucsg.edu.ec
ORCID: 0009-0009-2528-0823

Rodrigo Tovar Viera, Ph.D.
Universidad de Cotopaxi, Ecuador
e-mail: rodrigo.tovar@utc.edu.ec
ORCID: 0000-0002-5960-3020

Rosa Aurora Espinoza Toalombo, Ph.D.
Universidad Estatal de Milagro, Ecuador e-mail:
respinozat@unemi.edu.ec
ORCID: 0000-0001-6527-1870

Rotimi Peter Oye, M.Sc.
Escuela Superior Politecnica del Litoral, Ecuador
e-mail: roye@espol.edu.ec
ORCID: 0000-0002-6860-5423

Wernher Tellez, M.Sc.
Universidad Internacional del Ecuador, Ecuador
e-mail: wetellezgo@uide.edu.ec
ORCID: 0000-0002-8447-4152
Yeimer Prieto López, Ph.D.
Ecotec, Ecuador
e-mail: yprietol@ecotec.edu.ec
ORCID: 0000-0001-7369-1402

Gestión de Comunicación, Publicación y Técnica

Difusión y Comunicación Gerencia de Comunicación Social y Asuntos Públicos, ESPOL

José Arturo Maldonado Moncayo, Ing.
Escuela Superior Politécnica del Litoral, Ecuador

Community Manager

José Luis Castro Zambrano, M.Sc.
Escuela Superior Politécnica del Litoral, Ecuador

Traducciones en idioma extranjero English

Joyce Nan, BA.
Griffith University, Australia

Portada, Diseño y Diagramación

Rosa Angelica Cortaza Borja
Escuela Superior Politécnica del Litoral, Ecuador

Kleber José Avelino Mosquera
Escuela Superior Politécnica del Litoral, Ecuador

Informática

Contacto Soporte Técnico
Kleber José Avelino Mosquera
rte@espol.edu.ec
Escuela Superior Politécnica del Litoral, Ecuador

Indexadores / Directorios / Identificadores



Sobre la revista

Misión: Promover y difundir investigación multidisciplinaria, científica y tecnológica de calidad, impulsando el avance del conocimiento y el desarrollo de la sociedad de manera significativa.

La **Revista Tecnológica ESPOL - RTE** es una publicación digital, a la que se puede acceder de forma abierta y gratuita desde su sitio web <https://rte.espol.edu.ec>. Se encuentra registrada en varios indexadores y directorios de bases de datos y cuenta con un proceso de evaluación continua de nuevas formas de indexación que permiten dar mayor visibilidad a los artículos publicados y a sus autores.

RTE presenta llamadas programadas para envío de artículos a través de la plataforma Open Journal System, garantizando como mínimo la publicación de dos volúmenes al año. Sin embargo, cada año se producen y se garantiza volúmenes adicionales sobre una temática específica (como un Monográfico o Dossier) o ediciones especiales relacionadas a un evento científico o tecnológico, que recogen artículos o ponencias revisadas y aceptadas por pares ciegos antes de su publicación.

En caso de artículos presentados por más de un autor, siguiendo los criterios de autoría bajo la taxonomía CRediT (<https://credit.niso.org/>), RTE expresa que la falta de declaración de las contribuciones individuales implica una participación equitativa de todos los autores.

About

Mission: To promote and disseminate high-quality multidisciplinary, scientific, and technological research, driving the advancement of knowledge and the development of society in a meaningful way.

The **Revista Tecnológica ESPOL - RTE** is a digital publication, which can be accessed freely and openly from its website <https://rte.espol.edu.ec>. It is registered in several indexers and database directories and has a continuous evaluation of new forms of indexing that give greater visibility to published articles and their authors.

RTE presents scheduled calls for article submission through the Open Journal System platform, guaranteeing the publication of at least two volumes per year. However, each year additional volumes are produced and guaranteed on a specific subject (such as a Monograph or Dossier) or special editions related to a scientific or technological event, which collects articles or papers reviewed and accepted by blind peers before publication.

For articles submitted by more than one author, following the authorship criteria under the CRediT taxonomy (<https://credit.niso.org/>), RTE expresses that no declaration of individual contributions implies equal participation of all authors.

Editorial

La **Revista Tecnológica ESPOL** se complace en presentar su **volumen abierto 36 número 2**. Un compendio de dos secciones que refleja el compromiso de nuestra comunidad académica por un mundo sostenible apoyado en la innovación, la educación y la seguridad.

La **Sección Abierta Multidisciplinaria *Soluciones para un Futuro Sostenible: Innovación, Educación y Seguridad***, está conformada por diez artículos que exploran diversos temas relacionados con la innovación tecnológica y su impacto en la sociedad, pertinente por la crisis energética y de seguridad que atraviesan algunos países de la región. Los trabajos sobre innovación y sostenibilidad destacan la evolución tecnológica en las áreas de energía solar fotovoltaica y los sistemas de riego automatizados, mostrando cómo estas innovaciones pueden mejorar la calidad de vida y fomentar prácticas más sostenibles. Otro artículo examina la relación entre la inteligencia emocional y la calidad de vida laboral, un tema crucial para el bienestar en entornos productivos. El enfoque de artículos basados en educación es igualmente relevante en esta sección con estudios sobre el uso de herramientas digitales en el aprendizaje del inglés y el manejo de competencias digitales. Se exponen también resultados de una investigación sobre la creación de distractores para preguntas de opción múltiple mediante técnicas avanzadas como el Word Embedding, resaltando el avance en metodologías educativas para mejorar la evaluación del aprendizaje. Esta primera sección concluye con cuatro artículos relacionados con intervenciones en seguridad vial, aplicación de ciberseguridad y la verificación de información en diversos entornos. Estos estudios no solo aportan información valiosa sobre cómo mitigar riesgos, sino que también argumentan sobre la importancia de una infraestructura segura en un mundo digitalizado.

La **Sección Especial Reportes Técnicos: *1er Simposio de Auditoría y Asesoría Reflexiones desde el Contexto Educativo Ecuatoriano*** contiene cinco planes de mejora como resultado de auditorías educativas realizadas en el marco del Proyecto de investigación: Optimización de la Calidad Educativa: Propuesta desde el liderazgo, el Emprendimiento y la Innovación, contando con la participación de la Red Educativa Arquidiocesana de Guayaquil (REA) y el Ministerio de Educación del Ecuador. Dichos reportes, socializados en el simposio del 8 de noviembre de 2024 en la Universidad de Especialidades Espíritu Santo, proponen una visión crítica sobre los avances necesarios en el sistema educativo ecuatoriano, destacando planes de mejora que emergen de una evaluación rigurosa. Su enfoque promueve la transparencia y busca fortalecer las bases educativas del país.

En general, este volumen es un testimonio del esfuerzo colectivo que busca aportar con sus respuestas a un mundo sostenible a través de la investigación científica y la innovación tecnológica.

Agradecemos a todos los autores, revisores, equipo editorial y lectores por su continuo apoyo a nuestra misión de promover el conocimiento y el desarrollo social por medio de la investigación y la comunicación de ciencia abierta. Invitamos a nuestra comunidad a explorar estas publicaciones, que enriquecen nuestro entendimiento académico y tienen el potencial de influir positivamente en nuestras prácticas diarias, empresariales y en las políticas públicas.

Nayeth Solórzano Alcívar, PhD.
Directora General Editorial
Revista Tecnológica ESPOL – RTE

Katherine Salvador Cisneros, PhD.
Directora Ejecutiva Editorial
Revista Tecnológica ESPOL – RTE

Lisbeth Pérez Martínez, PhD.
Editora Invitada Sección Especial
Universidad Espíritu Santo

Editorial

The Journal **Revista Tecnológica ESPOL** is pleased to present its regular **volume 36 no. 2**. This volume comprises two sections that reflect the commitment of our academic community to a sustainable world supported by innovation, education and security.

The **Multidisciplinary Open Section *Solutions for a Sustainable Future: Innovation, Education and Security*** contains ten articles that explore various topics related to technological innovation and its impact on society, relevant to the energy and security crisis some countries in the region are experiencing. The papers on innovation and sustainability highlight technological developments in solar photovoltaic energy and automated irrigation systems, showing how these innovations can improve the quality of life and encourage more sustainable practices. Another article examines the relationship between emotional intelligence and quality of work life, a crucial topic for well-being in productive environments. The focus on education-based articles is equally relevant in this section, as well as studies on using digital tools in learning English and managing digital competence. Research on creating distractors for multiple choice questions using advanced techniques such as Word Embedding is also presented, highlighting the progress in educational methodologies to improve learning assessment. This first section concludes with four articles on road safety interventions, cybersecurity applications and information verification in various environments. These studies not only provide valuable information on how to mitigate risks but also argue for the importance of a secure infrastructure in a digitized world.

The **Special Section *Technical Reports: 1st Symposium on Auditing and Consulting "Reflections from the Ecuadorian Educational Context"*** includes five improvement plans because of educational audits carried out within the framework of the research project: Optimization of Educational Quality: Proposal from Leadership, Entrepreneurship and Innovation, with the participation of the Archdiocesan Educational Network of Guayaquil (REA) and the Ministry of Education of Ecuador. These reports, socialized in the symposium on November 8, 2024, at the Universidad de Especialidades Espíritu Santo, propose a critical view on the necessary advances in the Ecuadorian educational system, highlighting improvement plans that emerge from a rigorous evaluation. Their approach promotes transparency and seeks to strengthen the country's educational foundations.

Overall, this volume is a testimony to the collective effort that seeks to contribute with its answers to a sustainable world through scientific research and technological innovation.

We thank all authors, reviewers, editorial staff and readers for supporting our mission to promote knowledge and social development through open science research and communication. We invite our community to explore these publications, which enrich our academic understanding and potentially positively influence our daily practices, business and public policy.

Nayeth Solórzano Alcívar, PhD.
Editor in Chief
Technological Journal ESPOL – RTE

Katherine Salvador Cisneros, PhD.
Executive Editorial Director
Technological Journal ESPOL – RTE

Lisbeth Pérez Martínez, PhD.
Invited Editor for the Special Section
Universidad Espíritu Santo

Índice

Sección Abierta Multidisciplinaria Soluciones para un Futuro Sostenible: Innovación, Educación y Seguridad / Multidisciplinary Open Section Solutions for a Sustainable Future: Innovation, Education and Security

Innovación, Sostenibilidad y Bienestar / Innovation, Sustainability and Wellbeing

- 13 *Evolución tecnológica de la generación solar fotovoltaica: una revisión de la literatura en la última década / Technological Evolution of Photovoltaic Solar Generation: A Literature Review in the Last Decade*
- 32 *Sistema de riego automatizado para un cultivo de pequeña superficie / Automated irrigation system for small-scale farming*
- 46 *Relación entre inteligencia emocional y calidad de vida laboral en una empresa productiva de Pelileo / Relationship between emotional intelligence and quality of working life in a productive company in Pelileo*

Educación y Competencias Digitales / Education and Digital Competence

- 62 *EFL Learners' View on the Use of Flip for Oral Practice / Perspectivas de Estudiantes de Inglés como Lengua Extranjera sobre el Uso de Flip para la Práctica Oral*
- 73 *A systematic review on measurement instruments of digital competence of university teachers in English Teaching majors / Revisión sistemática de instrumentos de medición de competencias digitales de docentes universitarios en carreras de Enseñanza de Inglés*
- 95 *Creación de distractores para preguntas de opción múltiple mediante técnicas de incrustación (Word Embedding) / Creation of Distractors for Multiple Choice Questions Using Embedding Techniques (Word Embedding)*

Seguridad y Cyberseguridad / Security and Cybersecurity

- 112 *Análisis de intervenciones de Seguridad Vial para reducir accidentes de tránsito en Ecuador / Analysis of road safety interventions to reduce traffic accidents in Ecuador*
- 135 *Aplicación de Ciberseguridad cuántica en la seguridad de puertos de comunicación de la IoT / Application of Quantum Cybersecurity in the security of IoT communication ports*
- 158 *Fake News Detection and Fact Checking in X posts from Ecuador Chequea and Ecuador Verifica using Spanish Language Models / Uso de modelos en idioma español para la detección de noticias falsas y verificación de hechos en tuits de Ecuador Chequea y Ecuador Verifica*
- 174 *Evaluación de la Seguridad de Certificados Digitales en las Plataformas Financieras de Ecuador / Assessment of the Security of Digital Certificates in the Financial Platforms in Ecuador ports*

Sección Especial Reportes técnicos del 1er Simposio de Auditoría y Asesoría Reflexiones desde el Contexto Educativo Ecuatoriano / Special Section Technical Reports: 1st Symposium on Auditing and Consulting "Reflections from the Ecuadorian Educational Context"

- 191 *Plan de Mejoras Educativas en "San Francisco Javier" enfocado en Necesidades y Desafíos Actuales / Educational Improvement Plan at "San Francisco Javier" focused on Current Needs and Challenges*
- 206 *Plan de mejora de la Escuela de Educación Básica Particular Nuestra Señora de Montebello / Improvement Plan for "Nuestra Señora de Montebello" Private Basic Education School*
- 218 *Plan de Mejora de la Unidad Educativa San Juan Bosco / Improvement Plan for San Juan Bosco High School*
- 230 *Plan de Mejora en la Unidad Educativa "Cardenal Richard Cushing" / Improvement Plan for the "Cardenal Richard Cushing" School*
- 250 *Informe de Auditoría y Plan de Mejora de la Escuela De Educación Básica Fiscomisional Mons. Néstor Astudillo / Audit Report and Improvement Plan for the School of Basic Education Mons. Néstor Astudillo*

Innovación, Sostenibilidad y Bienestar / Innovation, Sustainability and Wellbeing



RTE

Evolución tecnológica de la generación solar fotovoltaica: una revisión de la literatura en la última década

Technological Evolution of Photovoltaic Solar Generation: A Literature Review in the Last Decade

Richard Fernando Criollo Enríquez¹ <https://orcid.org/0009-0000-5763-9225>,
Danny Paúl Guaiñas Domínguez¹ <https://orcid.org/0009-0004-1260-8176>, Danny Ochoa Correa²
<https://orcid.org/0000-0001-5633-1480>

¹Facultad de Ingeniería, Universidad de Cuenca, Cuenca, Ecuador
richard.criollo@ucuenca.edu.ec, danny.guainas@ucuenca.edu.ec

²Departamento de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones,
Universidad de Cuenca, Cuenca, Ecuador
danny.ochoa@ucuenca.edu.ec



Esta obra está bajo una licencia internacional
Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0.

Enviado: 2024/04/08

Aceptado: 2024/10/29

Publicado: 2024/12/30

Resumen

La innovación constante de tecnologías para generar energía eléctrica mediante el uso de recursos renovables ha permitido que en los últimos años pueda ser competitiva con las tecnologías tradicionales hasta el punto de ser una gran opción en sistemas a gran escala. Actualmente, las nuevas tecnologías fotovoltaicas permiten obtener mayores eficiencias de conversión de energía, a la vez que reducen costos con la implementación de nuevos materiales, siendo este último criterio primordial para su posterior implementación a gran escala. Este artículo presenta una revisión de la literatura sobre la evolución tecnológica de generación solar fotovoltaica, evaluando y analizando únicamente artículos publicados en el periodo 2013-2023, mediante la metodología PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews, por sus siglas en inglés). De un total de 307 artículos identificados en prestigiosas bases de datos como Science Direct, IEEEExplore y Scopus, se ha seleccionado sistemáticamente y se ha revisado un subconjunto de 12 artículos científicos acorde a determinados criterios de inclusión y exclusión definidos por los investigadores. La síntesis del contenido de los artículos seleccionados revela que las tecnologías emergentes: células de multi-unión, de perovskita, células solares orgánicas y celdas de heterounión de película delgada, han logrado superar la

Sumario: Introducción, Materiales y Métodos, Resultados, Discusión de Resultados, Conclusiones.

Como citar: Criollo, R., Guaiñas, D., & Ochoa, D. (2024). Evolución tecnológica de la generación solar fotovoltaica: una revisión de la literatura en la última década. *Revista Tecnológica - Espol*, 36(2), 13-31. <https://rte.espol.edu.ec/index.php/tecnologica/article/view/1158>

eficiencia de las células solares convencionales y presentar precios más competitivos en pos facilitar la expansión de sistemas fotovoltaicos en múltiples aplicaciones.

Palabras clave: Células fotovoltaicas; paneles fotovoltaicos; tecnología de materiales fotovoltaicos, energías renovables, generación fotovoltaica.

Abstract

The constant innovation in technologies for generating electrical energy through the use of renewable resources has allowed them to become competitive with traditional technologies in recent years. This has made them a great option for large-scale systems. Currently, new photovoltaic technologies enable higher energy conversion efficiencies while reducing costs through the implementation of new materials, the latter being a key criterion for their subsequent large-scale deployment. This article presents a literature review on the technological evolution of photovoltaic solar generation, evaluating and analyzing only articles published between 2013 and 2023, using the PRISMA methodology (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses). From a total of 307 articles identified in prestigious databases such as Science Direct, IEEEExplore, and Scopus, a subset of 12 scientific articles has been systematically selected and reviewed according to specific inclusion and exclusion criteria defined by the researchers. The synthesis of the content of the selected articles reveals that emerging technologies, such as multi-junction cells, perovskite cells, organic solar cells, and thin-film heterojunction cells, have achieved higher efficiencies than conventional solar cells and offer more competitive prices, facilitating the expansion of photovoltaic systems in multiple applications.

Keywords: Photovoltaic cells; Photovoltaic panels; Photovoltaic materials technology; renewable energies, photovoltaic generation.

Introducción

Actualmente, a nivel mundial, se muestra una gran dependencia de los combustibles fósiles dentro de la matriz energética. Sin embargo, esta dependencia energética anticipa un escenario futuro complejo, caracterizado por un aumento progresivo de la demanda y la emisión de gases de efecto invernadero (Ozden et al., 2020a; Parhamfar et al., 2024). Este panorama resalta la necesidad de implementar cambios significativos en la matriz energética para abordar de manera efectiva los desafíos asociados con la creciente demanda y la sostenibilidad ambiental. La energía solar emerge como una solución fundamental para abordar eficazmente este dilema, ya que constituye una fuente renovable y sostenible que no solo proporciona una alternativa más respetuosa con el medio ambiente, sino que también contribuye a reducir las emisiones de gases contaminantes (Bošnjaković et al., 2023; Zhang et al., 2023). Según varios escenarios, se proyecta que más del 16% de la demanda mundial de energía será suministrada a través de la energía fotovoltaica para el año 2050 (British Petroleum, 2022; Hallam et al., 2022), en donde el éxito de dicha tecnología dependerá de factores clave basados en la rentabilidad, la confiabilidad y la eficiencia (Ozden et al., 2020a).

La eficiencia de un panel solar está relacionada con la calidad de sus células fotovoltaicas (Li et al., 2021), por ello durante las últimas décadas, se ha llevado a cabo una intensiva investigación en nuevos materiales y estructuras de celdas solares con el fin de desarrollar nuevas tecnologías fotovoltaicas que puedan sustituir o complementar la bien establecida tecnología fotovoltaica basada en silicio y permitir las futuras demandas de consumo de energía con bajo impacto ambiental (Abdellatif et al., 2020; Boychev & Petkova, 2023).

Entre las novedosas estructuras fotovoltaicas se destacan las células tándem (Araki et al., 2020), células solares de perovskita (Xu et al., 2020), celdas solares orgánicas e híbridas (Liu et al., 2022), celdas solares de película extremadamente delgada (An et al., 2022), celdas solares de heterounión de película delgada (Saïdi et al., 2020), celdas solares sensibilizadas con tintes y semiconductores (Liu et al., 2021). Si bien algunas de estas tecnologías aún están en desarrollo y tienen una eficiencia baja, es importante destacar que al ser tecnologías de laboratorio, tienen el potencial de mejorar su eficiencia (Green et al., 2023a). Por otro lado, la tecnología de células solares de silicio cristalino de unión única está alcanzando rápidamente los límites prácticos y teóricos de eficiencia. Los procesos industriales aplicados a esta tecnología son capaces de producir células de gran área con eficiencias cercanas al 24% (White et al., 2014). A medida que la producción comercial se aproxima a estos límites, la reducción adicional de costos solo será posible mediante una fabricación más económica, a menos que se encuentre una solución práctica para elevar las eficiencias hacia el 30% y más allá (White et al., 2014).

Una solución prometedora es la exploración y combinación de nuevos materiales, tal como la célula tándem que combina tecnología de células solares de película delgada de bajo costo con células c-Si de alta eficiencia existentes en una configuración apilada mecánicamente (Wang & Wu, 2023). Otro avance significativo es la película delgada que continúa mostrando mejoras y ahora ha alcanzado un nivel de rendimiento comparable al de las obleas de p-Si, con una eficiencia máxima del 21% utilizando un absorbedor Cu(In,Ga)Se₂ (CIGS) y del CdTe (Reinhard et al., 2015). Por otra parte, los módulos solares de tecnología bifacial, que aprovechan la radiación solar tanto en sus superficies delanteras como traseras (Jiang et al., 2023), han emergido como una tecnología con gran potencial para el uso en sistemas fotovoltaicos a gran escala. Esta capacidad de captación por ambas caras permite un aumento significativo en la eficiencia de conversión de energía, ya que maximiza la producción de energía eléctrica al captar la luz solar directa y la luz reflejada desde el suelo y otros objetos circundantes (Ernst et al., 2024).

El avance hacia tecnologías fotovoltaicas más eficientes y asequibles desempeñará un papel determinante en el impulso y la promoción de soluciones destinadas al autoabastecimiento energético de los distintos tipos de consumidores, una meta perseguida por varios países latinoamericanos, entre ellos Ecuador (Chabla-Auqui et al., 2023; Solano et al., 2024). En este contexto, comprender los avances de la última década en el desarrollo de paneles solares y sus tendencias se vuelve esencial para enfrentar los desafíos energéticos actuales y futuros. La literatura reciente sugiere un creciente interés en las células solares de próxima generación, como las de perovskita y las células de multi-unión, que prometen superar las limitaciones de eficiencia y costo de las tecnologías de silicio tradicionales.

Este artículo ofrece una revisión exhaustiva de la literatura sobre la evolución de la energía solar fotovoltaica, enfocada principalmente en los avances en eficiencia de las células solares durante la última década. A través de un análisis detallado, empleando la metodología PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews, por sus siglas en inglés) (Page et al., 2021), se resaltan tanto los logros actuales como las perspectivas futuras de estas tecnologías. La contribución y novedad de este estudio radican en su enfoque en las células solares emergentes que están desafiando los límites establecidos por el silicio cristalino, lo cual es crucial en un momento en que las tecnologías convencionales están alcanzando sus límites teóricos. Este artículo proporciona una visión general de las innovaciones tecnológicas, además, destaca las barreras y oportunidades que enfrentan estas tecnologías en su camino hacia la comercialización masiva. Esto es fundamental para una acertada toma de decisiones e

incentivo de la implementación de este tipo de tecnologías, que gran parte de las normativas nacionales admiten y promueven.

Materiales y Métodos

Criterios aplicados para la selección de documentos

La recopilación de documentos relevantes para este artículo se basó en un principio en la investigación de artículos científicos en bases de datos importantes como: IEEEExplore, Science Direct y Scopus, aplicando una búsqueda avanzada con los términos de búsqueda “new materials photovoltaic” AND “new photovoltaic technologies” además de establecer un rango de tiempo desde el año 2013 hasta finales del año 2023. Los criterios de inclusión definidos se presentan de forma resumida en la Tabla 1.

Tabla 1

Resumen de búsqueda en bases de datos

Términos de búsqueda	Catálogo digital	Tipos de documento	Cantidad de artículos
“ New” “AND materials” AND “new photovoltaic technologies”	Science Direct	Artículos	50
“All Metadata”:new materials photovoltaic AND “All Metadata”:new photovoltaic technologies	IEEEExplore	Revistas	198
TITLE-ABS-KEY (“new materials” AND “photovoltaic” AND “technology”) AND PUBYEAR >2012 AND PUBYEAR <2024 AND PUBYEAR >2012 AND PUBYEAR <2024 AND (LIMIT-TO (DOCTYPE , “ar”))	Scopus	Artículos	59

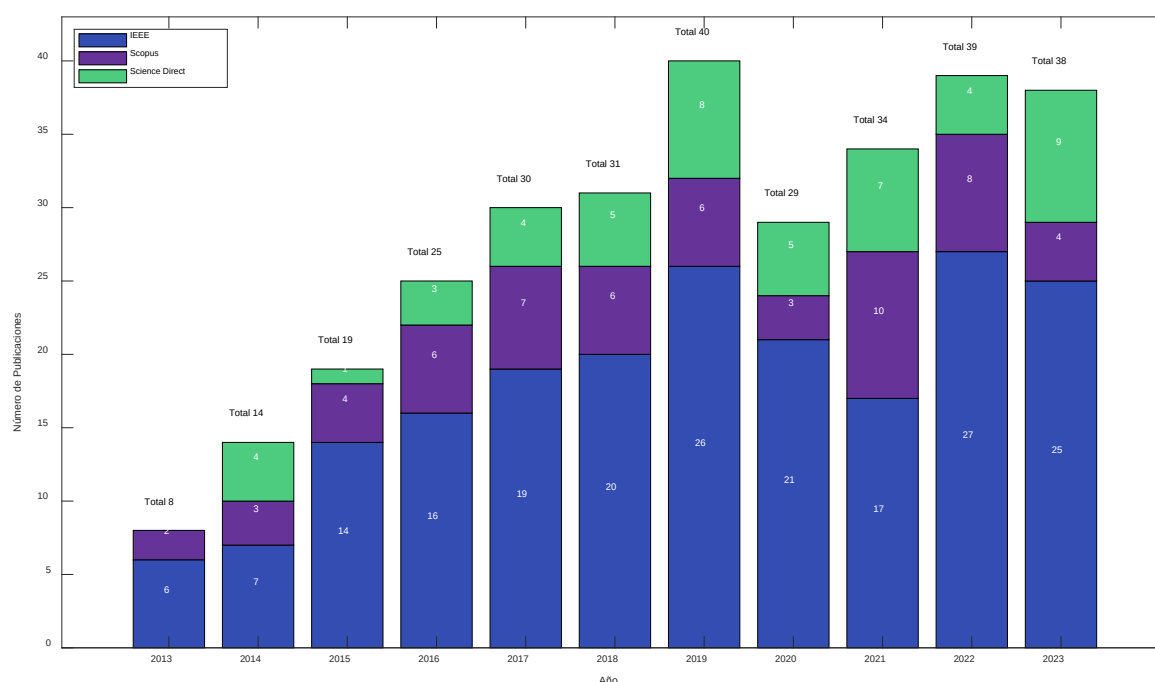
Como parte de la filtración inicial de documentos, se excluyeron aquellas publicaciones que no fueran artículos científicos aplicando además de los criterios de búsqueda anteriores los siguientes: Filtro “Revistas” en IEEE Xplore, tipo de artículo: “Artículo de investigación” en Science Direct, tipo de documento: “Artículo” en Scopus. De esta forma fue posible eliminar documentos como: artículos de opinión, revistas periódicas tipo “magazine”, artículos editoriales, libros, entre otros. El idioma de las obras consultadas no constituyó una restricción en este estudio.

Análisis de los documentos encontrados

La tendencia en la base de datos de IEEE Xplore reflejó un creciente interés en la investigación sobre la energía solar fotovoltaica, alcanzando su punto máximo de publicaciones en el año 2022 con 27 ítems. En contraste, la base de datos de Scopus mostró una distribución dispersa de artículos a lo largo de los años, sin una tendencia clara de crecimiento. Por último, en Science Direct se observó un leve aumento en el número de publicaciones en los últimos años, con un máximo de 9 ítems en el año 2023. Estos hallazgos se muestran en la Figura 1.

Figura 1

Distribución de publicaciones en el horizonte temporal que abarca a la prospección literaria



Fuente: elaboración propia.

Los datos combinados de las tres bases de datos evidenciaron una tendencia creciente en investigaciones sobre nuevas tecnologías de generación de energía solar fotovoltaica (ver Figura 1). Entre 2019 y 2020, se registró el pico de publicaciones con un total de 40 artículos.

Procesos de búsqueda, filtración y selección de documentos

Una vez recopilada una base sólida de documentos para el artículo, se aplicó la metodología PRISMA para garantizar transparencia, integridad y confiabilidad en la revisión de artículos. Este proceso se detalla en la Figura 2.

Se consultaron documentos en las bases de datos de: IEEE Xplore, Science Direct y Scopus, utilizando criterios de búsqueda avanzada para abarcar publicaciones del periodo 2013-2023. Este proceso inicial resultó en la identificación de 307 artículos científicos, cuyos metadatos fueron organizados y gestionados mediante la aplicación Zotero, facilitando la gestión de referencias bibliográficas y asegurando una recopilación exhaustiva de los documentos.

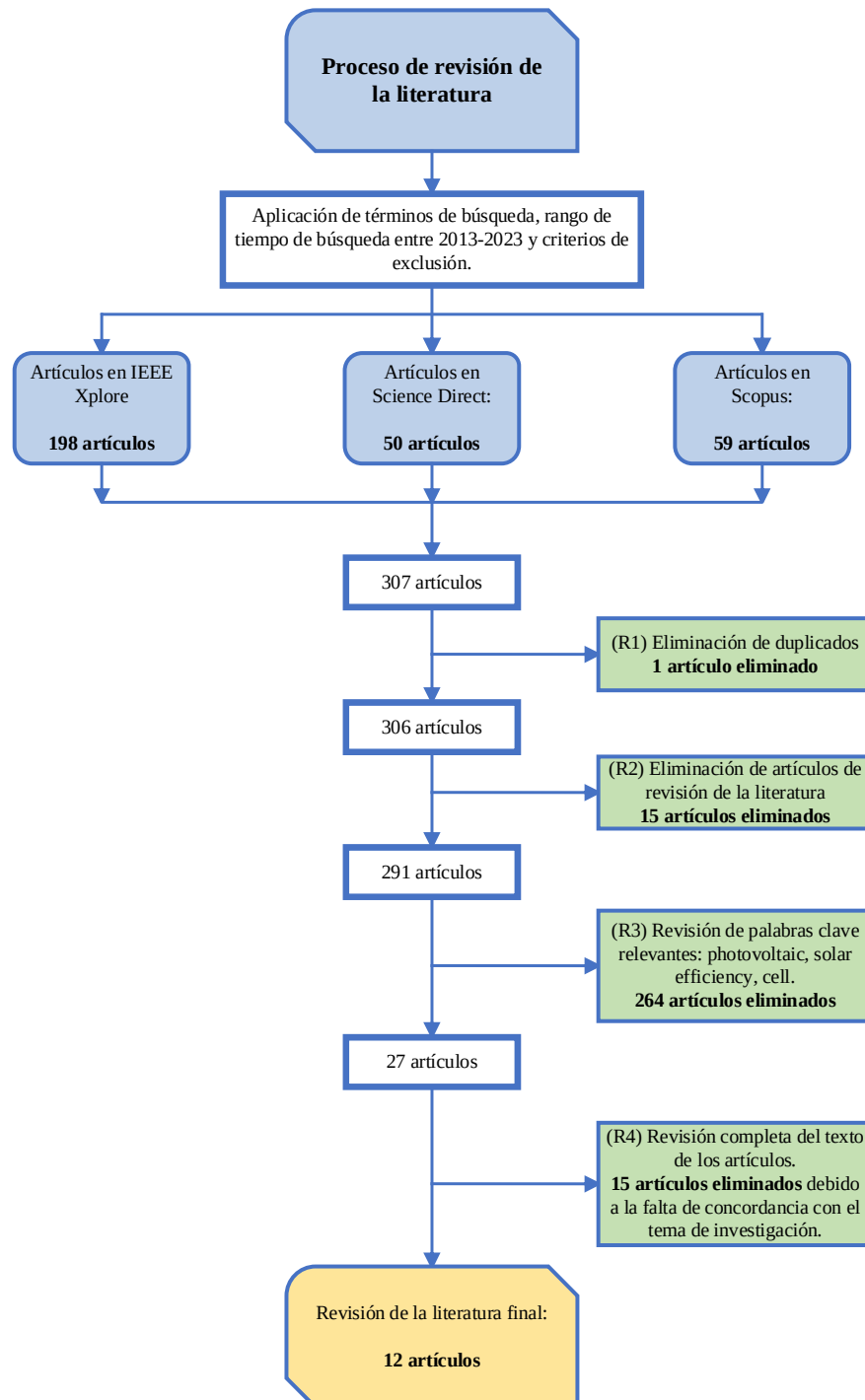
En la primera etapa de revisión (R1), se llevó a cabo una eliminación de duplicados para asegurar que cada artículo fuera único en el conjunto de datos. Esto resultó en la eliminación de un artículo, dejando un total de 306 artículos. La siguiente etapa, R2, consistió en la exclusión de artículos de revisión que no se filtraron correctamente en la parte inicial de la búsqueda, teniendo finalmente con un sobrante de 291 artículos.

La etapa R3 se centró en una revisión temática mediante la herramienta de análisis bibliométrico VOSviewer, que permitió identificar y priorizar artículos que contenían palabras clave esenciales para esta investigación, tales como “photovoltaic”, “solar”, “efficiency” y “cell”. Se generó un mapa bibliométrico de co-ocurrencia, como se ilustra en la Figura 3, que sirvió como guía para la selección de artículos cuyo contenido se alineaba con los temas de

interés de esta revisión. Este análisis bibliométrico detallado resultó en la eliminación de 264 artículos que no cumplían con los criterios de relevancia temática, dejando 27 artículos para la etapa final de revisión.

Figura 2

Metodología de revisión literaria aplicada



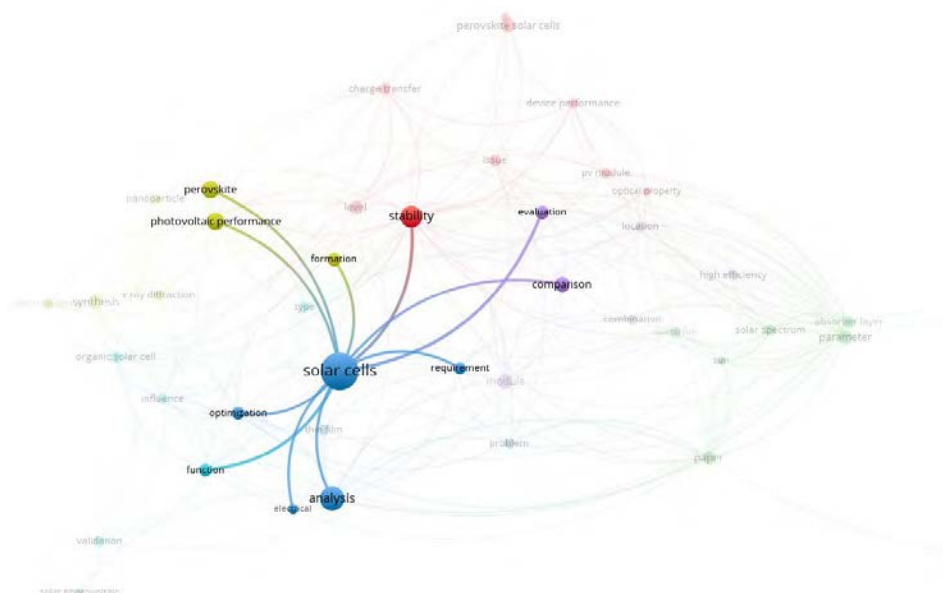
Fuente: elaboración propia basada en Page et al., (2021)

La revisión final, R4, consistió en una evaluación exhaustiva del contenido de los artículos restantes para determinar su pertinencia y contribución significativa a los objetivos de la investigación. Durante esta fase, se eliminaron 15 artículos que no ofrecían información

relevante o abordaban temas divergentes, resultando en un conjunto final 12 artículos que constituyen la base del análisis reportado en el presente artículo de revisión.

Figura 3

Mapa bibliométrico de interrelación de palabras clave



Fuente: elaboración propia en el software VOSviewer

Resultados

Vida útil de los paneles solares

En los últimos años, la tecnología fotovoltaica ha experimentado un crecimiento significativo como sector de generación de energía eléctrica sostenible, con un mercado en auge y con una tendencia a la baja en sus costos (Imran et al., 2018). Las pruebas en exteriores son fundamentales para evaluar la confiabilidad y rendimiento de las nuevas tecnologías fotovoltaicas en diversos entornos ambientales, con diferentes temperaturas, humedad, lluvia, entre otros (Araki et al., 2020; Ozden et al., 2020a). El rendimiento de los módulos y células comerciales y de investigación y desarrollo se identifica mediante su eficiencia medida en condiciones de prueba estándar o STC, por sus siglas en inglés (STC). No obstante, en condiciones, reales los sistemas fotovoltaicos están expuestos a condiciones meteorológicas variables que pueden afectar su rendimiento y vida útil.

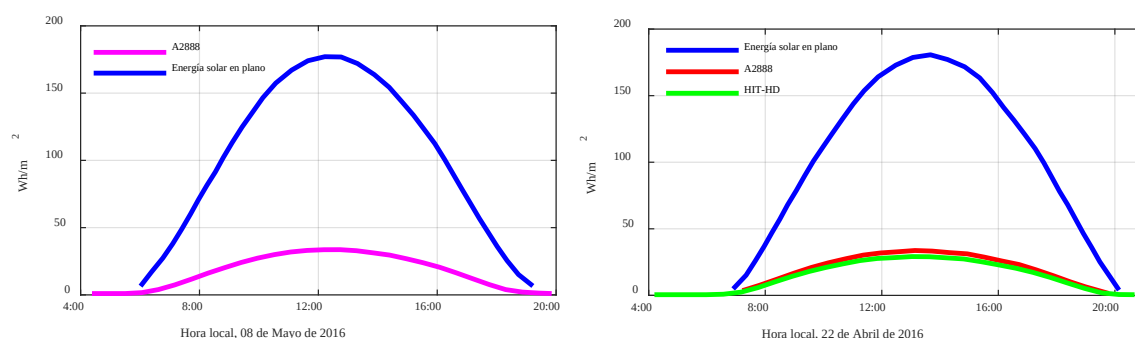
En Ozden et al., (2020a) se realizó una comparación entre distintas ubicaciones con paneles solares para evaluar su impacto. La primera ubicación, en Petten-Países Bajos, cuenta con un clima templado cálido, con veranos húmedos y cálidos. Los segundos paneles solares se encuentran en la azotea del Departamento de Física del Campus de la Universidad Técnica de Medio Oriente, en Turquía. Este entorno se caracteriza por su vegetación artificial y la distribución de edificios, lo que lo diferencia de un típico centro urbano. En ambas ubicaciones instalaron prototipos nuevos de mini-módulos, que fueron comparados tanto entre sí como con un módulo comercial que tiene alto rendimiento (HIT-HD: Heterojunction with Intrinsic Thin Layer-Honeycomb Design) y su eficiencia celular fue similar a la eficiencia celular de los mini-módulos.

Los resultados a los que se llegó en Ozden et al., (2020a) indican que cuando los días tienen una cantidad similar de radiación solar, los módulos exhiben un comportamiento muy

parecido. Es importante destacar que el rendimiento del módulo HIT convencional fue inferior al del mini-módulo IBC en el estudio conducido, como se muestra en la Figura 4.

Figura 4

Radiación solar y rendimiento de los módulos en un cielo despejado



Fuente: elaboración propia basada en Ozden et al., (2020a).

Seguido a esto, en Ozden et al., (2020a) se concluye que los mini-módulos funcionan mejor que el módulo HIT en cuanto a potencia de la placa del módulo. Sin embargo, cuando se considera los valores de potencia máxima para los módulos derivados de datos exteriores, se observa que los módulos HIT y los mini-módulos tenían relaciones de rendimiento similares. Las eficiencias exteriores promedio de un año de operación son 19.05%, 18.36% y 15.83% para IBC (ECN), IBC (GUNAM) y HIT-HD (GUNAM), respectivamente. Es importante mencionar que el módulo HIT funcionó por debajo de la clasificación nominal, sin embargo, se mantuvo estable durante el año de operación analizado.

Finalmente, lo que rescatan Ozden et al., (2020a) es que entre los tres módulos analizados y medidos, HIT parece tener la menor pérdida de energía a valores de alta temperatura. Teniendo en cuenta esto, se comprueba que la temperatura es un factor importante al considerar instalar paneles fotovoltaicos en diferentes entornos.

Eficiencias de células y paneles fotovoltaicos

En la última década, se ha encontrado que la investigación y fusión de innovadores materiales ha posibilitado el avance y competitividad de las células solares. Destacan las células Tandem, células solares orgánicas, células de película delgada CIGS, células con heterounión intrínseca de capa fina y las células de perovskita. Estas tecnologías han experimentado mejoras continuas en su eficiencia, alcanzando valores prometedores que impulsan significativamente el progreso de la eficiencia fotovoltaica.

Células de perovskita

La perovskita es un mineral formado a partir del compuesto de titanio de calcio y el óxido de titanio de calcio, el cual ha sido usado intensivamente en la última década para la fabricación de células solares, logrando conseguir mejorar su eficiencia del 3.8% al 25.7% (Green et al., 2023b). El material más estudiado para la creación de este tipo de células es el haluro de plomo de metilamonio. Este material presenta la ventaja de contar con un intervalo de energía prohibida ajustable y un coeficiente de absorción considerablemente alto (Khatoon et al., 2023).

La primera de la célula solar de perovskita, desarrollada en 2009, logró una eficiencia del 3.8% utilizando compuestos híbridos orgánicos-inorgánicos (Khatoon et al., 2023). Posteriormente, se introdujeron modificaciones, como la incorporación de nanopartículas de

MAPbI₃, que aumentaron la eficiencia al 9.7%. Más adelante, el dopaje de cloruro de metilendiamina junto con una arquitectura de doble haluro permitió alcanzar eficiencias de hasta el 23.7% (Khatoon et al., 2023).

El avance más reciente en la eficiencia de las células solares de perovskita muestra un registro del 25.7% (Green et al., 2023b). Aunque la perovskita ha experimentado un rápido avance en términos de eficiencia en la última década, sufre de una baja estabilidad frente a las células comerciales.

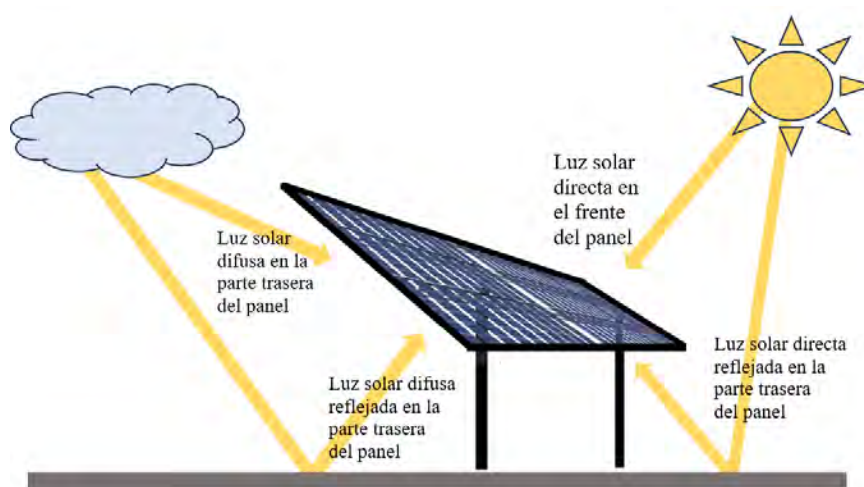
Células solares multi-unión (TSCs)

Las células solares multi-unión fabricadas con silicio cristalino de bajo costo ofrecen la posibilidad de alcanzar eficiencias superiores al 30%. En White et al., (2014) se examina una célula solar de bajo costo elaborada a partir de una celda inferior de c-Si de alta eficiencia y una ceceada superior de película delgada desarrollada en materiales de bajo costo. La unión de estos dos distintos materiales llega a ser interesante debido a que el material superior puede ser reemplazado por celdas con fuertes absorciones y mala calidad atómica electrónica que es típico de materiales semiconductores abundantes en el planeta tierra que últimamente se han estado investigando para su aplicación como materiales fotovoltaicos alternativos. Al unir estos materiales con una parte inferior de celda de silicio de alta eficiencia se llega a un material equilibrado en costos y con una eficiencia superior a otros tipos de celdas fotovoltaicas.

En Imran et al., (2018) se desarrolla una tecnología bifacial a partir de una doble tándem que tiene como objetivo aumentar la eficiencia de las células solares a partir de una mejora en la recolección del albedo de la luz solar que es reflejada por la tierra, lo que usualmente no es aprovechado por las células solares convencionales, tal como se observa en la Figura 5. La célula de doble tándem utiliza una estructura de celda en tándem que apila múltiples uniones p-n con materiales de mayor banda prohibida en la parte superior con el objetivo de reducir al máximo las pérdidas térmicas debido a la fotoabsorción del espectro solar. Como se menciona en White et al., (2014), la absorción de luz bifacial es una técnica efectiva para mejorar la eficiencia mediante la recolección de la parte reflejada de la luz solar.

Figura 5

Tecnología de paneles solares bifaciales



Fuente: Elaboración propia.

Tanto en White et al., (2014) como en Imran et al., (2018b) con distintos métodos y tecnologías de multiuniones se logran eficiencias superiores al 30%. Los resultados de la

investigación de T.P. White et al., 2014b demostraron que es posible obtener eficiencias superiores al 30% utilizando absorbentes de película delgada en la parte superior con longitudes de difusión del portador en el orden de los 100nm y eficiencia de luminiscencia de 10–5. Por otra parte, en Imran et al., (2018b) se menciona que con una célula solar multi-unión de perovskita/silicio con sus subcélulas HIT unidas a través de un óxido conductor transparente intermedio, se pudo obtener una eficiencia cercana y constante de 33.1% para un amplio rango de espesores de silicio con un albedo terrestre promedio del 30%. Por tal motivo, la célula analizada en Imran et al., (2018) muestra un potencial prometedor para ubicaciones que tienen valores de albedo de modestos a altos. Estos hallazgos coinciden con los datos presentados por Green et al., (2023a) donde se destaca la célula solar TSCs con una eficiencia promedio de $31.3 \% \pm 0.3\%$.

Células Orgánicas

En las últimas décadas, las células solares orgánicas han evolucionado desde las mezclas de elementos donantes y aceptores de electrones basados principalmente en fullereno hacia nuevas tecnologías no basadas en moléculas de carbono, logrando eficiencias de conversión superiores al 13 % (Hou et al., 2018). Aunque estas células alcanzan altas eficiencias en áreas de dispositivo por debajo de 0.1 cm^2 , su eficiencia ha experimentado un significativo aumento con el uso de capas absorbentes como D18:Y6, alcanzando una eficiencia del 15.24%, según se asevera en Würfel et al., (2021). Además, se destacan ventajas como su bajo peso, flexibilidad mecánica y semi transparencia. Aunque aún no compiten eficientemente con otras tecnologías solares, su versatilidad en instalación las hace atractivas, y se espera que con la continua investigación su eficiencia aumente en los próximos años.

Celdas solares de película delgada CIGS

Las células solares de película delgada se producen mediante la deposición de una o varias capas delgadas sobre un sustrato, como vidrio, plástico o metal. Dentro de esta categoría, las celdas fotovoltaicas de película delgada CIGS (Figura 6) se fabrican aplicando capas muy delgadas de materiales semiconductores en un sustrato como vidrio, plástico o metal (Green et al., 2023b). Estas celdas utilizan un absorbente compuesto de cobre, indio, galio y seleniuro, justificando su designación mediante el uso de sus siglas en inglés (CIGS).

A lo largo del tiempo, las células solares CIGS han experimentado un notable avance en eficiencia y rendimiento. Inicialmente, la eficiencia de conversión de energía solar de la tecnología de película delgada era inferior a la de las células de silicio policristalino (p-Si) (Reinhard et al., 2015). No obstante, en años recientes, los avances en la ciencia de materiales han permitido mejoras significativas en la eficiencia de las células solares CIGS.

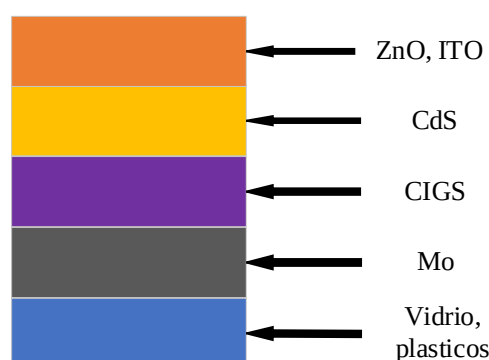
En 2014, laboratorios como el Zentrum für Sonnenenergie-und Wasserstoffforschung (ZSW) en Alemania y los Laboratorios Nacionales de Energía Renovable (NREL) en EE. UU. lograron avances significativos en este tipo de tecnología, encontrando eficiencias del 20.8% y 20.7% (Jackson et al., 2014), respectivamente, en un sustrato de vidrio. Por otro lado, los Laboratorios Federales Suizos de Ciencia y Tecnología de Materiales (Empa) demostraron una eficiencia del 20.4% en un sustrato de plástico (Reinhard et al., 2015). Estos logros se alcanzaron mediante un proceso de coevaporación multietapa a una temperatura elevada cercana a $600 \text{ }^{\circ}\text{C}$ en el sustrato para el caso de los laboratorios ZSW y NREL, mientras que para el caso de laboratorios Empa se utilizó una temperatura de sustrato inferior a $600 \text{ }^{\circ}\text{C}$. Complementario a ello, el laboratorio Solibro (Solibro GmbH, Alemania) demostró la posibilidad de aumentar aún más la eficiencia, llegando a un valor del 21% mediante un tratamiento de postdeposición (PDT) con fluoruro de potasio (KF) (Reinhard et al., 2015).

La incorporación del potasio en las células CIGS ha llevado al desarrollo de nuevas células solares con una eficiencia relativamente alta, gracias al tratamiento KF PDT aplicado a los absorbentes coevaporados (Reinhard et al., 2015). Este tratamiento implica la aplicación de fluoruro de potasio (KF) después de la deposición del material absorbente de Cu (In,Ga)Se₂ (CIGS) en las células solares de película delgada.

Los avances recientes han elevado las eficiencias de las células solares CIGS por encima del 20%. Un ejemplo es la célula evaluada por el Instituto Nacional de Ciencia y Tecnología Industrial Avanzada, que estableció un nuevo récord mundial con una eficiencia del 23,35% para células policristalinas de película delgada de 1 cm² de tamaño. Estos avances indican una mejora continua en la eficiencia de este tipo de células, lo que sugiere que en un futuro próximo podrían superar a las células de silicio que dominan el mercado actualmente.

Figura 6

Célula solar CIGS



Fuente: elaboración propia basada en Za'abar et al., (2021).

Células solares con heterojuntura solares intrínsecas de capa fina (HIT)

La heterojuntura con células solares intrínsecas de capa fina (HIT) fue desarrollada por Sanyo en 1994; este tipo de célula solar consiste en silicio amorfo ultrafino sobre capas absorbentes de silicio cristalino, con ello ofrece una fabricación de bajo costo dentro de las células solares y una alta eficiencia en comparación con las células solares de silicio cristalino con uniones p-n difusas (Vishkasougheh & Tunaboylu, 2013). Las células solares HIT se caracterizan por su eficiencia dependiente de la heterointerfaz a-Si:H/c-Si (Vishkasougheh & Tunaboylu, 2013) y por su sencillo procedimiento de fabricación, puesto que no requieren procedimientos de alta temperatura.

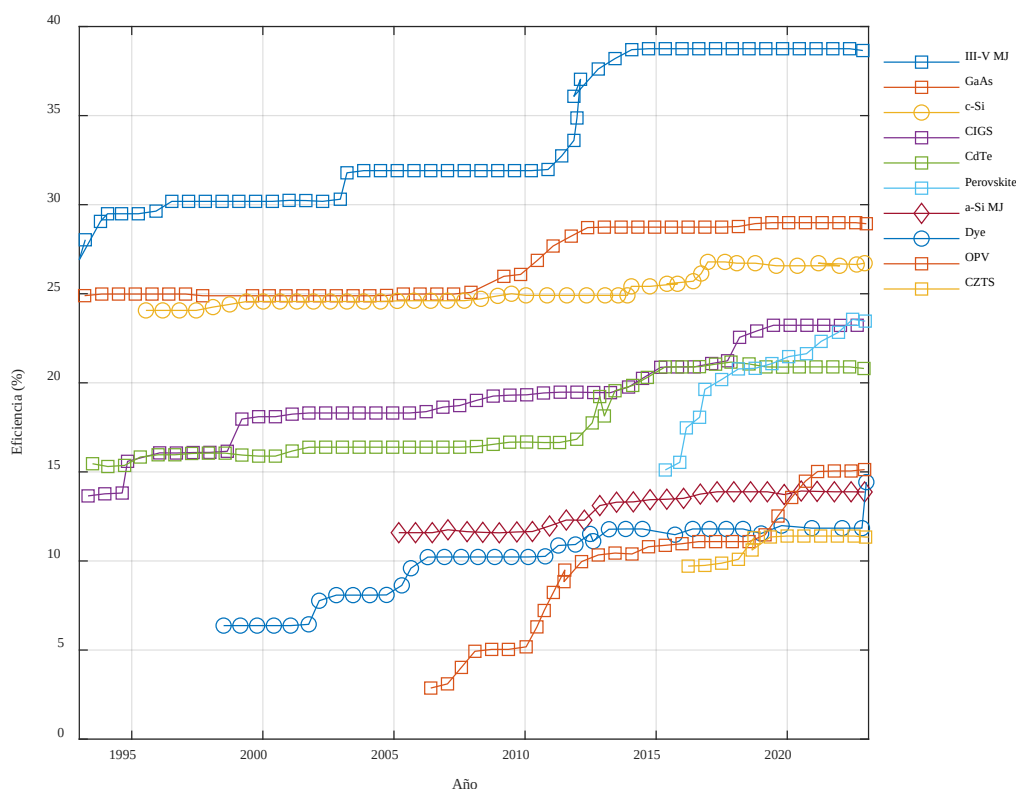
En la última década, las células solares de silicio han experimentado un notable avance, elevando la eficiencia desde el 21.2% hasta el 26.8% (Green et al., 2023b). Este último hito tecnológico se atribuye a la empresa LONGi. LONGi que ha demostrado un progreso constante en las eficiencias de conversión fotovoltaica, logrando romper el récord mundial de eficacia en células HJT.

El avance de la nanoestructura de Si de la unión p-n con una capa superficial de óxido conductor transparente mejora tanto las propiedades fotónicas como la calidad de la interfaz, mejorando significativamente las propiedades eléctricas o la eficiencia de conversión fotónica. La nanoestructura isoelectrónica en la heterounión de silicio para la fabricación de células solares de área amplia es prometedora para la progresión de la eficiencia debido a su estructura compleja o menos costosa (HIT) (Vishkasougheh & Tunaboylu, 2013), por lo cual se espera que en los próximos años esta tecnología presente mejoras significativas en cuanto a eficiencia se refiere.

En la Figura 7, construida a partir de los hallazgos de Green et al., (2023b), se presenta una recopilación de las mejoras en eficiencia en un periodo de 30 años de distintas células fotovoltaicas, incluyendo muchas de las analizadas en este artículo de revisión.

Figura 7

Mayores eficiencias alcanzadas para células fotovoltaicas



Fuente: elaboración propia basada en Green et al., (2023b).

Factores limitantes

Esta sección analiza los factores que han obstaculizado la implementación de células solares para una producción a gran escala teniendo en cuenta factores como rentabilidad y confiabilidad.

A lo largo de los años se ha evidenciado que la introducción de nuevas tecnologías trae consigo costos iniciales elevados, y las energías renovables no convencionales no son una excepción. Por lo tanto, es crucial establecer políticas que fomenten la consolidación y la adopción de las energías renovables para que estas logren establecerse y compitan con las energías convencionales de la actualidad. Los mecanismos más comunes que se han implementado durante esta trayectoria han sido: subsidios a la inversión, subsidios a la tarifa y Sistema de Cuota a las Renovables (RPS1) (Galetovic & Muñoz, 2009). Los dos primeros inicialmente fueron implementados en Europa, permitiendo la masificación de los sistemas eólicos y solares fotovoltaicos en la primera década del siglo XXI a un costo elevado, pero con respaldo político.

Las políticas y regulaciones desempeñan un papel fundamental en el impulso de las energías renovables, dado que esta tecnología, en su fase inicial, conlleva costos de inversión significativos. Estos costos se ven agravados por los esfuerzos destinados a emplear materiales de mayor calidad para alcanzar una mayor eficiencia en las células solares. En Sudamérica, por

ejemplo, las políticas y regulaciones en materia de energías renovables varían según el país, pero en general, se observa un creciente interés en promover su adopción y desarrollo. De acuerdo con Chabla-Auqui et al., (2023), Argentina ha implementado iniciativas como el Proyecto de Energía Renovable en Mercados Rurales y leyes que permiten la generación distribuida (GD) desde 2017. Bolivia cuenta con una ley que promueve el uso de energías renovables, aunque se enfrenta a desafíos en su implementación. En Brasil, se han establecido resoluciones que regulan el acceso de sistemas de GD a la red eléctrica, impulsando el crecimiento de la adopción de sistemas fotovoltaicos. Chile ha promulgado leyes que fomentan la generación de energía renovable y el acceso a la red eléctrica. Colombia ha avanzado en la integración de fuentes de energía renovable en su marco regulatorio, mientras que Ecuador ha establecido regulaciones que promueven la GD (lograda principalmente con sistemas fotovoltaicos) y el autoconsumo. Paraguay, Perú, Uruguay y Venezuela también han tomado medidas para promover el uso de energías renovables, aunque enfrentan desafíos en su implementación debido a factores económicos y políticos (Chabla-Auqui et al., 2023).

Por tal motivo, para alcanzar una implementación exitosa de la energía solar fotovoltaica, es fundamental que la política, rentabilidad, la confiabilidad y la eficiencia se fusionen de manera sinérgica (Ozden et al., 2020b). En este contexto, al analizar la eficiencia de las células solares, es crucial considerar su impacto directo en la rentabilidad del sistema, ya que se puede lograr conseguir una célula solar bastante eficiente, pero con materiales demasiado costosos que eviten su circulación comercial.

Además, los materiales semiconductores III-V, como las células solares de arseniuro de galio (GaAs), han demostrado eficiencias notables, incluso superando a las células de silicio. Sin embargo, el alto costo de fabricación limita su aplicación a la exploración espacial (Srivishnu et al., 2023). Para reducir el costo de producción de las células solares III-V, el Laboratorio Nacional de Energía Renovable ha propuesto un nuevo enfoque llamado "germanio sobre nada" (Enaganti et al., 2022). Este nuevo concepto implica que las células de GaAs se cultiven en una fina capa de germanio que se deposita preliminarmente en un sustrato de germanio reutilizable, sin embargo, los resultados no fueron los mejores y se continua en procesos de mejora.

Sumado al alto costo de producción de las nuevas tecnologías de células solares, existen barreras técnicas, las que necesitan ser superadas para lograr una producción a gran escala. Estas barreras técnicas se deben a la falta de estudios de estabilidad de la célula solar para garantizar que funcionen incluso después de la sombra parcial, el almacenamiento en la oscuridad y la fatiga mecánica (Srivishnu et al., 2023).

Desafíos y Futuro de la Tecnología Fotovoltaica

La generación eléctrica mediante tecnologías renovables no convencionales como la solar fotovoltaica es variable y depende del clima diario, a diferencia de las tecnologías tradicionales como la hidroeléctrica o térmica (carbón, diésel y vapor). Esto implica que la energía solar no puede proveer electricidad de manera continua, lo que resalta la necesidad de complementarla con otras tecnologías y buscar sistemas de almacenamiento, aunque estos últimos pueden resultar costosos (Pica & Sauma, 2015).

Un ejemplo de este complemento de tecnologías son los colectores híbridos fotovoltaicos/ térmicos (PVT) que convierten la radiación solar simultáneamente en energía térmica y eléctrica con lo cual es posible obtener una tasa de conversión solar más alta por unidad de superficie (Evola & Marletta, 2014a). Los colectores PVT constan de una placa delgada hecha de un material altamente conductor, sobre la cual se encuentran las células

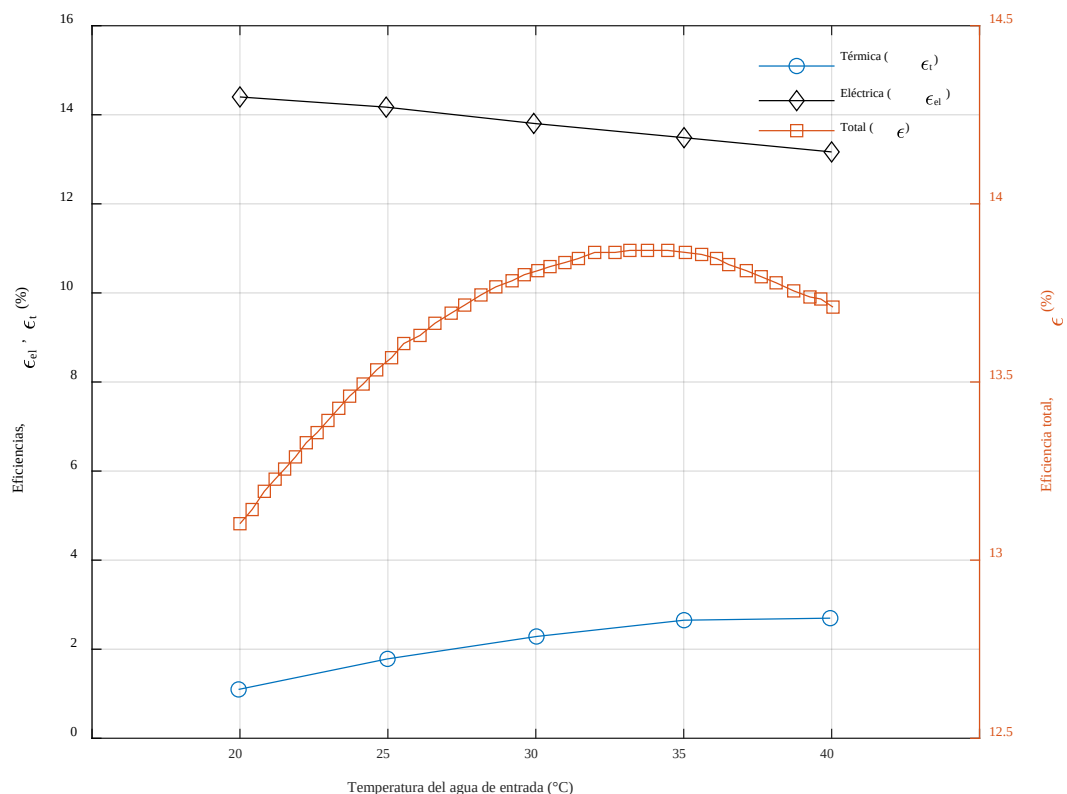
fotovoltaicas insertadas por laminación. En esta fase se absorbe radiación solar y se convierte parcialmente en electricidad. De forma simultánea se permite la circulación de un fluido (normalmente aire o agua) contra la placa absorbente, este fluido es capaz de eliminar exceso de calor de las células fotovoltaicas, reduciendo su temperatura y mejorando de manera significativa su eficiencia eléctrica. Además de esto, es posible disponer de calor de baja calidad para usos apropiados (Evola & Marletta, 2014a).

Este tipo de tecnología se ha venido estudiando en los últimos años, con algunos cambios y mejoras en su desempeño. En Evola & Marletta, (2014a) se plantea un prototipo de colector PVT híbrido refrigerado por agua. Aplicando la primera y segunda Ley de la Termodinámica son capaces de modelar térmicamente el comportamiento del sistema PVT. Lo que se concluye inicialmente en el artículo es que el colector PVT al operar a temperaturas lo más bajas posible, permite obtener altas eficiencias energéticas generales. Sin embargo, dado que se basan únicamente en la Primera Ley de la Termodinámica, estos resultados no hacen referencia a la calidad termodinámica real de las diferentes formas de energía producida por el colector PVT (eléctrica y térmica).

En la Figura 8 se muestra el efecto de la temperatura de entrada de agua en la eficiencia energética promedio anual simulada en el artículo. Se observa dos tendencias diferentes para la eficiencia energética eléctrica y térmica: mientras que la energía eléctrica es favorecida por temperaturas bajas de entrada de agua, la segunda disminuye a temperaturas de entrada bajas. Una tercera tendencia se observa en la Figura 8 cuando se combinan las dos gráficas anteriores obteniendo un rendimiento óptimo al trabajar en el rango de 30°C a 35°C.

Figura 8

Eficiencia energética promedio anual del colector PVT en función de la temperatura del agua de entrada



Fuente: elaboración propia basada en Evola & Marletta, (2014a)

Si bien es cierto que al integrar la energía fotovoltaica con otras tecnologías se logra aumentar la eficiencia del sistema, esto no sería lo más óptimo, ya que dichos complementos implican costos significativos y nuevos factores a considerar para optimizar al máximo la generación de energía, creando nuevos costos de inversión. Por lo tanto, para mejorar la eficiencia de las tecnologías solares, la opción más viable debería enfocarse en estudios que busquen directamente maximizar el rendimiento de las células solares con materiales innovadores y alta estabilidad frente a diversas variaciones con la finalidad de que puedan establecerse comercialmente.

Discusión de Resultados

Después de analizar la evolución tecnológica de la generación solar fotovoltaica en la última década y seleccionar los estudios más relevantes mediante la metodología PRISMA, se destaca una clara tendencia hacia la mejora de la eficiencia y la reducción de costos de las células solares. Aunque se han identificado tecnologías prometedoras, como las células solares multi-unión, que han alcanzado eficiencias superiores al 30%, y las células de perovskita, que muestran avances significativos en eficiencia, aún existen barreras limitantes, como la estabilidad de las células y los altos costos de los materiales. Aunque las células solares multi-unión utilizan materiales de bajo costo, su proceso de fabricación es complejo y representa un desafío para su implementación a gran escala. Estos hallazgos resaltan la necesidad de continuar investigando para superar estas limitaciones y aprovechar todo el potencial de la energía solar fotovoltaica.

La revisión de la literatura destaca la importancia de la temperatura en la eficiencia de las células solares, teniendo eficiencias de conversión de energía mayores a bajas temperaturas. Por otra parte, al mezclar células solares con otros tipos de tecnologías y formar sistemas híbridos, las temperaturas bajas ya no son la mejor opción debido a que hay que considerar nuevos factores para optimizar al máximo el sistema híbrido.

En cuanto a resultados obtenidos a gran escala, la revisión resalta la investigación adicional en temas como aplicación de nuevas tecnologías a gran escala, los impactos ambientales de la implementación de estas nuevas tecnologías y la vida útil de las nuevas células solares.

Conclusiones

La revisión literaria reportada en este artículo muestra la evolución tecnológica de la generación solar fotovoltaica con un enfoque principal a las células solares no convencionales de la última década, con el objetivo principal de mostrar prometedoras alternativas que permitan superar la eficiencia del silicio cristalino, el cual está alcanzando rápidamente sus límites prácticos y teóricos. Este estudio ofrece una visión integral que puede servir de referencia tanto para investigadores del mismo campo como para aquellos de disciplinas afines.

Para los investigadores en el campo de la energía fotovoltaica, los hallazgos de esta investigación proporcionan un compendio de las tecnologías más prometedoras, destacándolas células de multi-unión, de perovskita, células solares orgánicas, celdas de heterounión de película delgada, entre otras. Todas estas células han logrado alcanzar, incluso superar, la eficiencia de las células solares convencionales. Sin embargo, diferentes barreras de confiabilidad y rentabilidad han impedido su producción a escala.

Se evidencia que las células solares multi-unión destacan como el caso más prometedor en términos de eficiencia en la última década, superando el umbral del 30%. Estas células,

aparte de aprovechar materiales abundantes en el universo para su construcción, también ofrecen una rentabilidad más aceptable en comparación con tecnologías como las células de GaAs, que requieren materiales costosos, limitando su aplicación a niveles como la exploración espacial. Sin embargo, a pesar de su eficiencia y el uso de materiales económicos, las células solares multi-unión enfrentan desafíos relacionados con la estabilidad y la optimización de procesos para su producción y comercialización a gran escala. Este hallazgo subraya la importancia de seguir explorando nuevos materiales y técnicas de fabricación que puedan integrarse en tecnologías fotovoltaicas avanzadas; un aspecto de interés para investigadores de otros campos, como la ingeniería de materiales y ambiental.

Referente a los factores limitantes y desafíos futuros se observa que la alta variabilidad del recurso solar supondría la necesidad de contar con sistemas complementarios para las horas de ausencia solar, sin embargo la coordinación entre dos tecnologías supone mayores factores de control y un mayor costo de inversión tal como se analizó el caso del colector PVT, por lo que una mejora de eficiencia supondría sacrificar el criterio de rentabilidad, por esta razón, se concluye que para tener una verdadera evolución tecnológica de generación solar fotovoltaica se debería seguir realizando estudios para encontrar células solares de bajo costo, fácil fabricación y con una alta estabilidad que aseguren su confiabilidad.

Además, este estudio también identifica ciertas limitaciones. Entre ellas, la rápida evolución de las tecnologías fotovoltaicas lo que significa que las mejoras continuas pueden hacer que algunas conclusiones se vuelvan rápidamente obsoletas. Además, muchos de los estudios revisados se encuentran todavía en etapas experimentales o de laboratorio, lo que podría no reflejar completamente su rendimiento en aplicaciones comerciales.

Los resultados de este estudio reflejan una tendencia alentadora: los precios de la tecnología fotovoltaica están disminuyendo mientras su eficiencia aumenta. Este panorama augura una expansión de los sistemas fotovoltaicos a nivel nacional y regional, marcando un paso hacia una matriz energética más sostenible y económica. El acceso generalizado a la energía solar como fuente limpia y renovable se ve facilitado por estas mejoras tecnológicas. Con una creciente disponibilidad de opciones rentables y eficientes, se estimula una mayor adopción de la energía solar en diversos ámbitos, desde el residencial hasta el industrial. Este impulso contribuye significativamente al despliegue generalizado de sistemas fotovoltaicos en la región.

Reconocimientos

Los autores agradecen a la Universidad de Cuenca por facilitar el acceso al Laboratorio de Micro-Red, Facultad de Ingeniería, en cuyas instalaciones fue realizada la presente investigación. Este trabajo forma parte de las actividades investigativas del proyecto titulado «Promoviendo la sostenibilidad energética: Transferencia de conocimientos en generación solar y micromovilidad eléctrica dirigida a la población infantil y adolescente de la parroquia Cumbe», ganador de la XI Convocatoria de proyectos de servicio a la comunidad organizado por la Dirección de Vinculación con la Sociedad de la Universidad de Cuenca, Ecuador, bajo la dirección del autor Danny Ochoa Correa.

Los autores declaran la contribución y participación equitativa de roles de autoría para esta publicación.

Referencias

- Abdellatif, S., Josten, A. S. G., Khalil, D., Erni, & F. Marlow. (2020). Transparency and Diffused Light Efficiency of Dye-Sensitized Solar Cells: Tuning and a New Figure of Merit. *IEEE Journal of Photovoltaics*, 10(2), 522–530. <https://doi.org/10.1109/JPHOTOV.2020.2965399>
- An, J., Shen, Y., Roca i Cabarrocas, P., & Chen, W. (2022). Fabrication of Crystalline Si Thin Films for Photovoltaics. *Physica Status Solidi - Rapid Research Letters*, 16(12). <https://doi.org/10.1002/pssr.202200290>
- Araki, K., Tawa, H., Saiki, H., Ota, Y., Nishioka, K., & Yamaguchi, M. (2020). The outdoor field test and energy yield model of the four-terminal on si tandem PV module. *Applied Sciences (Switzerland)*, 10(7). <https://doi.org/10.3390/app10072529>
- Bošnjaković, M., Santa, R., Crnac, Z., & Bošnjaković, T. (2023). Environmental Impact of PV Power Systems. *Sustainability (Switzerland)*, 15(15). <https://doi.org/10.3390/su151511888>
- Boychev, B., & Petkova, P. (2023). Assessment of the Economic Efficiency of a Photovoltaic Plant for a Small and Medium-Sized Production Facility. *2023 15th Electrical Engineering Faculty Conference (BulEF)*, 1–3. <https://doi.org/10.1109/BulEF59783.2023.10406203>
- British Petroleum. (2022). *Statistical Review of World Energy 2022*. https://www.bp.com/content/dam/bp/country-sites/es_es/spain/home/pdfs/noticias/Resumen%20Ejecutivo%20-%20STR.pdf
- Chabla-Auqui, L., Ochoa-Correa, D., Villa-Ávila, E., & Astudillo-Salinas, P. (2023). Distributed Generation Applied to Residential Self-Supply in South America in the Decade 2013–2023: A Literature Review. *Energies*, 16(17), 6207. <https://doi.org/10.3390/en16176207>
- Enaganti, P. K., Soman, S., Devan, S. S., Pradhan, S. C., Srivastava, A. K., Pearce, J. M., & Goel, S. (2022). Dye-sensitized solar cells as promising candidates for underwater photovoltaic applications. *Progress in Photovoltaics: Research and Applications*, 30(6), 632–639. <https://doi.org/10.1002/pip.3535>
- Ernst, M., Liu, X., Asselineau, C.-A., Chen, D., Huang, C., & Lennon, A. (2024). Accurate modelling of the bifacial gain potential of rooftop solar photovoltaic systems. *Energy Conversion and Management*, 300, 117947. <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2023.117947>
- Evola, G., & Marletta, L. (2014a). Exergy and thermoeconomic optimization of a water-cooled glazed hybrid photovoltaic/thermal (PVT) collector. *Solar Energy*, 107, 12–25. <https://doi.org/10.1016/j.solener.2014.05.041>
- Galetovic, A., & Muñoz, C. (2009). Energías renovables no convencionales: ¿Cuánto nos va a costar? *Estudios Públicos*, 112. <https://doi.org/10.38178/cep.vi112.461>
- Green, M. A., Dunlop, E. D., Siefer, G., Yoshita, M., Kopidakis, N., Bothe, K., & Hao, X. (2023). Solar cell efficiency tables (Version 61). *Progress in Photovoltaics: Research and Applications*, 31(1), 3–16. <https://doi.org/10.1002/pip.3646>
- Hallam, B., Kim, M., Underwood, R., Drury, S., Wang, L., & Dias, P. (2022). A Polysilicon Learning Curve and the Material Requirements for Broad Electrification with Photovoltaics by 2050. *Solar RRL*, 6(10). <https://doi.org/10.1002/solr.202200458>
- Hou, J., Inganäs, O., Friend, R. H., & Gao, F. (2018). Organic solar cells based on non-fullerene acceptors. *Nature Materials*, 17(2), 119–128. <https://doi.org/10.1038/nmat5063>
- Imran, H., Durrani, I., Kamran, M., Abdolkader, T. M., Faryad, M., & Butt, N. Z. (2018). High-Performance Bifacial Perovskite/Silicon Double-Tandem Solar Cell. *IEEE Journal of Photovoltaics*, 8(5), 1222–1229. *IEEE Journal of Photovoltaics*. <https://doi.org/10.1109/JPHOTOV.2018.2846519>
- Jackson, P., Hariskos, D., Wuerz, R., Wischmann, W., & Powalla, M. (2014). Compositional investigation of potassium doped Cu(In,Ga)Se 2 solar cells with efficiencies up to 20.8%. *Physica Status Solidi (RRL) – Rapid Research Letters*, 8(3), 219–222. <https://doi.org/10.1002/pssr.201409040>

- Jiang, Q., Song, Z., Bramante, R. C., Ndione, P. F., Tirawat, R., Berry, J. J., Yan, Y., & Zhu, K. (2023). Highly efficient bifacial single-junction perovskite solar cells. *Joule*, 7(7), 1543–1555. <https://doi.org/10.1016/j.joule.2023.06.001>
- Khatoon, S., Kumar Yadav, S., Chakravorty, V., Singh, J., Bahadur Singh, R., Hasnain, M. S., & Hasnain, S. M. (2023). Perovskite solar cell's efficiency, stability and scalability: A review. *Materials Science for Energy Technologies*, 6, 437–459. <https://doi.org/10.1016/j.mset.2023.04.007>
- Li, W., Wang, D., Zhou, Q., & Dong, H. (2021). Energy Efficiency Evaluation of Photovoltaic Power Generation System Based on Analytic Hierarchy Process and Fuzzy Comprehensive Evaluation. *2021 IEEE 5th Conference on Energy Internet and Energy System Integration (EI2)*, 1029–1034. <https://doi.org/10.1109/EI252483.2021.9713643>
- Liu, Shi, G., Liu, Z., & Ma, W. (2021). Toward printable solar cells based on PbX colloidal quantum dot inks. *Nanoscale Horizons*, 6(1), 8–23. <https://doi.org/10.1039/d0nh00488j>
- Liu, Zhou, K., Wang, J., Gui, R., Xian, K., Gao, M., Yin, H., Hao, X., Zhou, Z., & Ye, L. (2022). An Aggregation-Suppressed Polymer Blending Strategy Enables High-Performance Organic and Quantum Dot Hybrid Solar Cells. *Small*, 18(19). <https://doi.org/10.1002/sml.202201387>
- Ozden, T., Carr, A. J., Geerligs, B. (L. J.), Turan, R., & Akinoglu, B. G. (2020). One-year performance evaluation of two newly developed back-contact solar modules in two different climates. *Renewable Energy*, 145, 557–568. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2019.06.045>
- Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., Akl, E. A., Brennan, S. E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J. M., Hróbjartsson, A., Lalu, M. M., Li, T., Loder, E. W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., ... Moher, D. (2021). The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. *The BMJ*, 372. <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>
- Parhamfar, M., Sadeghkhan, I., & Adeli, A. M. (2024). Towards the net zero carbon future: A review of blockchain-enabled peer-to-peer carbon trading. *Energy Science and Engineering*, 12(3), 1242–1264. <https://doi.org/10.1002/ese3.1697>
- Pica, A. T., & Sauma, E. E. (2015). *Los desafíos de la utilización de energías renovables no convencionales intermitentes*. Centro de Políticas Públicas UC, Temas de la Agenda Pública, (81), 1-15.
- Reinhard, F. Pianezzi, B. Bissig, A. Chirilă, P. Blösch, S. Nishiwaki, S. Buecheler, & A. N. Tiwari. (2015). Cu(In,Ga)Se₂ Thin-Film Solar Cells and Modules—A Boost in Efficiency Due to Potassium. *IEEE Journal of Photovoltaics*, 5(2), 656–663. <https://doi.org/10.1109/JPHOTOV.2014.2377516>
- Saïdi, H., Ben Alaya, C., Boujmil, M. F., Durand, B., Lazzari, J. L., & Bouaïcha, M. (2020). Physical properties of electrodeposited CIGS films on crystalline silicon: Application for photovoltaic hetero-junction. *Current Applied Physics*, 20(1), 29–36. <https://doi.org/10.1016/j.cap.2019.09.015>
- Solano, J. C., Herrera, V., Ordóñez, Á., Caraballo, M., & Lozano, A. (2024). Economic Analysis of Residential Photovoltaic Self-Consumption in Ecuador: Simulation Tool. *Green Energy and Technology*, 57–69. https://doi.org/10.1007/978-3-031-52171-3_4
- Srivishnu, K. S., Rajesh, M. N., Prasanthkumar, S., & Giribabu, L. (2023). Photovoltaics for indoor applications: Progress, challenges and perspectives. *Solar Energy*, 264, 112057. <https://doi.org/10.1016/j.solener.2023.112057>
- Vishkasougheh, M. H., & Tunaboyle, B. (2013). Simulation of high efficiency silicon solar cells with a hetero-junction microcrystalline intrinsic thin layer. *Energy Conversion and Management*, 72, 141–146. <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2012.10.025>
- Wang, F., & Wu, J. (2023). Applications in solar thin films. En *Modern Ion Plating Technology: Fundamentals and Applications* (pp. 321–340). Elsevier.

- White, N. N. Lal, & K. R. Catchpole. (2014). Tandem Solar Cells Based on High-Efficiency c-Si Bottom Cells: Top Cell Requirements for >30% Efficiency. *IEEE Journal of Photovoltaics*, 4(1), 208–214. <https://doi.org/10.1109/JPHOTOV.2013.2283342>
- Würfel, U., Herterich, J., List, M., Faisst, J., Bhuyian, M. F. M., Schleiermacher, H.-F., Knupfer, K. T., & Zimmermann, B. (2021). A 1 cm² Organic Solar Cell with 15.2% Certified Efficiency: Detailed Characterization and Identification of Optimization Potential. *Solar RRL*, 5(4), 2000802. <https://doi.org/10.1002/solr.202000802>
- Xu, W., Yao, X., Wu, H., Zhu, T., & Gong, X. (2020). The compositional engineering of organic–inorganic hybrid perovskites for high-performance perovskite solar cells. *Emergent Materials*, 3(6), 727–750. <https://doi.org/10.1007/s42247-020-00128-8>
- Za'abar, F. I., Yusoff, Y., Mohamed, H., Abdullah, S. F., Mahmood Zuhdi, A. W., Amin, N., Chelvanathan, P., Bahrudin, Mohd. S., Rahman, K. S., Samsudin, N. A., & Wan Abdullah, W. S. (2021). A Numerical Investigation on the Combined Effects of MoSe₂ Interface Layer and Graded Bandgap Absorber in CIGS Thin Film Solar Cells. *Coatings*, 11(8), 930. <https://doi.org/10.3390/coatings11080930>
- Zhang, H., Yu, Z., Zhu, C., Yang, R., Yan, B., & Jiang, G. (2023). Green or not? Environmental challenges from photovoltaic technology. *Environmental Pollution*, 320. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2023.121066>

Sistema de riego automatizado para un cultivo de pequeña superficie

Automated irrigation system for small-scale farming

Jairo Eduardo Márquez Díaz¹ <https://orcid.org/0000-0001-6118-3865>,
Arles Prieto Moreno¹ <https://orcid.org/0000-0002-6976-6544>, Martha Andrea Manrique Castro¹
<https://orcid.org/0009-0004-3865-3477>, Óscar Antonio Sánchez Garzón¹ <https://orcid.org/0009-0002-9672-9674>

¹Universidad de Cundinamarca, Cundinamarca, Colombia
jemarquez@ucundinamarca.edu.co, aprietom@ucundinamarca.edu.co,
mamanrique@ucundinamarca.edu.co,
oantoniosanchez@ucundinamarca.edu.co



Esta obra está bajo una licencia internacional
Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0.

Enviado: 2024/08/09

Aceptado: 2024/12/20

Publicado: 2024/12/30

Resumen

Los cultivos de pequeña superficie representan una tendencia emergente que busca no solo crear conciencia sobre la autosostenibilidad, sino también promover prácticas agrícolas responsables, reducir la huella ecológica y fomentar el consumo de alimentos frescos y locales. Un problema detectado es la falta de automatización, especialmente en el riego. En este contexto, el objetivo del proyecto fue diseñar un sistema de riego automatizado utilizando Internet de las Cosas, gestionado a través de una aplicación móvil. La metodología empleada se basó en el diseño de proyectos de servicios, incorporando técnicas de planificación estratégica, análisis de necesidades y gestión de recursos. Se distribuyeron sensores y aspersores adaptados al terreno, los cuales recolectaron datos sobre humedad, pH y temperatura. Esta información fue almacenada en la nube para su consulta y gestión desde un dispositivo móvil. Los resultados del sistema mostraron una mayor eficiencia en el uso racional del agua, un aumento en la productividad, la reducción del trabajo manual, el monitoreo remoto en tiempo real y la recolección de datos históricos que contribuirán a mejorar las prácticas agrícolas futuras. Este enfoque no solo optimiza los recursos, sino que también promueve una agricultura más sostenible y consciente del medio ambiente.

Palabras clave: automatización, cultivo, internet de las cosas, sensores, sistematización.

Sumario: Introducción, Materiales y Métodos, Resultados y Discusión, Conclusiones.

Como citar: Márquez, J., Prieto, A., Manrique, M. & Sánchez, Ó. (2024). Sistema de riego automatizado para un cultivo de pequeña superficie. *Revista Tecnológica - Espol*, 36(2), 32-45.
<https://rte.espol.edu.ec/index.php/tecnologica/article/view/1227>

Abstract

Small-scale farming is an emerging trend that seeks not only to raise awareness about self-sustainability but also to promote responsible agricultural practices, reduce the ecological footprint, and encourage the consumption of fresh and local food. One identified issue is the lack of automation, especially in irrigation. In this context, the objective of the project is to design an automated irrigation system using the Internet of Things, managed through a mobile application. The methodology used was based on service project design, incorporating techniques such as strategic planning, needs analysis, and resource management. Sensors and sprinklers adapted to the terrain were distributed, collecting data on soil moisture, pH, and temperature. This information was stored in the cloud for consultation and management via a mobile device. The results of the system show greater efficiency in rational water use, higher productivity, reduced manual labor, real-time remote monitoring, and the collection of historical data to enhance future agricultural practices. This approach not only optimizes resources but also promotes more sustainable and environmentally conscious farming.

Keywords: automation, farming, Internet of Things, sensors, systematization.

Introducción

El Gobierno Municipal de Chía, Colombia, está actualmente enfocado en la promoción de buenas prácticas agrícolas, lo que ha llevado a la certificación bajo el sello del Sistema Participativo de Garantías en Agroecología (SPG). A través de estas iniciativas, se busca contribuir al aumento de la seguridad alimentaria y mejorar la nutrición de la población más desfavorecida. Considerando la necesidad generalizada de sistematizar la actividad agropecuaria, que implica la recopilación, organización y análisis de información relevante, se establece el objetivo de mejorar la toma de decisiones, optimizar los procesos y maximizar los resultados mediante el uso de Internet de las Cosas (IoT) (Marques et al., 2019).

La sistematización del agro se basa en el uso de tecnologías como el IoT (Valencia et al., 2024), al igual que herramientas de información y comunicación para recopilar y procesar datos. Estos datos pueden incluir información sobre los cultivos, clima, calidad del suelo, uso de pesticidas y fertilizantes, producción y rendimiento, entre otros aspectos relevantes para la gestión agrícola.

El proceso de sistematización del agro puede llevarse a cabo desde un sistema de riego automatizado para un cultivo de pequeña superficie, que puede ser diseñado para proporcionar agua de manera eficiente y controlada a las plantas de un cultivo. Este tipo de sistema utiliza sensores, controladores y dispositivos para automatizar el riego, asegurando que las plantas reciban la cantidad apropiada de agua en el momento correcto.

En este contexto, la sistematización del agro a través de un sistema de riego puede ofrecer múltiples beneficios. Entre ellos se destacan la mejora en la toma de decisiones agrícolas, fundamentadas en datos objetivos y análisis rigurosos (Arora y Sharma, 2022), así como la optimización de recursos como el agua, los fertilizantes y los pesticidas (Kumar et al., 2021). Además, se observa un incremento en la productividad y el rendimiento de los cultivos (Rana et al., 2020), igual que una reducción de los riesgos asociados a factores climáticos, plagas y enfermedades. Estos beneficios contribuyen a mejorar la calidad y trazabilidad de los productos agrícolas (Albalasmeh et al., 2022), promoviendo al mismo tiempo la sostenibilidad ambiental y económica de la producción (Shahid et al., 2022).

Considerando lo expuesto, el problema de investigación se formula de la siguiente manera: ¿Cómo diseñar e implementar un sistema de riego automatizado utilizando IoT para

un cultivo de pequeña superficie en Chía? El objetivo del proyecto es desarrollar un sistema de riego automatizado, basado en IoT, para cultivos orgánicos de pequeña escala en una parcela de Chía. Este sistema busca optimizar el uso de los recursos hídricos y fomentar el desarrollo agrícola en el municipio, validando la prueba de concepto del proyecto.

Materiales y Métodos

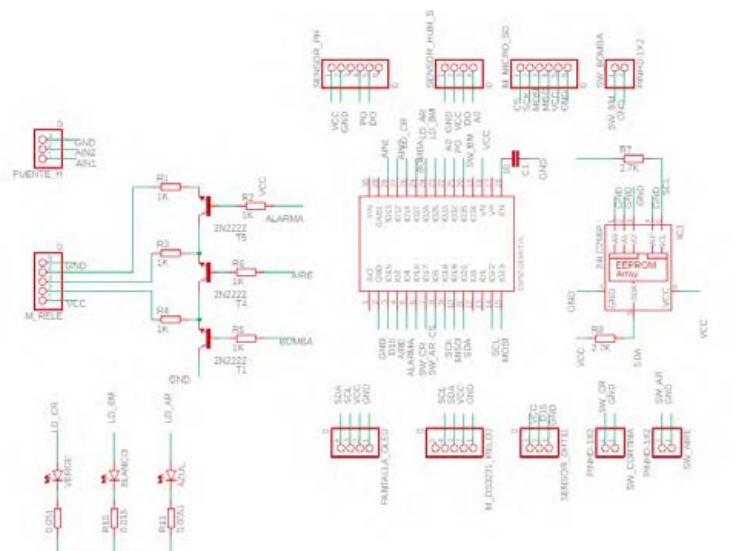
La metodología que se utilizó en este proyecto se denomina Desarrollo de Proyectos Productivos (DPP). Esta metodología se distingue por la integración de diversas técnicas y herramientas que permiten planificar, implementar y evaluar proyectos, con el objetivo de asegurar su éxito y sostenibilidad. En términos de tipo de investigación, se clasificó como cuantitativa y experimental. La parte cuantitativa se basó en el uso de variables medibles, tales como humedad relativa, condiciones del suelo, temperatura, pH y caudal. Por otro lado, el enfoque experimental implicó la realización de pruebas y validaciones, durante las cuales se recopilaban datos en tiempo real del sistema implementado en un entorno controlado.

Las etapas de esta metodología consistieron en establecer procesos de planeación, ejecución y control de servicios al interior de una organización que pueden variar según la fuente (Van Hoof et al., 2022). Como caso particular se emplearon las siguientes etapas: identificación de la oportunidad o problema, estudio de prefactibilidad, identificación de variables, estudio de viabilidad, diseño, desarrollo, pruebas y validación, implementación y seguimiento.

- *Identificación de la oportunidad o problema.*- Esta etapa consistió en identificar una necesidad u oportunidad que pueda ser atendida a través de un proyecto productivo. Como caso particular se tomó como muestra una finca mediana ubicada en la zona sabana centro del municipio de Chía-Cundinamarca.
- *Estudio de prefactibilidad.*- Esta etapa consistió en realizar un análisis preliminar para determinar la viabilidad del proyecto con base en factores técnicos, económicos, sociales y ambientales.
- *Identificación de variables.*- En esta fase se identificaron las diferentes variables inmersas en los cultivos inteligentes o de precisión, tales como: humedad relativa, condiciones del suelo, temperatura, pH y caudal, con el objetivo de identificar los tipos de sensores y control a utilizar.
- *Estudio de viabilidad.*- Esta etapa consistió en realizar un análisis más detallado del proyecto para determinar su viabilidad y desarrollar un plan conforme al cronograma trazado.
- *Diseño.*- En esta etapa se desarrolló un plan detallado del proyecto que incluyó las especificaciones técnicas, presupuesto y cronograma. Una vez identificadas las variables se procedió al diseño del sistema de control electrónico, la búsqueda de la placa embebida que cumpliera con las características ideales para el procesamiento de las señales, así como el tipo de baterías para la alimentación. También en esta fase se tomó en consideración el diseño de los PCB (Printed Circuit Board), los periféricos y sensores, para realizar un prototipo funcional que permitiera evaluar su funcionalidad basada en el IoT, tal como se observa en la Figura 1.

Figura 1

Esquemático de la PBC elaborado en autodesk fusión 360



- **Desarrollo.-** Se realizó el ensamble de los PCB con los diferentes componentes electrónicos y periféricos. Se efectuó el desarrollo del firmware con la lógica del sistema y se realizaron las pruebas preliminares para evaluar el funcionamiento del prototipo. Una vez calibrados los sensores y acondicionados los reportes, se enviaron a un Bróker para el procesamiento de la información y generar en un Dashboard la visualización de las variables.
- **Pruebas y Validación.-** Esta fase involucró el seguimiento del progreso y la evaluación de desempeño del proyecto frente a los objetivos establecidos. Para ello se realizaron pruebas constantes analizando el comportamiento de los sensores ante los cambios de las variables, verificando los requisitos establecidos en el diseño del prototipo. En esta fase fue necesario realizar pruebas de funcionalidad de cada sensor por separado para verificar su comportamiento. Los datos obtenidos se convirtieron en tramas para ser almacenados en memorias externas, que posteriormente fueron sometidos a procedimientos de analítica de datos para tener una trazabilidad de la información.
- **Implementación y Seguimiento.-** En esta fase, una vez realizadas las diferentes pruebas de funcionamiento y verificada su funcionalidad, se instaló el prototipo en un cultivo para monitorear su desempeño. Se recopilaban datos en tiempo real por un periodo de tres meses y medio; los cuales fueron cargados a la nube para su posterior estudio y toma de decisiones. Además, se efectuaron los ajustes y mejoras continuas al prototipo en función de los hallazgos y necesidades identificadas en el seguimiento.

Cultivos de pequeña superficie

Los cultivos de pequeña superficie se refieren a la agricultura a pequeña escala y menos mecanizada. Normalmente, se caracterizan porque las superficies de cultivo son relativamente pequeñas, generalmente menos de dos hectáreas (Young y Chen, 2022). En este entorno se presenta un uso intensivo de mano de obra, generalmente dependen de la labor manual para las diferentes actividades como la siembra, riego, control de plagas, cosecha, etc.

Debido al tamaño del cultivo, es limitado el uso de maquinaria y equipos agrícolas. En su mayoría se recurre a equipos e instrumentos manuales tradicionales. En cuanto a los insumos externos como fertilizantes y agroquímicos, su uso es limitado. Normalmente se recurre a

fuentes alternativas o se adaptan técnicas de agricultura ecológica. Esto permite a la vez la diversificación de cultivos, por lo que es común encontrar multicultivos y asociaciones de cultivos para optimizar el uso eficiente de la tierra, con fines de subsistencia y autoconsumo (Góngora et al., 2023). Aunque también pueden destinarse a la comercialización a pequeña escala (David et al., 2020).

Por lo general, los cultivos de pequeña superficie son manejados por agricultores familiares, sobre todo en regiones rurales y de bajos recursos (Martínez et al., 2020). Suelen requerir menor inversión inicial y son una alternativa para la agricultura local y sostenible (Mejía et al., 2021; Herrera et al., 2022). Los principales beneficios de los cultivos de pequeña superficie (Tamayo y Alegre, 2022) son:

- Mayor sostenibilidad ambiental. Al utilizar insumos agrícolas de manera moderada y recurrir a técnicas de agricultura ecológica, tienen un menor impacto en el medio ambiente.
- Mayor diversidad de cultivos. El hecho trabajar en superficies pequeñas permite cultivar una mayor variedad de productos, aprovechando mejor la tierra.
- Disminución de riesgos. Al no invertir grandes capitales y trabajar con técnicas menos dependientes de factores externos, tienen menor riesgo en caso de malos rendimientos o condiciones climáticas adversas.
- Mayor rentabilidad por unidad de superficie. A pesar de ser menos productivos en términos absolutos, suelen ser más eficientes en el aprovechamiento de la tierra gracias al uso intensivo de mano de obra.
- Fomento de la economía local. Al servir principalmente para el autoconsumo y mercados a pequeña escala, contribuyen al desarrollo económico de las comunidades rurales o urbanas.
- Generación de empleo. Al depender en gran medida de la mano de obra, estos sistemas de cultivo pueden crear puestos de trabajo para las familias y comunidades rurales o urbanas.
- Mayor adaptabilidad a condiciones locales. Al utilizar principalmente recursos locales e insumos propios de la zona, estos cultivos suelen ser más adaptables a las condiciones específicas de cada región.

Sistema de riego automatizado

Un sistema de riego automatizado es una solución tecnológica diseñada para optimizar y facilitar el riego de cultivos de manera eficiente (Huang et al., 2022). Consiste en un conjunto de componentes y dispositivos que automatizan el proceso de suministro de agua a las plantas, eliminando la necesidad de intervención manual constante (Gnanavel et al., 2022). Esto se logra mediante el uso de válvulas de control, programadores, timers y aspersores o sistemas de microaspersión controlados electrónicamente.

Los sistemas de riego automatizado lo integran diferentes elementos como:

- Sensores.- Son los encargados de medir variables como la temperatura, la humedad del suelo y la radiación solar, entre otras, para ser enviadas en forma de señales eléctricas al controlador del sistema (Martínez et al., 2020). Además, los sensores proporcionan datos en tiempo real sobre las necesidades hídricas de las plantas y el entorno en el que se encuentran (Roitsch et al., 2019).
- Controlador.- Recibe la información de los sensores y utiliza algoritmos programados para controlar los dispositivos de riego. Puede ser programado para regar las plantas en horarios específicos o para responder a las condiciones del

suelo. También, el controlador puede estar conectado a una interfaz de usuario, que permite configurar y ajustar los parámetros del sistema según las necesidades específicas de los cultivos.

- Dispositivos de riego.- Estos pueden incluir aspersores, goteros y microaspersores. Estos dispositivos distribuyen el agua de manera uniforme, precisa y eficiente a las plantas.
- Programación y ajuste.- El sistema de riego automatizado permite programar los horarios de riego y la cantidad de agua a aplicar. Además, es posible ajustar el sistema según las necesidades específicas de cada cultivo, considerando factores como: tipo de planta, condiciones climáticas y etapa de crecimiento.
- Monitoreo y retroalimentación.- Algunos sistemas de riego automatizados también ofrecen la capacidad de monitorear y recopilar datos sobre el consumo de agua, la eficiencia del riego y otras métricas relacionadas. Estos datos pueden utilizarse para optimizar el sistema y realizar ajustes según sea necesario.

Con la automatización del riego suelen incluirse características adicionales, como el tener la capacidad de detectar fugas o bloqueos y enviar alertas al usuario. También pueden integrarse con sistemas de monitoreo remoto, facilitando el control y supervisión del riego a distancia (Akhund et al., 2022). Estos sistemas de automatización presentan ventajas y desventajas, entre las que más se destacan son (Puig et al., 2022):

Ventajas:

- Mejora la eficiencia del uso del agua hasta en un 50%.
- Incrementa la productividad de los cultivos al proveer el agua necesaria en el momento adecuado.
- Permite el monitoreo y control remoto vía aplicaciones móviles.
- Reduce el trabajo manual de riego en hasta un 90%.

Desventajas:

- Costo inicial de implementación es relativamente alto.
- Requiere mantenimiento periódico de los componentes electrónicos.
- Fallas ocasionales en los componentes que requieren reparaciones.

Internet de las Cosas

El Internet de las Cosas IoT (*Internet of Things*, por sus siglas en inglés) hace referencia a una red compuesta por sensores, software y otras tecnologías que les permiten intercambiar y analizar datos (Nord et al., 2019). Esta red la conforman objetos físicos representados por dispositivos compuestos por hardware y software que pueden registrar señales de su entorno, cuyos datos recolectados pueden ser analizados y utilizados para controlar elementos de forma remota y tomar decisiones in situ (Tran-Dang et al., 2020).

Los componentes técnicos de IoT son:

- Sensores.- Detectan y miden variables físicas convirtiéndolas en señales digitales, como temperatura, presión, humedad, movimiento, luz, etc.
- Actuadores.- Actúan sobre el entorno físico al recibir comandos desde una plataforma de IoT. Por ejemplo, motores, válvulas electrónicas, señales LED o zumbadores.

- Dispositivos inteligentes.- Procesan los datos de los sensores y activan los actuadores. Por ejemplo, microcontroladores y computadoras embebidas.
- Red de comunicaciones.- Permite que los dispositivos se conecten y compartan datos, como redes Wifi, Bluetooth, LTE, etc.
- Nube.- Sirve como plataforma central para almacenar y analizar los datos, procesar comandos y facilitar la interfaz con aplicaciones y usuarios a través de internet.
- Aplicaciones.- Permiten a los usuarios monitorear, controlar y administrar los dispositivos de IoT a través de una interfaz. Pueden ser aplicaciones web o móviles.

Para el caso particular de la automatización de cultivos a través del Internet de las Cosas (IoT) (Farooq et al., 2020), se emplean sensores conectados a una red para monitorear, controlar y optimizar el proceso de cultivo en forma remota (Maraveas y Bartzanas, 2022). Mediante la integración de dispositivos IoT en cultivos, se obtiene información sobre las variables de temperatura, humedad, pH del suelo, niveles de nutrientes y luz, entre otros.

Los dispositivos como sensores y actuadores se encargan de recopilar datos ambientales y transmitirlos vía alámbrica o inalámbrica, facilitando a los agricultores supervisar y controlar el entorno de cultivo de manera precisa y automatizada. Los datos recopilados se pueden analizar y procesar utilizando algoritmos y modelos de inteligencia artificial para obtener información valiosa y tomar decisiones informadas (Habib et al., 2022).

La automatización de cultivos basada en IoT ofrece varias ventajas: permite una monitorización constante y en tiempo real de las condiciones del cultivo, facilitando la detección temprana de problemas y la toma rápida de medidas correctivas (Atalla et al., 2023). Además, al automatizar tareas como el riego, la ventilación o la iluminación, se reduce la dependencia de la intervención humana, mejorando la eficiencia y reducción de costos de mano de obra.

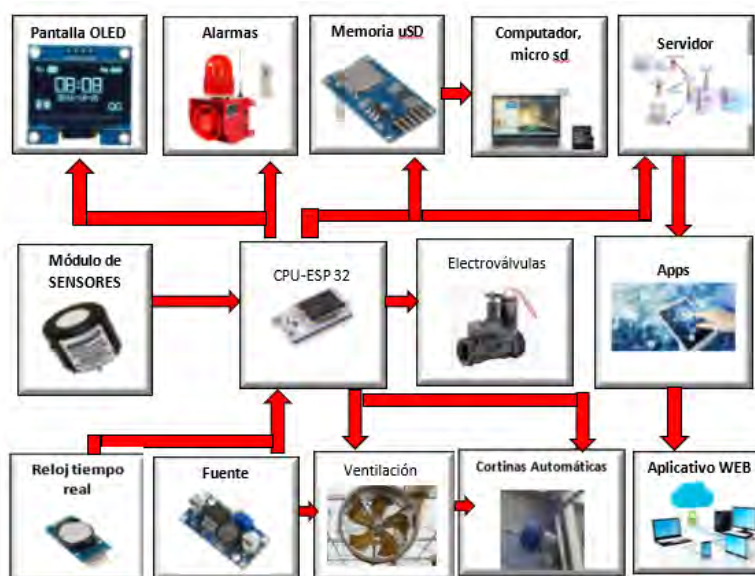
Adicionalmente, con la recopilación de datos a largo plazo, permite el análisis histórico del cultivo, reduciendo patrones y tendencias al mejorar la planificación del cultivo y optimizar los recursos utilizados. También se pueden establecer alertas automáticas que notifiquen a los agricultores cuando se alcanzan ciertos umbrales o condiciones específicas, permitiendo tomar medidas inmediatas para evitar daños o pérdidas (Gupta y Sharma, 2022).

Características del prototipo

El prototipo estuvo conformado por una tarjeta de control electrónico tal como se muestra en la Figura 2, compuesto por una Unidad Central de Procesos (CPU), un módulo de sensores para cada una de las variables, un módulo de alarmas configurables y una pantalla OLED. También, disponía de una fuente de alimentación DC, memoria microSD, conexión WiFi para el envío de los reportes a la nube, un aplicativo WebApp, un módulo de potencia y actuadores.

A continuación, se describe cada una de las etapas del equipo:

Unidad Central de Proceso (CPU).- Estaba compuesta por una tarjeta ESP32 de la empresa Espressif Systems, que integraba un módulo de WiFi, un módulo de Bluetooth 4.0, pines de entrada y salida digitales, así como pines de entrada analógica. Además, contaba con varios módulos de protocolos de comunicación serial, como USART, I2C, 1Wire y SPI, entre otros. Debido a su tamaño y costo, resultó ideal para este tipo de desarrollo, y es compatible con el entorno de desarrollo de Arduino (Ajagbe et al., 2024).

Figura 2*Diagrama de bloques del transmisor*

Módulo de alarmas.- Este módulo presentaba tres tipos de alarmas reconfigurables por el usuario, diseñadas para diferentes funciones: una alarma sonora generada por un buzzer, una alarma visual mediante un LED y una alarma de sirena con salida a relé. La finalidad de ofrecer alarmas reconfigurables fue permitir a los usuarios identificar el nivel de emergencia que se presenta en el sector donde se haya instalado el prototipo.

Módulo sensores.- El prototipo se equipó con cuatro tipos de sensores configurados para su correcto funcionamiento:

- **Sensor de humedad.**- La variable humedad es fundamental en todas las etapas del cultivo, por lo que su control fue necesario para asegurar el crecimiento óptimo de las plantas y el desarrollo de sus frutos.
- **Sensor de temperatura.**- La temperatura desempeña un papel esencial en el crecimiento de las plantas, variando según los pisos térmicos y el tipo de cultivo. Los valores típicos oscilan entre 18 y 27 grados Celsius. Esto requirió un monitoreo en tiempo real de esta variable, así como un sistema de alertas para gestionar los niveles adecuados.
- **Sensores de caudal.**- El monitoreo de los caudales permitió un uso eficiente del agua, maximizando la disponibilidad de este recurso vital.
- **Sensor de pH.**- Este sensor midió la acidez o alcalinidad del suelo, que están relacionados con las soluciones nutritivas utilizadas en el cultivo. Un pH demasiado alto o bajo puede disminuir la eficiencia en el uso de nutrientes y afectar tanto la calidad como la cantidad de la cosecha. En la Tabla 1 se presenta la clasificación de los diferentes niveles de pH del suelo.

Tabla 1*Clasificación de los niveles de pH del suelo*

Nivel de pH	Clasificación
Menor a 5.5	Muy ácido
5.5 - 6.5	Ácido

Nivel de pH	Clasificación
6.6 - 7.3	Neutral
7.4 - 8.4	Ligeramente alcalino
Mayor a 8.4	Alcalino

Módulo de potencia.- Este módulo estuvo compuesto por salidas a relé para el control de actuadores como electroválvulas, ventiladores y sirenas. Cada salida estuvo optoacoplada con un componente especial, el PC817, cuyo propósito fue proteger el sistema lógico de las cargas inductivas generadas por motores o electroválvulas.

Visualización de datos.- Todas las variables censadas se pudieron visualizar en una pantalla OLED de 64x128 píxeles. Una de sus principales ventajas es su bajo consumo de corriente, que la convierte en una opción ideal para proyectos de IoT que requieren una larga duración de la batería.

Módulo de almacenamiento de datos.- El sistema incluyó una tarjeta microSD para el almacenamiento de los reportes de cada lectura de los sensores. Además, se incorporó un RTC (Reloj de Tiempo Real), que permitió registrar la fecha y hora cada vez que ocurre un evento.

Módulo de Transmisión de datos.- A través del módulo Wifi de la CPU, se enviaron los datos procesados a un bróker, que los dirigió a una base de datos en la nube. Allí, los datos fueron almacenados, procesados, analizados y gestionados mediante una aplicación web.

Alimentación.- Este módulo estuvo compuesto por una fuente DC-DC variable, que permitió ajustar los niveles de tensión necesarios para alimentar los diferentes circuitos activos del sistema.

Resultados y Discusión

La problemática del control del agua para cultivos de pequeña superficie viene tomando una mayor relevancia en los círculos académico y científico, formulándose proyectos encaminados a dar solución a dificultades que afronta la agroindustria (Barragán y Ardilana, 2022; CEPAL, 2019).

La oportunidad de tecnificar los cultivos de pequeña superficie gracias al IoT puede ayudar a mejorar su rendimiento. Algunos resultados del sistema de riego automatizado fueron:

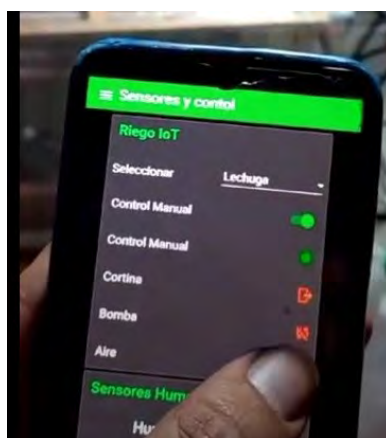
- Mayor efectividad en el uso del agua. La regulación automática del riego, basada en los datos proporcionados por los sensores de humedad, permitió evitar tanto el riego excesivo como el insuficiente, optimizando así el consumo de agua. Este enfoque no solo contribuyó a la conservación de este recurso vital, también mejoró la salud de los cultivos al proporcionarles la cantidad adecuada de agua en el momento preciso. Los resultados obtenidos demuestran que el sistema puede ser escalado a un entorno de producción mediano, que permitirá evaluar su efectividad en condiciones más amplias y diversas, así como su impacto en la sostenibilidad agrícola a largo plazo.
- Aumento de la productividad. Al proporcionar a las plantas la cantidad adecuada de agua en el momento preciso, se fomentó un crecimiento y rendimiento óptimos. La simulación del sistema de riego por goteo, monitoreado por sensores, se diseñó con

el objetivo de cumplir con este aspecto, considerando parámetros como el caudal de goteo, el área del cultivo, y el tiempo e intervalo de muestreo. En este contexto, se realizó un cálculo del caudal de riego por minuto y del volumen de agua aplicado en cada intervalo de muestreo, que permitió ajustar el riego de manera efectiva y maximizar la productividad de los cultivos.

- Reducción del trabajo manual. La automatización del riego disminuyó la necesidad de supervisión y ajustes manuales y, por ende, redujo significativamente el esfuerzo laboral requerido. Esto no solo optimizó el tiempo del personal, también permitió una gestión más eficiente de los recursos.
- Monitoreo remoto en tiempo real. Gracias a los sensores, la conexión a la nube y una aplicación multiplataforma fue posible monitorear y controlar el sistema de riego de manera remota. Esto facilitó recibir alertas instantáneas en caso de detectar problemas, tal como se ilustra en la Figura 3.

Figura 3

Aplicación móvil diseñada para gestionar las variables del cultivo



- Recolección de datos históricos. Los datos recopilados por los sensores y almacenados en la nube facilitaron un análisis histórico que puede contribuir a la mejora de las prácticas de cultivo y riego en el futuro. En la Figura 4, se presenta un archivo en formato CSV generado por el sistema, que ilustra esta información.

Figura 4

Informe con el resultado de la recopilación y el análisis de datos proporcionados por una red de sensores conectados a la nube

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	#REPORTE	IDEQUIPO	DD	MM	AA	HH	MIN	SEG	S.H	S.T	S.H.S	S.PH
2	174	1	8	10	23	12	27	29	20.6	53	32	5.32
3	175	1	8	10	23	12	28	38	20.6	53	32	5.27
4	176	1	8	10	23	12	28	46	20.6	53	30	5.31
5	177	1	8	10	23	12	28	53	20.6	53	32	5.31
6	178	1	8	10	23	12	29	1	20.6	53	32	5.36
7	188	1	8	10	23	12	29	8	20.6	53	32	5.35
8	189	1	8	10	23	12	30	32	20.6	53	34	5.35
9	190	1	8	10	23	12	30	39	20.6	53	36	5.28
10	191	1	8	10	23	12	30	47	20.6	53	32	5.27
11	192	1	8	10	23	12	30	54	20.6	53	34	5.28
12	193	1	8	10	23	12	31	2	20.6	53	32	5.27

La aplicación móvil vinculada al informe ofreció una visualización intuitiva y en tiempo real de los datos recopilados, que permitió a los usuarios acceder fácilmente a la

información relevante sobre el cultivo. Esta herramienta proporcionó una visión completa y detallada de los parámetros medidos, como la humedad, temperatura y pH del suelo, facilitando la toma de decisiones para optimizar el crecimiento de las plantas y mejorar la calidad de la cosecha.

A partir de la información presentada, se establecieron los alcances, limitaciones y posibles líneas de investigación futuras del proyecto.

Alcances.- Con el desarrollo del proyecto se pretende escalar para que los pequeños productores agrícolas puedan hacer un mejor uso de los recursos hídricos y mejorar sus cultivos. Esto traerá consigo obtener mejores dividendos por cada una de las actividades realizadas en los invernaderos tecnificados (Sotomayor et al., 2021).

Con el uso de la aplicación móvil, se facilitó el acceso a estadísticas detalladas de las variables medidas por los sensores, lo cual ayudó a los usuarios a tomar decisiones informadas en tiempo real. Esta herramienta no solo proporcionó datos sobre humedad, temperatura y otros factores críticos, también ofreció visualizaciones intuitivas que ayudaron a interpretar la información de manera rápida y efectiva. Al contar con esta información al instante, los agricultores pudieron ajustar sus estrategias de riego y manejo de cultivos, optimizando el rendimiento y la eficiencia de sus operaciones.

El prototipo inicialmente se implementó en una finca dedicada al cultivo de productos como arveja, papa y apio, entre otros. A partir de esta experiencia, al ajustar algunas variables, el proyecto podría ampliarse a otros cultivos dentro del sector. Esto permitiría que más pequeños productores se beneficien de tecnologías como el IoT, aprovechando sus ventajas técnicas y tecnológicas para mejorar la eficiencia y sostenibilidad de sus prácticas agrícolas.

Limitaciones.- Una vez finalizada la investigación, habrá que esperar un tiempo prudencial mientras se realizan los ajustes y la calibración de los sensores, así como medir la eficiencia del proyecto para que sea replicado a otros pequeños agricultores en un periodo de tiempo mayor.

La adquisición de materiales y componentes electrónicos estuvo sujeta a los recursos destinados por parte de los propietarios de la finca; por lo tanto, fue fundamental establecer un presupuesto adecuado y buscar opciones de financiamiento que permitieron llevar a cabo la implementación del sistema de manera efectiva y sostenible.

El proyecto se limitó a terrenos que presentan características topográficas específicas de la región, incluyendo el clima y los recursos hídricos disponibles. Al igual que el sistema de riego, no mitigó los impactos que pueden afectar a los cultivos debido a factores naturales, como granizadas, sequías o inundaciones.

Proyecciones.- Las proyecciones se enfocan en la escalabilidad del sistema diseñado, que puede complementarse con drones para monitorear el rendimiento de cultivos extensos y recopilar información relevante sobre su estado (Khan et al., 2021). Aunque esto podría incrementar los costos operativos, contar con drones equipados con cámaras multiespectrales, sensores y otros dispositivos permite obtener datos valiosos sobre la salud y el crecimiento de los cultivos, analizando aspectos como la densidad y coloración de las plantas. Además, se puede evaluar la humedad del suelo mediante imágenes infrarrojas y sensores, detectar la presencia de plagas y enfermedades, identificar signos tempranos de daño en las plantas, así

como evaluar la uniformidad del riego y localizar áreas con exceso o déficit de agua (Nhamo et al., 2020).

Toda la información recolectada sobre cultivos extensivos de manera no intrusiva y a gran escala por los drones (Márquez, 2023; Benavides et al., 2024), puede ser procesada e integrada en sistemas de agricultura de precisión, para automatizar procesos como el riego, el control de plagas y la fertilización gestionadas con el prototipo de IoT desarrollado.

Conclusiones

La adopción de Internet de las Cosas (IoT) en el ámbito agrícola, en particular en el marco del paradigma de la sistematización agropecuaria, representa un enfoque innovador que busca integrar tecnología avanzada y análisis de datos para transformar la gestión agrícola tradicional. Sin embargo, esta implementación enfrenta una serie de desafíos significativos. Aunque la recopilación y análisis de datos a través de sensores IoT tienen el potencial de revolucionar la agricultura al facilitar decisiones informadas y optimizar procesos, la eficacia de estas soluciones depende en gran medida de la calidad y pertinencia de los datos obtenidos.

La ausencia de estándares uniformes en la recopilación de datos, junto con la heterogeneidad de los sistemas de censado, puede resultar en información inconsistente o incompleta, limitando de esta manera la capacidad de tomar decisiones fundamentadas en evidencia sólida. Este contexto resalta la necesidad de realizar mediciones exhaustivas utilizando dispositivos IoT de alta calidad que garanticen registros de datos fiables, proporcionando información crucial para los agricultores.

Adicionalmente, la implementación de sistemas IoT en la agricultura plantea importantes implicaciones éticas y de privacidad, especialmente en lo que respecta al manejo de datos sensibles vinculados a la producción agrícola. La seguridad de la información y la protección contra accesos no autorizados son aspectos críticos que deben ser abordados para salvaguardar la confidencialidad e integridad de los datos.

Reconocimientos

Se agradece a la Universidad de Cundinamarca por su apoyo, generando los espacios y recursos para la investigación del presente proyecto.

Los autores declaran la contribución y participación equitativa de roles de autoría para esta publicación.

Referencias

- Ajagbe, S. A., Adeaga, O. A., Alabi, O. O., Ikotun, A. B., Akintunde, M. A., & Adigun, M. O. (2024). Design and development of arduino-based automation home system using the internet of things. *Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science*, 33(2), 767-776. <https://doi.org/10.11591/ijeecs.v33.i2.pp767-776>
- Akhund, T., Newaz, N., Zaman, Z., Sultana, A., Barros, A. & Whaiduzzaman, M. (2022). Iot-based low-cost automated irrigation system for smart farming. In *Intelligent Sustainable Systems: Selected Papers of WorldS4 2021*, 1: 83-91. Springer Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-16-6309-3_9
- Albalasmeh, A., Al-Quraan, N. & Shatanawi, W. (2022). Evaluating irrigation systematization effects on agricultural productivity in arid areas: Application of SWAT and GIS modeling. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 19(2): 729-748. <https://doi.org/10.1007/s13762-021-03365-w>

- Arora P. y Sharma, D. (2022). Impacto del riego en la productividad agrícola y la seguridad alimentaria: una revisión. *Agua*, 14(11): 2404. <https://doi.org/10.3390/w14112404>
- Atalla, S., Tarapiah, S., Gawanmeh, A., Daradkeh, M., Mukhtar, H., Himeur, Y,... & Daadoo, M. (2023). IoT-Enabled Precision Agriculture: Developing an Ecosystem for Optimized Crop Management. *Information*, 14(4): 205. <https://doi.org/10.3390/info14040205>
- Barragán, L. y Ardilana, L. (2022). Posibilidades y dificultades de una autonomía alimentaria en Colombia. Aproximación desde el caso de la comunidad nasa y los campesinos de la altillanura. *Diálogo Andino*, 69: 237-251. <http://dx.doi.org/10.4067/S0719-26812022000300237>.
- Benavides, T. L. G., Moreno, P. A., Manrique, C. M. A. y Márquez, D. J. E. (2024). Drones para el catastro multipropósito y el ordenamiento territorial: un vuelo hacia la eficiencia y la transparencia. *EIEI ACOFI*, 1-11. <https://doi.org/10.26507/paper.3657>
- CEPAL. (2019). *Perspectivas de la agricultura y del desarrollo rural en las Américas: una mirada hacia América Latina y el Caribe 2019-2020*. CEPAL, FAO, IICA, San José, Costa Rica. https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/45111/1/CEPAL-FAO2019-2020_es.pdf
- David, M., Yommi, Á. y Sánchez, E. (2020). *Elección del terreno y plantación del cultivo de kiwi*. Ediciones INTA.
- Farooq, S., Riaz, A., Abid, T. Umer, R. & Zikria, Y. (2020). Papel de la tecnología IoT en la agricultura: una revisión sistemática de la literatura. *Electronics*, 9(21): 319. <https://doi.org/10.3390/electronics9020319>
- Gnanavel, S., Sreekrishna, M., DuraiMurugan, N., Jaeyalakshmi, M. & Loksharan, S. (2022). The Smart IoT based Automated Irrigation System using Arduino UNO and Soil Moisture Sensor. *4th International Conference on Smart Systems and Inventive Technology (ICSSIT)*, Tirunelveli, India, 2022, pp. 188-191, doi: 10.1109/ICSSIT53264.2022.9716368.
- Góngora, D., Morales, E., Trujillo, G. y Torres, M. (2023). Caracterización de los procesos en el beneficio del cacao (*Theobroma cacao* L) en producciones a pequeña escala en el municipio de Guamal del Piedemonte llanero colombiano. *TecnoLógicas*, 26(57): e2633-e2633. <https://doi.org/10.22430/22565337.2633>
- Gupta, V. & Sharma, K. (2022). Irrigation and food security: A review of the literature. *Agricultural Economics Research Review*, 35(1): 1-13. <https://doi.org/10.17523/aer.2022.35.1.1-13>
- Habib, S., Alyahya, S., Islam, M., Alnajim, A., Alabdulatif, A. & Alabdulatif, A. (2022). Design and Implementation: An IoT-Framework-Based Automated Wastewater Irrigation. *System. Electronics*, 12(1): 28. <https://doi.org/10.3390/electronics12010028>
- Herrera, C., Salgado, G., Manuel, V., Higuera, O., Barrales, C., Delgado, A. y Reyes, C. (2022). Producción y caracterización de vainilla (*Vanilla planifolia*) en función de la concentración de vainillina. *Revista Iberoamericana de Ciencias* 9 (2):46-62. <https://www.researchgate.net/publication/364825070>
- Huang, X., Wang, Y., Zhang, X. & Ge, Y. (2022). Soil fertility and crop yield under three irrigation systems in Northwest China. *Agricultural Water Management*, 254: 107390. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2021.107390>
- Khan, M., Ray, R., Sargani, G., Ihtisham, M., Khayyam, M. & Ismail, S. (2021). Current progress and future prospects of agriculture technology: Gateway to sustainable agriculture. *Sustainability*, 13(9): 4883. <https://doi.org/10.3390/su13094883>
- Kumar, D., Kumar, P. & Dhyani, S. (2021). Systematic Irrigation: A Boon for Sustainable Agriculture. *Water*, 13(7): 942. <https://doi.org/10.3390/w13070942>
- Maraveas, C. y Bartzanas, R. (2022). Aplicación de internet de las cosas (IoT) para entornos de invernadero optimizados. *Magna Scientia UCEVA*, 2(2): 253-268. <https://doi.org/10.54502/msuceva.v2n2a11>
- Marques, G., Pitarma, R., M. Garcia, N., & Pombo, N. (2019). Internet of things architectures, technologies, applications, challenges, and future directions for enhanced living environments and healthcare systems: a review. *Electronics*, 8(10): 1081. <https://doi.org/10.3390/electronics8101081>

- Márquez, D. J. E. (2023). Technological developments and implications of autonomous military drones: prospects in global geopolitics. *Revista Tecnológica - ESPOL*, 35(1), 137–151. <https://doi.org/10.37815/rte.v35n1.1018>
- Martínez, A., Guevara, H., Arias, L., Rodríguez, L., Pinto, R. y Aguilar, C. (2020). Caracterización de productores de maíz e indicadores de sustentabilidad en Chiapas. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 11(5): 1031-1042. <https://doi.org/10.29312/remexca.v11i5.2189>
- Martínez, R., Vela, M., el Aatik, A., Murray, E., Roche, P. & Navarro, J. (2020). On the use of an IoT integrated system for water quality monitoring and management in wastewater treatment plants. *Water*, 12(4): 1096. <https://doi.org/10.3390/w12041096>
- Mejía, V., Gómez, P. y Pinedo, T. (2021). Caracterización De Las Unidades Productivas Del Cultivo De Kiwicha (*Amaranthus Caudatus*) En Las Provincias De Yungay, Huaylas Y Carhuaz, En El Departamento De Áncash, Perú. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 22(1), 1-20. https://doi.org/10.21930/rcta.vol22_num1_art:1440
- Nhamo, L., Magidi, J., Nyamugama, A., Clulow, A., Sibanda, M., Chimonyo, V. & Mabhaudhi, T. (2020). Prospects of improving agricultural and water productivity through unmanned aerial vehicles. *Agriculture*, 10(7): 256. <https://doi.org/10.3390/agriculture10070256>
- Nord, J., Koohang, A. & Paliszkievicz, J. (2019). The Internet of Things: Review and theoretical framework. *Expert Systems with Applications*, 133: 97-108. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2019.05.014>
- Puig, F., Rodríguez, D. & Soriano, M. (2022). Development of a Low-Cost Open-Source Platform for Smart Irrigation Systems. *Agronomy*, 12(12): 2909. <https://doi.org/10.3390/agronomy12122909>
- Rana, R., Kumar, S. & Sehgal, V. (2020). An Assessment of Conventional and Micro Irrigation System for Crop Planning during Normal and Deficit Rainfall Years. *Irrigation and Drainage*, 69(4): 726-739. <https://doi.org/10.1002/ird.2469>
- Roitsch, T., Cabrera-Bosquet, L., Fournier, A., Ghamkhar, K., Jiménez-Berni, J., Pinto, F. & Ober, E. (2019). New sensors and data-driven approaches—A path to next generation phenomics. *Plant Science*, 282: 2-10. <https://doi.org/10.1016/j.plantsci.2019.01.011>
- Shahid, M., Chang, V., Sharif, M. & Sarwar, A. (2022). Streamlining water delivery systems in Asian irrigated agriculture: Untapped potential for productivity enhancement and environmental sustainability. *Land Use Policy*, 111(105785): <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2021.105785>
- Sotomayor, O., Ramírez E. y Martínez H. (coords.). (2021). *Digitalización y cambio tecnológico en las mipymes agrícolas y agroindustriales en América Latina. Documentos de Proyectos (LC/TS.2021/65)*, Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL)/Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO).
- Tamayo, O. & Alegre, O. J. (2022). *Asociación de cultivos, alternativa para el desarrollo de una agricultura sustentable. Siembra*, 9(1): 1-21. <https://doi.org/10.29166/siembra.v9i1.3287>
- Tran-Dang, H., Krommenacker, N., Charpentier, P. y Kim, D. (2020). Hacia la Internet de las cosas para la Internet física: perspectivas y desafíos. *IEEE Internet of Things Journal*, 7(6): 4711-4736. <https://doi.org/10.1109/JIOT.2020.2971736>
- Valencia, A. A., Ramírez D. J., Londoño, C. W., Palacios, M. L., Hernández, J. L., Agudelo, C. E., & Uribe, B. H. (2024). Research Trends in the Use of the Internet of Things in Sustainability Practices: A Systematic Review. *Sustainability*, 16(7): 2663. <https://doi.org/10.3390/su16072663>
- Van Hoof, B., Núñez, G. y & De Miguel, C. (2022). Metodología para la evaluación de avances en la economía circular en los sectores productivos de América Latina y el Caribe. CEPAL, serie 229, Naciones Unidas.
- Young, L. & Chen, L. (2022). Using Small Area Estimation to Produce Official Statistics. *Stats*, 5(3): 881-897. <https://doi.org/10.3390/stats5030051>

Relación entre inteligencia emocional y calidad de vida laboral en una empresa productiva de Pelileo

Relationship between emotional intelligence and quality of working life in a productive company in Pelileo

Paúl Velasco-Herrera¹ <https://orcid.org/0009-0003-6251-8470>,
Dayamy Lima-Rojas¹ <https://orcid.org/0000-0002-6554-1284>

¹Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito, Ecuador
pavelascoh@pucesa.edu.ec, dlima@pucesa.edu.ec



Esta obra está bajo una licencia internacional
Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0.

Enviado: 2024/06/10

Aceptado: 2024/12/23

Publicado: 2024/12/30

Resumen

La investigación tiene como objetivo determinar la relación entre la inteligencia emocional y la calidad de vida laboral en los trabajadores de una empresa productiva de Pelileo. El enfoque es cuantitativo, diseño no experimental de corte transversal y alcance correlacional. La recolección de datos se llevó a cabo a 150 colaboradores con la escala Trait Meta-Mood Scale (TMMS-24) y el cuestionario de calidad de vida profesional (CVP-35). Los resultados indican una adecuada inteligencia emocional en todas las dimensiones y en la calidad de vida laboral se encontraron niveles regulares, tanto global como por dimensiones. Los resultados evidencian una correlación positiva y significativa de la atención con el apoyo directivo (coef. = 0.203, $p = 0.013$) y con la calidad de vida profesional (coef. = 0.167, $p = 0.041$); entre la claridad emocional con el apoyo directivo (coef. = 0.259, $p = 0.001$), la motivación intrínseca (coef. = 0.216, $p = 0.008$) y la calidad de vida profesional (coef. = 0.204, $p = 0.012$); y entre la reparación emocional y el apoyo directivo (coef. = 0.381, $p < 0.001$), la motivación intrínseca (coef. = 0.383, $p < 0.001$) y la calidad de vida profesional (coef. = 0.345, $p < 0.001$).

Palabras clave: Atención, comprensión, comportamiento, actitud laboral, motivación.

Sumario: Introducción, Metodología, Resultados, Discusión, Conclusiones.

Como citar: Velasco-Herrera, P. & Lima-Rojas, D. (2024). Relación entre inteligencia emocional y calidad de vida laboral en una empresa productiva de Pelileo. *Revista Tecnológica - Espol*, 36(2), 46-60.
<https://rte.espol.edu.ec/index.php/tecnologica/article/view/1184>

Abstract

The objective of the research is to determine the relationship between emotional intelligence and the quality of work life in the workers of a productive company in Pelileo. The approach is quantitative, non-experimental, cross-sectional design and correlational scope. Data collection was carried out on 150 employees with the Trait Meta-Mood Scale (TMMS-24) and the quality of professional life questionnaire (CVP-35). The results indicate adequate emotional intelligence in all dimensions and regular levels were found in the quality of work life, both overall and by dimensions. The results show a positive and significant correlation of attention with managerial support (coeff. = 0.203, $p = 0.013$) and with professional quality of life (coeff. = 0.167, $p = 0.041$); between emotional clarity with managerial support (coeff. = 0.259, $p = 0.001$), intrinsic motivation (coeff. = 0.216, $p = 0.008$) and quality of professional life (coeff. = 0.204, $p = 0.012$); and between emotional repair and managerial support (coeff. = 0.381, $p < 0.001$), intrinsic motivation (coeff. = 0.383, $p < 0.001$) and quality of professional life (coeff. = 0.345, $p < 0.001$).

Keywords: Attention, Understanding, Behavior, Work attitude, Motivation.

Introducción

En el contemporáneo y diversificado entorno laboral actual, las demandas profesionales y personales a menudo se entrelazan de manera intrincada, afectando la calidad de vida en múltiples niveles (Caicedo, 2019). Entre los numerosos factores que intervienen en la experiencia laboral y bienestar general, la inteligencia emocional (IE) ha surgido como un componente determinante (De la Cruz, 2020). La destreza para comprender y regular las emociones personales, además de la capacidad para percibir y responder adecuadamente a las emociones de los demás, desempeña un papel esencial en la interacción dentro del entorno laboral (Olvera y Ángeles, 2022).

La comprensión de las emociones y su influencia en la vida ha sido un tema central en la investigación científica y el desarrollo personal durante décadas (Fernández y Cabello, 2021). Sin embargo, en los últimos tiempos, ha surgido un campo de estudio específico que ha ganado una atención considerable. La IE constituye un constructo multifacético que abarca habilidades como percepción y regulación emocional, empatía, entendimiento de emociones y habilidades sociales. Estas habilidades no solo influyen en cómo se relaciona con los demás, sino también en la capacidad para manejar el estrés, tomar decisiones efectivas y lograr el éxito en diversos ámbitos (Puertas-Molero et al., 2020).

Dentro de los aspectos fundamentales que se pueden destacar de la inteligencia emocional se presenta la conciencia emocional que se describe como la destreza para identificar y comprender tanto emociones propias como las de los demás. Este proceso es primordial para la autorregulación emocional, que consiste en manejar adecuadamente las emociones para lograr metas y adaptarse a diversas situaciones. La investigación ha demostrado que la conciencia emocional está asociada con un mayor bienestar psicológico y una mejor toma de decisiones (Perera et al., 2019).

De igual forma la IE se relaciona con motivación emocional, que se refiere al impulso de acciones que permiten perseguir metas significativas a pesar de los obstáculos (Granero y Gómez, 2020). Los trabajadores con alta motivación emocional tienden a tener una mayor persistencia en la consecución de sus objetivos y experimentan un mayor sentido de logro (Fernández-Espínola y Almagro, 2019). La capacidad de regular las emociones también influye en la motivación. Cuando se es capaz de manejar adecuadamente las emociones negativas, como la frustración o la ansiedad, se es más propenso a mantenerse enfocado en las metas a

largo plazo (Pascual y Conejero, 2019). Por lo tanto, la motivación emocional y la autorregulación están intrínsecamente relacionadas y se refuerzan mutuamente en la búsqueda del éxito personal y ocupacional (Cuevas, 2022).

La inteligencia emocional de los equipos de trabajo, o inteligencia emocional grupal, ha surgido como un predictor importante de la eficacia del equipo y el enfoque en los objetivos organizacionales. Los equipos con altos índices de inteligencia emocional grupal son propensos a ser más cohesionados, comunicativos y eficaces en la consecución de metas compartidas (Biedma-Ferrer, 2021).

En la última década la valoración de la IE ha ganado una atención considerable en el ámbito laboral, ya que se ha demostrado que está asociado con una serie de resultados laborales positivos (Tirado-Vides et al., 2020). Por ejemplo, Goleman (2018) señala que los empleados con niveles más altos de inteligencia emocional suelen tener una mayor satisfacción laboral, un mayor compromiso con su trabajo y un desempeño laboral superior en general.

Dentro de la injerencia de la inteligencia emocional con el ámbito laboral sale a flote la necesidad imperante de los trabajadores por encontrar ecuanimidad entre su vida ocupacional y personal, lo que deriva en la calidad de vida laboral (CVL). La CVL es la apreciación subjetiva que los individuos tienen sobre diversos aspectos de su trabajo, incluyendo el ambiente laboral, la motivación intrínseca, las relaciones interpersonales, el apoyo directivo, la satisfacción con el salario y los beneficios, entre otros (Salas et al., 2021).

Entre los componentes concluyentes de la calidad de vida laboral se encuentra el equilibrio entre la vida laboral y personal que implica la habilidad de los individuos para gestionar satisfactoriamente las exigencias tanto del ámbito laboral como del personal, sin que una interfiera negativamente en la otra. El incremento de las demandas laborales, la tecnología que permite estar conectado en todo momento y la presión por alcanzar metas y objetivos pueden desencadenar conflictos entre ambas esferas de la vida (Aguilar-Morales, 2023). Es un aspecto crucial para el bienestar mental y físico de los empleados, así como para su satisfacción general con la vida. La búsqueda de un balance apropiado entre el trabajo y la vida personal es un desafío constante para muchos trabajadores en la actualidad.

Un estudio realizado por Gutiérrez et al. (2020) halló una relación significativa entre el equilibrio trabajo-vida y la satisfacción laboral. Los empleados que percibían un mayor equilibrio entre sus responsabilidades laborales y personales reportaron niveles más altos de satisfacción con su trabajo. Esta relación se ve reforzada por el estudio de Allen et al. (2020) quienes demostraron que la conformidad entre la vida profesional y personal está asociada con una mayor retención de empleados en las organizaciones.

Por otro lado, la carencia de un balance favorable entre la vida laboral y personal puede ocasionar consecuencias adversas tanto a nivel individual como organizacional (Ramírez-Angel y Riaño-Casallas, 2022). Estos hallazgos resaltan la importancia de implementar políticas y prácticas organizacionales que fomenten un balance saludable entre las demandas laborales y el ámbito personal de los empleados.

La inteligencia emocional también favorece la creación de un ambiente laboral inclusivo y diverso, lo que impacta directamente en la calidad de vida de los empleados. Las personas con alta IE son más conscientes de las diferencias individuales y culturales, lo que les permite interactuar de manera respetuosa y empática con colegas de diversos orígenes (Castaño y Páez, 2020). Esta capacidad para comprender y valorar distintas perspectivas genera un

entorno más inclusivo, donde los empleados se sienten valorados y respetados, lo que mejora su satisfacción y bienestar en el trabajo (Marseno y Muafi, 2021).

Además, la IE ayuda a prevenir y gestionar conflictos derivados de la diversidad de opiniones o estilos de trabajo, fomentando una cultura de respeto mutuo y colaboración (Tajigharajeh et al., 2021). Esto reduce las tensiones y promueve un ambiente laboral más armonioso, en el que los empleados pueden expresar sus ideas sin temor a ser malinterpretados o juzgados. Como resultado, la inclusión y la diversidad en el entorno de trabajo se convierten en factores clave que elevan la percepción de calidad de vida laboral, al promover un ambiente donde todos los empleados pueden prosperar emocional y profesionalmente (Manikandan et al., 2022).

De acuerdo con Gonzalez et al. (2022) un salario adecuado es igualmente importante para complacer las necesidades básicas de los trabajadores y promover su bienestar económico. Además del salario, los beneficios como el seguro médico, las vacaciones remuneradas y la jubilación también cumplen un papel crucial en la apreciación de la CVL desde la óptica de los colaboradores.

De esta manera, se evidencia que varios estudios han demostrado que una alta calidad de vida laboral se asocia con una secuencia de resultados positivos tanto para los colaboradores como para las corporaciones. Se ha descubierto que los empleados que perciben su entorno laboral como favorable experimentan niveles más altos de satisfacción laboral, compromiso organizacional y bienestar psicológico (Wang et al., 2019).

Es así entonces como la IE se relaciona con una serie de aspectos específicos de la CVL. En evidencia la investigación llevada a cabo por García (2022) ha encontrado que personas con altos niveles de inteligencia emocional suelen experimentar niveles reducidos de estrés laboral y agotamiento emocional, así como una mayor satisfacción con sus relaciones interpersonales en el trabajo.

En conjunto, la presente investigación subraya la trascendencia de la inteligencia emocional en la calidad de vida laboral. Al comprender y desarrollar las habilidades emocionales, tanto a nivel individual como grupal, se podrá cultivar entornos laborales más saludables, productivos y satisfactorios para todos los involucrados.

Objetivo de investigación

Determinar la relación entre la inteligencia emocional y la calidad de vida laboral de los trabajadores de una empresa productiva de Pelileo.

Metodología

Tipo de investigación

La investigación es de enfoque cuantitativo, diseño no experimental de corte transversal y alcances descriptivo y correlacional según la clasificación de Hernández – Sampieri y Mendoza (2018).

Población

Se trabajó con toda la población constituida por 150 colaboradores de la empresa productiva localizada en la provincia de Tungurahua, cantón Pelileo. De acuerdo con la Tabla 1 se divisa que respecto al género la mayoría de los colaboradores son hombres con un 60% frente a un 40% de mujeres. Asimismo, en cuanto a la edad de los trabajadores se analiza que un 17% se encuentran en el rango de dieciocho a treinta años, un 77% entre treinta y uno a

cincuenta y cinco años y un 6% entre cincuenta y seis o más años. Adicionalmente, se indica que el 40% desempeñan un cargo administrativo, el 53% cargo operativo y un 7% cargo directivo. Por otro lado, referente al tiempo que se encuentran en la empresa se visualiza que el 6% se encuentran menos de un año, el 29% de uno a cinco años, el 33% de seis a diez años, el 21% de once a veinte años y un 11% desde veintiuno o más años.

Tabla 1
Datos sociodemográficos de la población

Dimensión	Rangos	Trabajadores	Porcentajes	Total
Género	Masculino	90	60%	100%
	Femenino	60	40%	
Edad	18 a 30 años	25	17%	100%
	31 a 55 años	115	77%	
	56 o más años	10	6%	
Cargo	Administrativo	60	40%	100%
	Operativo	80	53%	
	Directivo	10	7%	
Tiempo en la empresa	Menos de un año	9	6%	100%
	1 a 5 años	44	29%	
	6 a 10 años	49	33%	
	11 a 20 años	31	21%	
	21 o más años	17	11%	

Nota. Datos suministrados por la empresa.

Instrumentos

Para la valoración de las variables de estudio se emplean dos instrumentos, el primero de ellos es el Trait Meta-Mood Scale-24 (TMMS-24) adaptada por Fernández-Berrocal et al. (2004) del Trait Meta-Mood Scale-48 (TMMS-48) de Salovey et al. (1995). Escala de la inteligencia emocional formada por 24 ítems que los participantes deben puntuar utilizando una escala tipo Likert de cinco puntos (1= Nada de acuerdo, 2= Algo de acuerdo, 3= Bastante de acuerdo, 4= Muy de acuerdo, 5= Totalmente de acuerdo) que se categoriza en tres dimensiones de ocho elementos cada una: atención emocional del ítem uno al ocho, claridad emocional del nueve al dieciséis y reparación emocional del diecisiete al veinticuatro. La interpretación se realiza según los puntos de corte para hombres y mujeres conforme a cada dimensión, basándose en esto se definen los rangos: poca, adecuada y demasiada como se evidencia en la Tabla 2.

La más reciente validación del TMMS-24, llevada a cabo en un contexto latinoamericano, se desarrolló en una población adulta de Lima, donde se efectuó un Análisis Factorial Confirmatorio y se examinó el ajuste del modelo a través de los indicadores CFI = .838, TLI = .846, RMSEA = .070 y SRMR = .085. El instrumento demostró pruebas de validez y fiabilidad que indican un buen ajuste del modelo (Pérez et al., 2021).

El segundo recurso utilizado corresponde al cuestionario de calidad de vida profesional (CVP-35) elaborado y ajustado por Cabezas (1998) compuesto por 35 ítems, se puntúa en una escala de 1 a 10, con los rangos; nada: valores (1 y 2); algo: valores (3, 4 y 5); bastante: valores (6, 7 y 8); mucho: valores (9 y 10). Está constituido por tres indicadores: apoyo directivo conformado por trece ítems, cargas o demandas en el trabajo integrado por once ítems,

motivación intrínseca con diez ítems y un ítem restante que evalúa la CVP integral. La interpretación se efectúa de manera global combinando todos los ítems con esto se delinear los niveles: malo entre 35 a 139 puntos, regular entre 140 a 245 puntos y bueno entre 246 a 350 puntos.

Tabla 2
Interpretación de la inteligencia emocional

Dimensiones	Indicadores	Hombres	Mujeres
Atención emocional	Presta poca atención (debe mejorar)	< 21	< 24
	Adecuada	22 - 32	25 - 35
	Presta demasiada atención (debe mejorar)	> 33	> 36
Claridad emocional	Debe mejorar	< 25	< 23
	Adecuada	26 - 35	24 - 34
	Excelente	> 36	> 35
Reparación emocional	Debe mejorar	< 23	< 23
	Adecuada	24 - 35	24 - 34
	Excelente	> 36	> 35

Fuente: Fernández-Berrocal et al. (2004).

En cuanto a la validación del CVP-35, efectuada en un contexto latinoamericano se desarrolló en una muestra de trabajadores en Chile, donde se ejecutó un Análisis Factorial Exploratorio y se examinó la validez de constructo obteniéndose una consistencia interna muy buena con un alfa de Cronbach de .897. Fenómeno que se reitera en sus indicadores: apoyo directivo alfa de .919; cargas o demandas en el trabajo .770; y motivación intrínseca .854 (Ormeno y Lizana, 2007). Siendo una herramienta confiable y válida como una medida multidimensional de la CVP, apropiada para diversos contextos gracias a su amplitud discriminatoria y su distribución factorial (Monsalve et al., 2020).

Procedimiento

Para desarrollar la investigación, inicialmente se contactó con la dirección de Talento Humano de la organización, con el fin de gestionar la autorización para proceder a la recopilación de datos. Desde el punto de vista ético se obtuvo el consentimiento informado de los participantes donde se aclaró que la utilización de la información sería exclusivamente con propósitos académicos y de investigación bajo normas de confidencialidad y que podían retirarse del estudio en cualquier instante. Una vez autorizado el procedimiento se compartió el enlace de la batería de instrumentos que se generó en la aplicación de Google Forms, mismo que fue respondido por todos los colaboradores. La aplicación tuvo un tiempo estimado de 20 minutos por instrumento, es decir de 40 minutos de totalidad que se extendió por un lapso de 2 semanas llevadas a cabo en el mes de marzo de 2024.

Análisis de datos

Una vez obtenidas las respuestas, se las descargó en una hoja de cálculo de Microsoft Excel para su posterior análisis mediante el programa estadístico SPSS (versión 27).

Resultados

Los resultados descriptivos de la inteligencia emocional a través de la escala TMMS-24 se presentan en la Tabla 3. En todas las dimensiones la media se encuentra en el rango de adecuada. En lo que respecta a la atención, se observa una media de 24.74, lo que indica que los trabajadores poseen la capacidad de reconocer y manejar tanto sus propias emociones como la de sus colegas en el entorno laboral (Mayer et al., 2016). Sin embargo, la variabilidad está dada en un rango de 10 a 39 puntos con una desviación estándar de 6.62. Esto sugiere que algunos empleados pueden tener una atención emocional mucho más desarrollada que otros.

Por otro lado, la claridad emocional alcanza una media de 28.69, lo que sugiere una comprensión sólida de sus propias emociones y la capacidad de expresarlas de manera efectiva (Mayer et al., 2008). Las puntuaciones varían entre los 12 y 40 puntos con una desviación estándar de 6.60.

Finalmente, la reparación emocional con una media de 29.19 indica que pueden manejar efectivamente las emociones difíciles y recuperarse de las situaciones estresantes en el trabajo (Salovey y Mayer, 1990). La dispersión también es similar porque el rango de puntuación va de 12 a 40 con una desviación estándar de 6.35.

Tabla 3

Resultados descriptivos de la inteligencia emocional

Estadísticos	Escala TMMS - 24		
	Atención	Claridad	Reparación
Media	24.74	28.69	29.19
Desviación estándar	6.62	6.60	6.35
Mínimo	10.00	12.00	12.00
Máximo	39.00	40.00	40.00

Nota. Resultados obtenidos con la aplicación de la escala TMMS-24.

El análisis categórico de la Tabla 4 muestra que, en las tres dimensiones el mayor porcentaje se encuentra en el rango adecuada, de manera similar a lo obtenido en las medias analizadas anteriormente. Sin embargo, en todos los casos, hay trabajadores que manifiestan dificultades en su inteligencia emocional. En atención emocional es considerable un 38.7% que presta poca atención y un 9.3% que presta demasiada atención, esto sugiere que existe una necesidad de intervención y desarrollo de habilidades emocionales entre los trabajadores para mejorar su desempeño y bienestar en el trabajo (Salovey y Mayer, 1990).

Por otra parte, el 29.3% necesita mejorar su claridad emocional, lo que podría impactar en su capacidad para tomar decisiones efectivas y mantener relaciones laborales saludables (Mayer et al., 2016). Solo el 19.3% alcanza una excelente claridad, es decir, que son capaces de mantener un alto nivel de autoconciencia emocional y adaptarse eficazmente a los desafíos emocionales en el trabajo (Mayer et al., 2008).

En la dimensión reparación emocional el 19.3% debe mejorar su reparación, lo que sugiere que pueden experimentar dificultades en el manejo y la restauración de sus emociones después de enfrentar escenarios agobiantes o conflictivos en el trabajo (Brackett y Mayer, 2003). Otro 19.3% alcanza el nivel excelente lo que indica que pueden manejar eficientemente sus emociones, superar adversidades y mantener un equilibrio emocional saludable (Ugoani et al., 2015).

Tabla 4*Análisis categórico de la inteligencia emocional*

Dimensión: Atención emocional	Frecuencia (f)	Porcentaje (%)
Debe mejorar su atención: presta poca atención	58	38.7
Adecuada atención	78	52.0
Debe mejorar su atención: presta demasiada atención	14	9.3
Dimensión: Claridad emocional	Frecuencia (f)	Porcentaje (%)
Debe mejorar su claridad	44	29.3
Adecuada claridad	77	51.3
Excelente claridad	29	19.3
Dimensión: Reparación emocional	Frecuencia (f)	Porcentaje (%)
Debe mejorar su reparación	29	19.3
Adecuada reparación	92	61.3
Excelente reparación	29	19.3

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados descriptivos de la calidad de vida laboral, medidos a través del indicador CVP - 35, se presentan en la Tabla 5. En cuanto al apoyo directivo, se observa una media de 86.41. Esto sugiere que, en promedio, los trabajadores perciben un nivel medio o moderado de apoyo por parte de la dirección de la organización (Martín et al., 2004). Sin embargo, la desviación estándar de 20.20 indica una dispersión alta en las percepciones de apoyo directivo entre los colaboradores, lo que puede reflejar diferencias en las experiencias individuales en el lugar de trabajo.

La puntuación de las cargas o demandas en el trabajo alcanza una media de 58.79. Esto indica que los trabajadores enfrentan una carga de trabajo moderada (Pérez-Valdecantos et al., 2022). La desviación estándar de 11.02 sugiere que hay consistencia en las percepciones de las cargas laborales, con una variabilidad relativamente baja entre los empleados.

El grupo de trabajadores alcanza una puntuación media de 83.83, lo que sugiere que, en general, los empleados muestran un nivel medio de motivación intrínseca en su trabajo. Esto implica que, si bien existe cierto grado de interés y satisfacción derivados del trabajo en sí mismo, no se alcanza el máximo potencial y a su vez sugiere la necesidad de explorar y abordar factores como la falta de autonomía, la escasez de oportunidades de desarrollo o la ausencia de reconocimientos (Fernández et al., 2008). La desviación estándar de 15.11 indica una variabilidad moderada en los niveles de motivación intrínseca entre los empleados, lo que puede deberse a diferencias individuales en la percepción del trabajo y las tareas asignadas.

Finalmente, en lo que respecta a la calidad de vida profesional se observa una media de 229.03. Estos resultados sugieren que, los trabajadores alcanzan un nivel regular de calidad de vida en su ámbito profesional. Lo que exterioriza áreas de mejora en el entorno laboral, como las relaciones interpersonales, el equilibrio entre el trabajo y la vida personal, la satisfacción con el salario y los beneficios o la complacencia con el ambiente laboral (Martín et al., 2004). La desviación estándar de 37.25 indica una dispersión baja en las percepciones de calidad de vida profesional entre los empleados, lo que puede reflejar cierta homogeneidad en las experiencias laborales y las condiciones de trabajo.

Tabla 5*Resultados descriptivos de la calidad de vida laboral*

Estadísticos	Indicador CVP - 35			
	Apoyo directivo	Cargas o demandas en el trabajo	Motivación intrínseca	Calidad de vida profesional
Media	86.41	58.79	83.83	229.03
Desviación estándar	20.20	11.02	15.11	37.25
Mínimo	15.00	29.00	20.00	94.00
Máximo	128.00	91.00	110.00	310.00

Fuente: Elaboración propia.

En el análisis categórico de la Tabla 6 se presenta la distribución de frecuencias de los niveles de calidad de vida profesional, obtenidos con el baremo dado en el cuestionario CVP - 35. Se examina que la mayoría de los trabajadores (66%) calificaron su calidad de vida laboral como regular. Esto sugiere que, una proporción considerable de la muestra no percibe su calidad de vida laboral ni como buena ni como mala. Esta percepción podría reflejar una situación en la que los empleados están satisfechos con algunos aspectos de su trabajo, pero también identifican áreas de mejora (Faisal-E-Alam y Aktarun, 2022).

Por otro lado, el 33.3% reportaron un nivel bueno de calidad de vida laboral. Esto indica que un tercio de la muestra está contento con las condiciones y el ambiente de trabajo, lo que sugiere que la empresa podría estar proporcionando un entorno laboral satisfactorio para una parte de su fuerza laboral (Sarwar et al., 2023).

Solo un empleado (0.7%) califica su calidad de vida laboral como mala. Aunque esta es una proporción muy pequeña de la muestra, no se debe pasar por alto, ya que sugiere la presencia de problemas que afectan negativamente la experiencia laboral de ese empleado. Estos problemas podrían estar relacionados con el ambiente de trabajo, la carga laboral, las relaciones interpersonales u otros factores que impactan en la calidad de vida laboral (Sonnentag et al., 2023).

Tabla 6*Análisis categórico de la calidad de vida laboral*

Escala	Frecuencia	Porcentaje
Nivel malo de CVP	1	0.7
Nivel regular de CVP	99	66.0
Nivel bueno de CVP	50	33.3

Fuente: Elaboración propia.

Previo al análisis correlacional de ambas variables de estudio, se lleva a cabo la prueba de normalidad de Kolmogorov-Smirnov para seleccionar el estadístico adecuado. En la Tabla 7 se examina que los valores de significancia (Sig.) son menores que el nivel de significancia típico de 0.05. Esto sugiere que las distribuciones de estas variables no se ajustan a una distribución normal por lo que se utiliza el estadístico no paramétrico coeficiente Rho de Spearman, que no requiere supuestos sobre la distribución de los datos y es más robusto frente a la falta de normalidad en los datos.

Tabla 7
Prueba de normalidad

Variable	Kolmogorov-Smirnov		
	Estadístico	gl	Sig.
Atención	0.087	150	0.007
Claridad	0.078	150	0.025
Reparación	0.079	150	0.022
Apoyo Directivo	0.069	150	0.078
Cargas o Demandas en el Trabajo	0.118	150	0.000
Motivación Intrínseca	0.090	150	0.004
Calidad de Vida Profesional	0.045	150	.200*

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 8 se muestran los resultados del análisis de correlación realizado. Se observa una correlación positiva y significativa entre la atención y el apoyo directivo (coef. = 0.203, $p = 0.013$) y entre la atención y la calidad de vida profesional (coef. = 0.167, $p = 0.041$). Esto sugiere que los empleados que perciben un mayor apoyo directivo y una mejor calidad de vida profesional tienden a tener niveles más altos de atención emocional en el trabajo. Sin embargo, no se encontró una correlación significativa entre la atención y las cargas o demandas en el trabajo (coef. = -0.056, $p = 0.498$) ni con la motivación intrínseca (coef. = 0.154, $p = 0.061$).

Hay correlaciones positivas y significativas entre la claridad emocional y el apoyo directivo (coef. = 0.259, $p = 0.001$), la motivación intrínseca (coef. = 0.216, $p = 0.008$) y la calidad de vida profesional (coef. = 0.204, $p = 0.012$). Esto indica que una mayor claridad emocional se relaciona con un mayor apoyo directivo, una mayor motivación intrínseca y una mejor calidad de vida profesional, pero no con las cargas o demandas en el trabajo (coef. = -0.057, $p = 0.486$).

Se encontraron correlaciones positivas y significativas entre la reparación emocional y el apoyo directivo (coef. = 0.381, $p < 0.001$), la motivación intrínseca (coef. = 0.383, $p < 0.001$) y la calidad de vida profesional (coef. = 0.345, $p < 0.001$). Esto sugiere que los empleados que perciben un mayor apoyo directivo tienen una mayor motivación intrínseca y una mejor calidad de vida profesional tienden a tener niveles más altos de habilidades de reparación emocional en el trabajo. No se encontró una correlación significativa entre la reparación emocional y las cargas o demandas en el trabajo (coef. = 0.009, $p = 0.910$).

Tabla 8
Prueba de correlación Rho de Spearman

		Apoyo Directivo	Cargas o Demandas en el Trabajo	Motivación Intrínseca	Calidad de Vida Profesional
Atención	Coef.	0.203	-0.056	0.154	0.167
	Sig.	0.013	0.498	0.061	0.041
Claridad	Coef.	0.259	-0.057	0.216	0.204
	Sig.	0.001	0.486	0.008	0.012
Reparación	Coef.	0.381	0.009	0.383	0.345
	Sig.	0.000	0.910	0.000	0.000

Fuente: Elaboración propia.

Hay diferentes patrones de correlación entre las dimensiones de la inteligencia emocional y los indicadores de calidad de vida laboral. Mientras que algunas dimensiones están relacionadas positivamente con ciertos aspectos de la calidad de vida laboral, otras no muestran asociaciones significativas. Esto puede indicar la complejidad de la relación entre la inteligencia emocional y la calidad de vida laboral, que puede estar influenciada por múltiples factores contextuales y organizacionales (Gavín-Chocano y Molero, 2020).

Discusión

Este estudio se realizó con el propósito de explorar la relación entre la inteligencia emocional y la calidad de vida laboral. En los resultados se evidencia una adecuada inteligencia emocional, junto con un nivel regular de calidad de vida laboral de los trabajadores de una empresa productiva de Pelileo. Adicionalmente, se reflejan correlaciones positivas entre algunas dimensiones de la inteligencia emocional y de la calidad de vida laboral, como la claridad con la calidad de vida profesional, en consonancia con la investigación efectuada por Macías et al. (2016), donde sus resultados demuestran que los profesionales que poseen una adecuada claridad emocional perciben una mayor calidad de vida laboral.

De similar forma al estudio expuesto por Sanchez-Gomez y Bresó (2019) confirma la correlación positiva que existe entre la inteligencia emocional y la calidad de vida laboral, destacando que al igual que en la presente investigación no se evidencian relaciones significativas entre las cargas o demandas en el trabajo y la IE.

Es importante tener en cuenta que algunos de los resultados pueden no coincidir completamente con lo que se conoce en la actualidad sobre el tema. Por ejemplo, la falta de correlación entre la atención y las cargas o demandas en el trabajo puede ser inesperada, dado que se espera que una mayor atención emocional ayude a los empleados a lidiar con situaciones estresantes en el trabajo. Esto podría sugerir la necesidad de investigar más a fondo los posibles factores moderadores que podrían influir en esta relación (Riaz et al., 2020).

Por otra parte, Patricio (2022) también concluyó que existe una correlación positiva y significativa de .401 entre las variables: calidad de vida laboral y la inteligencia emocional que en concordancia con el presente estudio se infiere que los profesionales que poseen un elevado nivel de inteligencia emocional suelen experimentar una mayor satisfacción en su calidad de vida laboral.

En la investigación llevada a cabo por Alomia-Padilla et al. (2023) se deduce asimismo una correlación relevante entre la calidad de vida laboral y la inteligencia emocional, como también sucede en el presente estudio se destaca la conexión que existe entre la claridad emocional y la motivación intrínseca que, sabiéndola llevar adecuadamente, favorece que los trabajadores puedan encontrar impulsos propios que los guíen de manera auténtica y duradera hacia sus metas.

De acuerdo con el análisis desarrollado por Arar y Öneren (2021) los colaboradores con alta IE no solo son más capaces de transformar la felicidad en el lugar de trabajo en un mejor rendimiento percibido, sino que también logran mantener un equilibrio entre su vida laboral y personal, a pesar de las exigencias inherentes a su profesión. Estos hallazgos van en línea con lo aquí propuesto, resaltando la importancia de una alta IE para mitigar los efectos negativos de la sobrecarga laboral y preservar la calidad de vida laboral.

Conclusiones

A medida que las organizaciones mejoren el bienestar de sus empleados y maximicen su rendimiento, es imperativo comprender cómo las habilidades emocionales de los individuos influyen en su experiencia laboral. Esta investigación demostró una correlación positiva de nivel moderado entre la inteligencia emocional y la calidad de vida laboral. Por lo tanto, en futuras investigaciones se puede ampliar el alcance y considerar otras variables contextuales que puedan influir en esta relación. De igual forma la investigación fue realizada con toda la población de una organización laboral, sin embargo, constituyen un pequeño número para la generalización de los resultados, razón por la cual se deben realizar estudios con mayor número de participantes.

Este estudio proporciona un punto de partida meritorio para comprender la interacción entre la inteligencia emocional y la calidad de vida laboral y establece una base sólida para el perfeccionamiento de intervenciones en el lugar de trabajo que promuevan el bienestar de los colaboradores. Las empresas que invierten en el desarrollo de la inteligencia emocional pueden esperar, no solo una mejora en la calidad de vida laboral de sus empleados, sino también un aumento en la productividad y la eficiencia operativa.

Es crucial reconocer que la inteligencia emocional puede y debe ser desarrollada continuamente. Los esfuerzos sostenidos en este sentido generan beneficios duraderos para los colaboradores y la organización en conjunto. Asimismo, la evaluación periódica de la inteligencia emocional y la calidad de vida laboral permite a las empresas identificar áreas de mejora y ajustar sus estrategias.

En última instancia, esta investigación no solo brinda información valiosa para las empresas que buscan mejorar la calidad de vida laboral de sus trabajadores, sino que también ofrece perspectivas importantes para fomentar el desarrollo integral de los individuos en su vida personal y laboral.

Reconocimientos

Los autores declaran la contribución y participación equitativa de roles de autoría para esta publicación.

Referencias

- Aguilar-Morales, N. (2023). El equilibrio trabajo-familia en investigadoras: Conflictos y estrategias de afrontamiento. *Vinculatégica Efan*, 9(6), 208-219. <https://doi.org/10.29105/vtga9.6-699>
- Allen, T. D., French, K. A., Dumani, S. y Shockley, K. M. (2020). Un examen metanalítico transnacional de predictores y resultados asociados con el conflicto entre el trabajo y la familia. *Revista de Psicología Aplicada*, 105(6), 539-576. <https://doi.org/10.1037/apl0000442>
- Alomia-Padilla, B., Alvarez-Guzman, C., Alvarez-Guzmán, A., Morales-García, M., Sairitupa-Sánchez, L. Z., Morales-García, S. B., Álvarez-Manrique, V., Paredes-Saavedra, M. y Morales-García, W. C. (2023). Factores Sociodemográficos, Motivación Laboral, Inteligencia Emocional, Calidad de Vida Laboral y su Asociación con el Desempeño Laboral en Trabajadores de la Salud del Perú. *Salud Ciencia y Tecnología - Serie de Conferencias*, 2, 1-12. <https://doi.org/10.56294/sctconf2023565>
- Arar, T. y Öneren, M. (2021). El papel de la inteligencia emocional y el equilibrio entre el trabajo y la vida personal en la relación entre la felicidad en el trabajo y el rendimiento percibido en el ámbito académico. *Ege Academic Review*, 21(4), 391-406. <https://doi.org/10.21121/eab.1015653>
- Biedma-Ferrer, J. M. (2021). Inteligencia emocional: Influencia en la gestión de los recursos humanos en las organizaciones. *Revista GEON (Gestión, Organizaciones y Negocios)*, 8(1), 1-17. <https://doi.org/10.22579/23463910.272>

- Brackett, M. A. y Mayer, J. D. (2003). Validez convergente, discriminante e incremental de medidas competitivas de inteligencia emocional. *Boletín de Personalidad y Psicología Social*, 29(9), 1147–1158. <https://doi.org/10.1177/0146167203254596>
- Cabezas Peña, C. (1998). Síndrome de desgaste profesional, estrés laboral y calidad de vida profesional. *FMC – Formación Médica Continuada en Atención Primaria*, 5(8), 491-492. <https://www.fmc.es/es-sindrome-desgaste-profesional-estres-laboral-articulo-4766>
- Caicedo Fandiño, H. Y. (2019). Calidad de vida laboral en trabajadores de la salud en países latinoamericanos: metaanálisis. *SIGNOS-Investigación en Sistemas de Gestión*, 11(2), 1-22. <https://doi.org/10.15332/24631140.5081>
- Castaño Castrillón, J. J. y Páez Cala, M. L. (2020). Calidad de vida laboral percibida y competencias emocionales asociadas en profesionales jóvenes. *Informes psicológicos*, 20(2), 139–153. <https://doi.org/10.18566/infpsic.v20n2a10>
- Cuevas Salvador, J. (2022). Inteligencia emocional y autorregulación de la motivación al inicio de la asignatura. *HUMAN REVIEW. Revista Internacional De Humanidades*, 11(5), 1–12. <https://doi.org/10.37467/revhuman.v11.3864>
- De la Cruz, A. C. (2020). Influencia de la inteligencia emocional sobre la satisfacción laboral: Revisión de Estudios. *Revista UNIMAR*, 38(2), 63-92. <https://doi.org/10.31948/rev.unimar/unimar38-2-art3>
- Faisal-E-Alam y Aktarun Nahar, A. (2022). La satisfacción de los empleados y su impacto en el compromiso organizacional: un enfoque basado en recursos. *Revista internacional sobre tendencias recientes en negocios y turismo*, 6(2), 1-16. <https://doi.org/10.31674/ijrtbt.2022.v06i02.001>
- Fernández, J. M., Gascón, T. G., García-Olalla, C. M., del Cura González, M. I., del Carmen Cabezas Peña, M. y Sánchez, S. G. (2008). Medición de la capacidad evaluadora del cuestionario CVP-35 para la percepción de la calidad de vida profesional. *Atención Primaria*, 40(7), 327-334. <https://doi.org/10.1157/13124124>
- Fernández, P. y Cabello, R. (2021). Inteligencia emocional como fundamento de la educación emocional. *Revista Internacional de Educación Emocional y Bienestar*, 1(1), 31–46. <https://doi.org/10.48102/rieeb.2021.1.1.5>
- Fernández-Berrocal, P., Extremera, N. y Ramos, N. (2004). Validez y fiabilidad de la versión modificada en español de la escala Trait Meta-Mood Scale. *Informes Psicológicos*, 94(3), 751–755. <https://doi.org/10.2466/pr0.94.3.751-755>
- Fernández-Espínola, C. y Almagro, B. J. (2019). Relación entre motivación e inteligencia emocional en Educación Física: Una revisión sistemática. *Retos*, 36, 584–589. <https://doi.org/10.47197/retos.v36i36.64968>
- García, E. (2022). Revisión teórica acerca de las implicaciones de la Inteligencia Emocional en el contexto clínico, laboral y educativo. *Escritos de Psicología*, 15(2), 148–158. <https://doi.org/10.24310/epsiescpsi.v15i2.14752>
- Gavín-Chocano, Ó. y Molero, D. (2020). Valor predictivo de la Inteligencia Emocional Percibida y Calidad de Vida sobre la Satisfacción Vital en personas con Discapacidad Intelectual. *Revista de Investigación Educativa*, 38(1), 131–148. <https://doi.org/10.6018/rie.331991>
- Goleman, D. (2018). *Inteligencia emocional en la empresa*. Conecta. <http://bit.ly/44sjza3>
- Gonzalez Navarro, F., Selva Olid, C. y Sunyer Torrents, A. (2022). La influencia de la compensación total sobre la satisfacción laboral, *Universitas Psychologica* 20, 1-15. <https://doi.org/10.11144/javeriana.upsy20.itcj>
- Granero Gallegos, A. y Gómez López, M. (2020). La motivación y la inteligencia emocional en secundaria. Diferencias por género. *Revista INFAD de Psicología. International Journal of Developmental and Educational Psychology*, 1(1), 101–110. <https://doi.org/10.17060/ijodaep.2020.n1.v1.1766>
- Gutiérrez Vargas, L. M., Arenas Cardona, H. A. y López Gómez, M. d. S. (2020). La relación entre uso de beneficios y políticas trabajo-vida y satisfacción laboral: el rol mediador del conflicto trabajo-a-familia. *Cuadernos de Gestión*, 20(3), 75–86. <https://doi.org/10.5295/cdg.191098lg>

- Hernández – Sampieri, R. y Mendoza, C.P. (2018). *Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. Editorial McGraw Hill Education.
<http://repositorio.uasb.edu.bo:8080/handle/54000/1292>
- Macías Fernández, A. J., Gutiérrez-Castañeda, C., Carmona González, F. J. y Crespillo Vílchez, D. (2016). Relación de la inteligencia emocional y la calidad de vida profesional con la consecución de objetivos laborales en el distrito de atención primaria Costa del Sol. *Atención primaria*, 48(5), 301–307.
<https://doi.org/10.1016/j.aprim.2015.06.007>
- Manikandan, G., Murugaiah, S., Velusamy, K., Ramesh, A. B. K., Rathinavelu, S., Viswanathan, R. y Jageerkhan, M. N. (2022). Desequilibrio entre vida laboral y personal e inteligencia emocional: un papel y un segmento importante entre los docentes universitarios. *Revista Internacional de Revisión Empresarial Profesional*, 7(6), 1-17. <https://doi.org/10.26668/businessreview/2022.v7i6.832>
- Marseno, W. A. y Muafi, M. (2021). Los efectos del equilibrio entre el trabajo y la vida personal y la inteligencia emocional en el compromiso organizacional mediado por el engagement en el trabajo. *Revista Internacional de Ecosistemas y Estrategias Empresariales*, 3(2), 01–15.
<https://doi.org/10.36096/ijbes.v3i2.257>
- Martín, J., Cortés, J. A., Morente, M., Caboblanco, M., Garijo, J. y Rodríguez, A. (2004). Características métricas del Cuestionario de Calidad de Vida Profesional (CVP-35). *Gaceta Sanitaria*, 18(2), 129-136.
[https://doi.org/10.1016/s0213-9111\(04\)71817-8](https://doi.org/10.1016/s0213-9111(04)71817-8)
- Mayer, J. D., Caruso, D. R. y Salovey, P. (2016). El modelo de habilidades de la inteligencia emocional: principios y actualizaciones. *Revisión de emociones*, 8(4), 290-300.
<https://doi.org/10.1177/1754073916639667>
- Mayer, J. D., Roberts, R. D. y Barsade, S. G. (2008). Habilidades Humanas: Inteligencia Emocional. *Revisión Anual de Psicología*, 59(1), 507-536. <https://doi.org/10.1146/annurev.psych.59.103006.093646>
- Monsalve Mera, A. E., Ñique Carbajal, C. A., Pérez Loaiza, J. K., Mestanza Quispe, J. d. M., Díaz Espinoza, E. K., Infante Palacios, K. E. y Lluncor Ushiñahua, I. P. (2020). Calidad de vida profesional de docentes de una universidad del norte del Perú. *Universitas Médica*, 61(4), 1–9.
<https://doi.org/10.11144/javeriana.umed61-4.cvpd>
- Olvera- Juanico, J. y Ángeles- Arteaga, Z. S. (2022). Inteligencia emocional: componentes y percepción de hombres universitarios de su relación con pares. *Divulgare boletín científico de la escuela superior de Actopan*, 9(17), 17–25. <https://doi.org/10.29057/esa.v9i17.8023>
- Ormeno Vittoriano, P. A. y Lizana Lizana, J. (2007). *Propiedades psicométricas del cuestionario de calidad de vida profesional (CVP-35) en trabajadores de la atención primaria de la región del Maule* [Tesis de doctorado, Universidad de Talca Chile]. <http://dspace.utalca.cl/handle/1950/6474>
- Pascual, A. y Conejero, S. (2019). Regulación emocional y afrontamiento: Aproximación conceptual y estrategias. *Revista Mexicana de Psicología*, 36(1), 74-83.
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=243058940007>
- Patricio Peralta, W. H. (2022). Inteligencia emocional y calidad de vida en un grupo de estudiantes de dos instituciones educativas policial y nacional de lima metropolitana. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 6(4), 5995-6010. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v6i4.3081
- Perera Medina, C., Navarrete Zambrano, C. M. y Bone Andrade, M. F. (2019). Conciencia Emocional y Regulación Emocional. *Visionario Digital*, 3(3), 75–83.
<https://doi.org/10.33262/visionariodigital.v3i3.645>
- Pérez Zarate, J. F., Tuesta Chamorro, Y. Y. y Quispe Plaza, J. I. (2021). Propiedades psicométricas de la escala de Inteligencia Emocional TMMS-24 en adultos de Lima Metropolitana, 2020. *PSIQUEMAG/ Revista Científica Digital de Psicología*, 9(2), 60–68. <https://doi.org/10.18050/psiquemag.v9i2.2657>
- Pérez-Valdecantos, D., Caballero-García, A., Bello, H. J., Noriega-González, D., Palomar-Ciria, N., Roche, A., Roche, E. y Córdova-Martínez, A. (2022). Calidad de vida profesional de los trabajadores sanitarios en los servicios de urgencias hospitalarios. *Ciencias del Comportamiento*, 12(6), 1-10.
<https://doi.org/10.3390/bs12060188>

- Puertas-Molero, P., Zurita-Ortega, F., Chacón-Cuberos, R., Castro-Sánchez, M., Ramírez-Granizo, I. y González-Valero, G. (2020). La inteligencia emocional en el ámbito educativo: un meta-análisis. *Anales de Psicología*, 36(1), 84–91. <https://doi.org/10.6018/analesps.345901>
- Ramírez-Angel, L. M. y Riaño-Casallas, M. I. (2022). Equilibrio trabajo-vida y su relación con la salud mental en trabajadores de diferentes profesiones: Una revisión sistemática. *Revista Escuela de Administración de Negocios*, (92), 1-40. <https://doi.org/10.21158/01208160.n92.2022.3335>
- Riaz, A., Mahmood, S. y Shabbir, J. (2020). Examinar la relación entre la inteligencia emocional y el comportamiento laboral contraproducente: un modelo mediado moderado. *Revista de gestión e investigación*, 7(2), 252-287. <https://doi.org/10.29145/jmr/72/070209>
- Salas Ibarra, M. E., Basante Pantoja, Y. M., Zambrano Guerrero, C. A., Matabanchoy Tulcán, S. M. y Narváez Chaves, A. D. (2021). Concepciones sobre calidad de vida laboral en las organizaciones. *Informes psicológicos*, 21(2), 209–227. <https://doi.org/10.18566/infpsic.v21n2a13>
- Salovey, P. y Mayer, J. D. (1990). Inteligencia emocional. *Imaginación, Cognición y Personalidad*, 9(3), 185–211. <https://doi.org/10.2190/DUGG-P24E-52WK-6CDG>
- Salovey, P., Mayer, J. D., Goldman, S. L., Turvey, C. y Palfai, T. P. (1995). Atención, claridad y reparación emocional: exploración de la inteligencia emocional utilizando la escala Trait Meta-Mood. *Asociación Americana de Psicología*, 125-154. <https://doi.org/10.1037/10182-006>
- Sanchez-Gomez, M. y Bresó Esteve, E. (2019). Inteligencia emocional y calidad de vida profesional en el sector industrial. *Agora de Salud*, 6(26), 247–253. <https://doi.org/10.6035/agorasalut.2019.6.26>
- Sarwar, N., Bung, P., Shaikh, M., Jaiswal, R., Malla, M. y Rajni. (2023). Un estudio sobre los factores que influyen en la felicidad en el lugar de trabajo y su relación con la satisfacción laboral, la retención de empleados y el desempeño laboral. *Revista de educación e investigación en informática*, 3(2), 3005-3021. <https://doi.org/10.52783/jier.v3i2.556>
- Sonnentag, S., Tay, L. y Neshor Shoshan, H. (2023). Una revisión sobre la salud y el bienestar en el trabajo: más que estresores y tensiones. *Psicología del Personal*, 76(2), 473–510. <https://doi.org/10.1111/peps.12572>
- Tajigharajeh, S. S. M., Abadi, T. S. H., Abadi, S. S. H., Kargar, M., Panahi, M., Hasani, M. y Ghaedchukamei, Z. (2021). Determinación de la relación entre la inteligencia emocional y la sensibilidad interpersonal con la calidad de vida laboral en enfermeras. *Revista de Educación y Promoción de la Salud*, 10(1), 1-9. https://doi.org/10.4103/jehp.jehp_612_20
- Tirado-Vides, M. M., Cudris-Torres, L., Redondo-Marín, M. P. y Jiménez-Ruiz, L. K. (2020). Inteligencia emocional, clima organizacional y estrés ocupacional en profesionales que prestan servicios en primera infancia. *Clío América*, 14(27), 441–453. <https://doi.org/10.21676/23897848.3763>
- Ugoani, J. N. N., Amu, C. U. y Kalu, E. O. (2015). Dimensiones de la inteligencia emocional y el liderazgo transformacional: un análisis de correlación. *Revista independiente de gestión y producción*, 6(2), 563-584. <https://doi.org/10.14807/ijmp.v6i2.278>
- Wang, E., Jiang, W. y Mao, S. (2020). Autonomía laboral e intención de rotación entre trabajadores sociales en China: funciones del enriquecimiento del trabajo a la familia, satisfacción laboral y tipo de sector. *Revista de investigación de servicios sociales*, 46(6), 862–876. <https://doi.org/10.1080/01488376.2019.1698487>

Educación y Competencias Digitales / Education and Digital Competence



EFL Learners' View on the Use of Flip for Oral Practice

Perspectivas de Estudiantes de Inglés como Lengua Extranjera sobre el Uso de Flip para la Práctica Oral

Graciela Ferreiro Santamaria¹ <https://orcid.org/0009-0005-3976-8783>

¹Universidad Latina de Costa Rica, San José, Costa Rica
graciela.ferreiro@ulatina.net



Esta obra está bajo una licencia internacional
Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0.

Sent: 2024/08/06

Accepted: 2024/11/22

Published: 2024/12/30

Abstract

Flip, a free video-based app, offers the potential for creating interactive discussion spaces and promoting much-needed oral practice for English as a Foreign Language (EFL) learners. This study aimed to discover A1 learners' perceptions of Flip's usability, effectiveness for oral practice, and perceived advantages and disadvantages. Thirty university beginner students voluntarily participated in an online questionnaire comprising closed-ended questions using the Likert scale and open-ended questions aiming for qualitative data. Findings revealed that the app was overwhelmingly well-received by students who found it easy to use, practical, dynamic, and useful for oral practice. Cited advantages included utility, accessibility, and the ability to view and learn from classmates' videos. A few disadvantages were also mentioned, such as the need for a steady internet connection and some anxiety about sharing videos publicly. The study concluded that learners hold a positive view of Flip Flip and that it should be more widely utilized by English teachers in their classrooms, given its potential for facilitating oral practice and interactive discussions among EFL students.

Keywords: application software, language instruction, opinion, utility, oral expression, ICT.

Resumen

Flip, una aplicación gratuita en formato video, ofrece un gran potencial para crear espacios de discusión interactivos y promover la práctica oral tan necesaria para los estudiantes de inglés como lengua extranjera (EFL). El objetivo de este estudio fue descubrir las percepciones de los estudiantes de nivel A1 sobre la utilidad de Flip, su eficiencia para la práctica oral y las ventajas

Summary: Introduction, Literature Review, Methodology, Findings and discussion, Conclusions and limitations..

How to cite: Ferreiro, G. (2024). EFL Learners' View on the Use of Flip for Oral Practice. *Revista Tecnológica - Espol*, 36(2), 62-72. <https://rte.espol.edu.ec/index.php/tecnologica/article/view/1225>

y desventajas percibidas. Se recopilaron opiniones de treinta estudiantes universitarios principiantes que participaron de forma voluntaria a través de un cuestionario en línea con preguntas tipo escala de Likert y preguntas abiertas para consignar datos cualitativos. Los resultados revelaron que la aplicación fue extremadamente bien recibida por los estudiantes, quienes la encontraron muy fácil de usar, práctica, dinámica y útil para la práctica oral. Entre las ventajas citadas se incluyeron su utilidad, accesibilidad y la capacidad de ver y aprender de los videos de sus compañeros. Se mencionaron pocas desventajas, como la necesidad de una conexión a internet estable y cierta ansiedad por ser vistos por los compañeros. El estudio concluyó que Flip es muy apreciada por los estudiantes y debería ser utilizada más ampliamente por los profesores de inglés en sus aulas, dado su potencial para facilitar la práctica oral y las discusiones interactivas entre los estudiantes de EFL.

Palabras clave: software, aplicación, opinión, estudio de lenguaje, expresión oral.

Introduction

Teaching English as a Foreign Language (EFL) has long presented numerous challenges, particularly in oral communication. As Parr and Krashen (1986) asserted, two key factors are essential for acquiring a foreign language: ample exposure to comprehensible input and high levels of learner motivation and confidence.

A significant factor involved in learning another language is the anxiety that arises in beginner students when attempting to communicate. This feeling of unease, restlessness, and apprehension associated to a feeling of insecurity experienced by students while interacting with others can be explained by lack of vocabulary, low levels of grammatical proficiency, insufficient exposure to the language, incorrect pronunciation, and a lack of confidence (Malik et al., 2024; Wahyuningsih & Afandi, 2020).

According to Baran-Łucarz (2021), Willingness to Communicate (WTC) in a foreign language is determined by the cultural background of the students. Following Hall's description (1959, as cited in Gupta & Sukanto, 2020) culture, understood as the compendium of human behavioral patterns, perceptions, beliefs and material practices, can be classified into high-context and low context. In high context cultures, communication style is conditioned by the close proximity of the interlocutors (Gupta & Sukanto, 2020), is usually less direct and relies on non-verbal cues more than the actual verbal message. Latin Americans, typically high-context cultures (Broeder, 2021) do not like to feel exposed and dislike to be placed on the spotlight, especially if they are conscious of their limitations since they are "much more subtle, indirect, and rely more on the importance of non-verbal signals. High-context cultures also emphasize harmony, relationships, and 'face-saving'" (Levitt, 2022 p. 4) Typically, learners are very self-aware and prefer not to risk being ridiculed by peers. They are usually not comfortable with public speaking or facing big audiences. Therefore, students frequently refrain from participating in class in an attempt to avoid the possibility of making mistakes and being corrected by their instructors. They do not wish to experience embarrassment in front of their peers.

This compels educators to devise a variety of creative strategies to promote positive environments where students can feel more motivated and comfortable to interact in the target language. Lately, with the advancement of technology, the processes of teaching and learning have revitalized, enabling students to achieve greater autonomy in their learning processes. But the fact remains that extensive oral interaction is difficult to achieve in an EFL classroom, particularly in remote education (Mohd Basar et al., 2021).

In addition, low motivation, lack of interest in oral activities, and few opportunities to practice speaking are common problems for second or foreign language learners, as pointed out by Thi Lai, et al.,(2021). In the context of this study, among university students whose native language is Spanish, initial-stage learners often express self-consciousness about their limited English language skills. This insecurity frequently leads to avoidance behaviors, such as refraining from speaking in class.

Another challenge faced by language instructors is, as Al Fareh (2010) explains (cited by Al-Bogami, & Elyas 2020) that students commonly perceive EFL classes as boring and sometimes futile, especially when they have to take mandatory courses as part of their program.

In a highly technological world, teaching methods that are outdated are construed as one of the most important reasons for the low levels of performance and lack of interest in students in language classes (Mahboob & Elyas, 2014, cited in Al-Bogami, & Elyas 2020).

Among the different existing options available today in language teaching, the use of mobile technology significantly expands learning possibilities and has a considerable impact on learning activities (Eshankulovna, 2021). Technology and artificial intelligence offer endless possibilities, where Flip (formerly known as Flipgrid) stands out as an excellent tool. This is a very useful application with numerous advantages, such as easy access, no expense, and convenience, among others. In the literature, several empirical studies can be found around its utilization, but there is little information about users' perceptions on its usefulness for language practice. Therefore, this study aims to explore this tool's potential to enhance English language learning, particularly for beginners.

I have been using this application for some time in basic English (A1) classes at private universities, both in virtual and hybrid flex settings. The latter, as defined by Oxford University, is an educational model where some students attend lectures or seminars in person while others participate virtually from home. As a result of the COVID-19 pandemic and subsequent lockdowns, the range of options for remote learning has significantly expanded. Nowadays there are many alternatives to traditional face-face interaction in education, including flip classroom, blended learning, remote instruction and e-learning.

Given its benefits, I have incorporated Flip as a supplementary tool to enhance learner participation during class. Students are asked to record video responses to simple prompts related to the class content, providing opportunities for oral practice. They are encouraged to watch their peers' videos and provide written feedback, although this practice is less common.

The current research explores students' perceptions of Flip, including its features, usefulness, and impact on oral English practice. The following research questions guide this investigation.

1. Do English as a foreign language (EFL) beginner students find Flipgrid easy to use?
2. How appealing do EFL students find the platform for its features?
3. Do learners consider the application useful for practicing and improving their oral English?
4. What advantages and disadvantages do beginner students perceive in using Flip?.

Literature Review

Promotion of speaking skills through oral practice

Proper oral communication is considered one of the most essential skills when acquiring a foreign or second language (Crisianita & Mandasari, 2022; Miranda, & Wahyudin, 2023). Being able to speak accurately and fluently frequently translates in better job opportunities, professional development, better interaction with foreigners, access to information and many other advantages.

Several studies have reported the numerous factors that are involved in the achievement of this complex task which range from linguistic domain to psychological difficulties, including hesitance and the interference of low self-esteem in the learners' success (Zainurrahman & Sangaji, 2019; Miranda, & Wahyudin, 2023). Following Krashen's comprehensible input and affective filter hypotheses (Krashen, 1982), it seems there is a logical positive correlation between exposure to language and low anxiety levels and the ability to communicate. Gökcan and Çobanoğlu (2018) in their study, for instance, concluded that more exposure to English increased test performance by diminishing the anxiety in students.

Evidently, learners need to have opportunities for interaction with other speakers of the target language. Communicative activities include those that encourage and require a learner to speak with and listen to their peers, in addition to interacting with the facilitator or being exposed to models of oral English in the form of audios and videos. These interactions are an essential component of acquiring English successfully (Shawaqfeh et al., 2024). Consequently, many strategies used by EFL teachers have been reported to minimize the reluctance of learners to interact with classmates and teachers among which Raalten and Roald (2023) mention informal activities that ensure a positive classroom environment, providing predictable routines, and praising oral participation. Instructors are constantly looking for innovative and engaging ways to promote speaking in class. To increase the oral performance, activities such as role-plays or dialogues, discussion, speeches, conversation, audiotapes, games and other accuracy-based activities can be implemented in class (Crisianita & Mandasari, 2022).

Flip app

Flip is an online video discussion platform which was designed to promote social interaction between students and enhance autonomy. It was developed in 2014 by Professor Charles Miller at the University of Minnesota, making it a relatively recent language teaching tool. In June 2018, Microsoft acquired the platform, including it as part of Office 365 for education, thus educators could easily access it. Very recently, as of July 2024, Microsoft has incorporated it to its TEAMS app making it even more accessible to facilitators who regularly use this platform.

Using this app, the teacher can create a 'grid' of topics (questions or prompts), share the link with students, and require learners to create short video responses. Traditionally, through Microsoft or a Google account the instructor created a user and from that point on could generate as many grids as needed. Now, it is even easier to use since the learners can access through TEAMS the assignments created by teachers. A topic of discussion, or a prompt as guidance to complete an assignment, is presented to the students who can access each grid at their convenience. The teacher can also record verbal instructions to accompany written ones or provide a model of what is expected from the learners (Hammett, 2021). These topics can be "duplicated" to other classes making it unnecessary to spend time creating similar or identical assignments from scratch. Additionally, the instructor can determine the length of the videos ranging from 30 seconds to 10 minutes.

To upload videos and responses to classmates' contributions, students use a simple video recorder included in Flip (Android and iOS) or do so via any web browser. Formative feedback is easily provided either written and/or video-based by the tutor and classmates. Comments can be made publicly or in private. This helps students take control of their learning (Nicol & Macfarlane-Dick, 2006 cited in Stoszkowski, 2018) and promotes interactive participation while allowing facilitators to provide feedback individually, respecting the students' privacy. Facilitators can even include a rubric in the comments for the assessment of the task.

The app offers several advantages, including accessibility. Users do not need to create an account or sign up; they simply join the class on TEAMS. It is readily available for recording responses, and instructors and classmates can watch the videos.

A significant advantage is its cost-effectiveness. Unlike other applications offering limited free versions and premium subscriptions, Flip is free for educators and students. No additional costs are required to access all its features.

Convenience is another advantage. Because the discussion is asynchronous and therefore not time-or place-dependent, it clearly benefits students who live far from campus or who are working or have other commitments and have less time for assignment completion (Stoszkowski, 2018). In addition, students who need more time to process information or who might need to repeat the recording of videos several times have the chance to do so without any restriction. They can also repeatedly watch their classmates' videos for extra practice, if they so desire.

More opportunities for participation are also created. Those students who might sit back in class-based discussions are more involved because they must record some form of participation, whilst those who might otherwise dominate discussion cannot exceed the time limit set by the instructor (Hall & Buzwell, 2013 cited in Stoszkowski, 2018). The app's flexibility allows students to learn outside the classroom and not limited to a specific time or place, as long as they have access to the internet. They can join and post their responses on their laptop or smartphone.

Its appeal is another positive characteristic. Nowadays most learners are digitally literate because of their exposure to new technology. Most young adults are very familiar with applications that promote social interaction through texts, voice messages and even video (Arulogun, et al., 2020). So, videos showing instructions for tasks or the ability to present their work in this format can be more appealing than reading written material or any other type of traditional exercise which they might perceive as boring. Students who do not feel confident about their writing and reading skills also could prefer video-based interaction. The app permits music and stickers to be added to the videos as well, which is appealing to the younger users and resembles other popular social media applications.

Among the disadvantages or potential obstacles, reliable internet connectivity, adequate device hardware (including camera and microphone), and consistent power supply are paramount. As with any internet-dependent application, a stable internet connection is crucial for a smooth user experience. Those with older computers or 'lower specification' phones may also experience issues (Stoszkowski, 2018).

Competitiveness can be another drawback and depending on the situation could be positive or negative. As with many other common social media platforms, reaction to videos

such as "likes" or "hearts" can be used to show approval. This could lead to unhealthy competitiveness, and might dent the confidence of some students if they receive fewer views or likes than others (Stoszkowski, 2018). Conversely, it may boost the desire to get likes and therefore the students will be interested in creating great videos and would consequently pay attention to adequate use of language, accuracy and proper pronunciation and intonation.

Another possible disadvantage is the fact that some learners could feel uncomfortable about being 'on-screen' where their appearance or their low performance could be 'judged' by their peers.

This tool has been in the market for around ten years, yet the literature around its use is not abundant (Hammett, 2021); it is particularly limited in the case of university students (Pham, 2023). According to Hammett (2021), McLain in 2018 was one of the first to publish a study that examined the efficacy of using the app in a language-teaching context. This research found Flipgrid to be an effective learning tool for Business English Writing students in Korea (McLain, 2018). Green et al. (2021) also conducted a study based on the teachers' use of the tool in the classroom and their perception of its effect on learning. The findings indicate that even though the app was originally created for integration and to promote engagement, its uses expand to give voice to shy students and promote creativity. Furthermore, there are some studies based on the effect of using Flip in English language classes that have reported an improvement in fluency, pronunciation, grammar, and vocabulary (Fajardo-Guapisaca & Argudo-Garzón, 2022; Franco-Bayas, et al., 2021; Mango, 2021).

Methodology

This study utilized a cross-sectional research design to collect data on the opinions and experience of learners regarding the integration of Flip in their educational setting. Non-probabilistic sampling was employed, aligning with the characteristics of the population consisting of undergraduate students enrolled in the mandatory A1 English course at a private university in San Jose, Costa Rica. These students were from various majors and were taking their initial EFL course.

An online questionnaire developed in the participants' native language, Spanish, was submitted to all the registered students in the course. They were informed of the nature of the study and, voluntarily, 30 completed the form. The questionnaire consisted of seven closed-ended items using a 5-point Likert-type scale which aimed at discovering the students' familiarity with the app, their opinion about the perceived usefulness and the extent of the interaction that occurred with the videos uploaded by their classmates. The second part of the instrument collected the qualitative information through open-ended questions, requesting participants to comment on the advantages and disadvantages they perceived. The inner validity of the closed-questions from the instrument was confirmed through the Cronbach Alpha coefficient, which yielded 0.875, considered an acceptable value by Rodríguez-Rodríguez and Reguant-Álvarez (2020).

Data analysis included basic descriptive statistics such as mean and thematic analysis performed for the qualitative data in the open-ended questions responses. Thematic analysis is a research method used to identify and interpret patterns or themes in a data set; it often leads to new insights and understanding (Naeem et al., 2023).

Findings and discussion

The study revealed that only 20% of participants had prior knowledge of the application before enrolling in the course. This suggests that the app is not widely recognized, leading to the conclusion that despite the time it has been on the market, educators seem to ignore its potential uses, similar to what Mango (2021) reported in his research.

An overwhelming majority of participants expressed highly positive opinions regarding the ease of use of the application, with 47% expressing complete agreement and 50% agreeing with the statement "It was easy to use," similar to Mango's findings (2021).

Furthermore, half of the participants completely agreed, and the other half agreed with the amenability of the application. It is important to highlight that there were no negative responses. 87% expressed that they did not have any difficulty using it, while 13% maintained a neutral position. This generalized positive opinion among users of Flip, expressing that it was pleasant and easy to use, coincides with the findings of Fajardo-Guapisaca and Argudo-Garzón (2022), Franco-Bayas et al. (2021), Hammett (2021), Mango (2021), and Syahrizal and Pamungkas (2021), who highlighted the easiness of its use. Similarly, Espárrago-Kalida, et al., (2022) reported that students are favorable towards the features of Flipgrid, also supported by Chien's (2021) research.

Regarding interaction with classmates' video responses, 13% of participants reported viewing all videos, 67% viewed some, and 20% did not view any. Despite the application's original intent for interaction or discussion, the purpose of this investigation was not focused on that aspect, and the students' interaction with classmates' videos was optional. Nevertheless, it appears that natural curiosity prompted a high percentage (80%) of the learners to watch at least some videos or all of them, ultimately leading to extra exposure to the language. Yet, despite the data, the participants denied commenting on the videos they watched, with only 10% acknowledging that they had left a comment. This is consistent with the participants' proficiency level of A1/A2; they may have felt uncomfortable writing in English, or they were too shy to do so. Conversely, Espárrago-Kalidas et al. (2022) reported that, in general, they found Flip to be an excellent tool to boost student engagement. Additionally, Chien (2021) mentioned among the results that participants expressed satisfaction with interacting and communicating with their classmates coinciding with Coello Vásquez et al.'s (2023) findings.

Concerning the perception of the application's usefulness for oral practice, 40% of participants expressed complete agreement, 50% with the fact that it was useful, and the remaining 10% had a neutral answer. No negative perceptions were reported. This positive attitude about the app's usefulness in oral practice is confirmed by several studies (Apoko & Chong, 2022; Chien, 2021; Coello Vásquez et al., 2023; Fajardo-Guapisaca & Argudo-Garzón, 2022; Mango, 2021; Thi Lai et al., 2021).

As for the open-ended questions, the most frequently mentioned advantage was its ease of use and versatility, followed by adjectives such as "user-friendly," "practical," and "dynamic." These perceptions are consistent with those manifested in Petersen et al. (2020) and Syahrizal and Pamungkas (2021). Students highlighted the convenience of not having to submit a video through other channels to complete an assignment. They also mentioned that it had been useful to watch their classmates' videos to improve vocabulary and pronunciation, which aligns with findings reported by Coello et al. (2023), Mango (2021), and Thi Lai et al. (2021).

No participant mentioned increased confidence as a benefit of using the app, which was one of the predominant advantages found by Thi Lai et al. (2021) and Apoko and Chong (2022), nor lowering anxiety reported by Mango (2021) and Pham (2023).

Regarding the disadvantages expressed by the learners, 30% stated that they did not find any, which reinforces the perceived positive attitude of users. Two participants mentioned that they disliked the fact that all class members could see the videos; they thought they should be private, which coincides with the findings of Hammett (2021), Mango (2021), and Stoszowski (2018) and seems coherent to cultural or personality factors of shyness and self-awareness when students know they are being overserved. One participant reported difficulties using the app on a mobile device, aligning with technical issues noted by Petersen et al. (2020). Incidentally, no participants considered the lack of immediate feedback a problem, contrary to Mango's (2021) report, where 27% mentioned this aspect. One of the features of the app is that the facilitators can take their time to evaluate the videos and provide a more detailed assessment, either as written or oral comments.

Conclusions and limitations

Conclusions

One of the responsibilities of language instructors is to encourage learners to become more autonomous in addition to creating pleasant and low-anxiety learning environments while promoting engagement and participation. New applications and software available offer a wide variety of options for more independent learning. Flip application with its numerous advantages combined with interesting and appropriate tasks provides students the opportunity to use the target language at their own pace, become aware of their performance, and take actions to improve their oral skills.

The findings of this research indicate that learners perceive Flip as a useful tool for fostering social learning and improving oral proficiency. They consider the app user-friendly, dynamic, easy to use, convenient, and accessible if there is a reliable internet connection.

Users seem to like the features and find the creation of videos fun, especially because there is no special skill needed to do so, nor there is a need to create accounts and remember passwords. It is simple and intuitive to use, and students appreciate its convenience and familiar user interface.

Participants consider that the app helped them practice, not only because they had to repeat the recording until they were satisfied with the results, but also because they watched their classmates and compared pronunciation.

In conclusion, the advantages of using Flip significantly outweigh the disadvantages. Students primarily praised its ease of use, accessibility, convenience, and utility. A few disadvantages were identified, with the main concern being technological dependence. A reliable internet connection, preferably via a computer or laptop, is essential, as some students reported difficulties using the app on mobile devices. Another aspect to consider is that shy students might not like to be exposed to public scrutiny through the videos, but this could be easily handled by teachers by working on boosting self-esteem and promoting a respectful and safe classroom environment.

EFL teachers should consider including this application in their language classes as a supplement to other techniques that enhance oral production because the general perception of

the users seems to be that Flip constitutes a convenient platform to practice and improve their communication skills in an easy and fun way.

Limitations

One limitation of this study was the relatively small sample size (N=30). Future research should involve a larger number of participants.

In addition, all participants were young adults. Therefore, it can be assumed that they are relatively familiar and probably use similar platforms or social media and, thus, found the app very agreeable to other forms of communication used by them. It would be interesting to research if the perception of older students who might not be so technologically savvy is just as positive as the one exhibited by the subjects of this research.

Finally, the study was limited to the perceptions of beginner English language learners, focusing solely on their subjective opinions. Quantitative data measuring the app's impact on oral improvement was not collected. Future research could investigate the app's influence on vocabulary and pronunciation through quasi-experimental design. Additionally, exploring the perceptions of more advanced learners would provide valuable insights.

References

- Al-Bogami, B., & Elyas, T. (2020). Promoting Middle School Students' Engagement Through Incorporating iPad Apps in EFL/ESL Classes. *Sage Open*, 10(2). <https://doi.org/10.1177/2158244020926570>
- Apoko, T.W. & Chong S.L. (2022) The Attitudes of Primary Teacher Education Program Students Towards Utilizing Flidgrip in English Speaking Skills. *Journal of Education, Teaching, and Learning* 7(2). 154-160 <https://api.core.ac.uk/oai/oai:ojournal.stkipsingkawang.ac.id:article/3305>
- Arulogun, O.T., Akande, O.N., Akindele, A. & Badmus, T. A. (2020) Survey dataset on open and distance learning students' intention to use social media and emerging technologies for online facilitation. *Data in Brief* 31. <https://doi.org/10.1016/j.dib.2020.105929>
- Baran-Łucarz, M. (2021). The Mediating Effect of Culture on the Relationship Between FL Self-assessment and L2 Willingness to Communicate: The Polish and Italian EFL Context. In: Zarrinabadi, N., Pawlak, M. (eds) *New Perspectives on Willingness to Communicate in a Second Language*. Second Language Learning and Teaching. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-67634-6_5
- Broeder, P. (2021). Informed Communication in High Context and Low Context Cultures. *Journal of Education, Innovation, and Communication* , 3(1), 13-24. <https://doi.org/10.34097/jecom-3-1-june21-1>
- Chien, P. V. (2021). Japanese University Students' Perceptions of Flipgrid in English Discussion Class. *International Journal for Educational Media and Technology*, 15(1). <https://ijemt.org/index.php/journal/article/view/20>
- Coello Vásquez, J., Castañeda Junco, R. ., Tapia Lemos, J. ., Monroy Barragán, G. G. ., & Gortaire Díaz, D. . (2023). El uso de Flipgrid para mejorar la producción oral y la pronunciación en el aprendizaje de inglés. Caso de estudio. *Revista InveCom*, 4(2), 1–14. <https://revistainvecom.org/index.php/invecom/article/view/3055>
- Crisianita, S. & Mandasari, B. (2022). The Use of Small-Group Discussion to Improve Students' Speaking Skill. *Journal of Research on Language Education*, 3(1), 61-66. <https://ejurnal.teknokrat.ac.id/index.php/JoRLE/index>
- Eshankulovna, R. A. (2021). Modern technologies and mobile apps in developing speaking skill. *Linguistics and Culture Review*, 5(S2), 1216-1225. <https://doi.org/10.21744/lingcure.v5nS2.1809>

- Esparrago-Kalidas, A. J., Manla, E., Halibas, S. J., Armeñon, M., Vuelban, A. M., & Aporillo, J. M. (2022). Using Flipgrid as an Interactive Application to Improve Filipino Students' Engagement in Language Flexi-Learning. *AsiaCALL Online Journal*, 13(3), 9-21. <https://doi.org/10.54855/acoj.221332>
- Fajardo-Guapisaca, M.M. & Argudo-Garzón, A.L. (2022) Oral skills and Flipgrid platform in English as a foreign language learners. *Revista Arbitrada Interdisciplinaria KOINONIA* 7(7) <http://dx.doi.org/10.35381/r.k.v7i1.1678>
- Franco-Bayas, M.A., Contreras-Moscol, D.F., Acaro-Ramos, E.M., & Mora Aristega, J.E., (2021) La percepción de los estudiantes en el uso de la herramienta Flipgrid para el aprendizaje del idioma inglés en el Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Babahoyo. *Dom. Cien* 7(4) <http://dx.doi.org/10.23857/dc.v7i4.2489>
- Green, T. D., Besser, E. D., & Donovan, L. C. (2021). More than Amplifying Voice and Providing Choice: Educator Perceptions of Flipgrid Use in the Classroom. *TechTrends: Linking Research & Practice to Improve Learning*, 65(5), 785–795. <https://doi.org/10.1007/s11528-021-00635-3>
- Gökcan, M., & Çobanoğlu Aktan, D. (2018). Investigation of the variables related to TEOG English achievement using Language Acquisition Theory of Krashen. *Pegem Journal of Education and Instruction*, 8(3), 531–566. <https://doi.org/10.14527/pegegog.2018.021>
- Gupta, M. & Sukanto, K. E. (2020) Cultural Communicative Styles: The Case of India and Indonesia. *International Journal of Society, Culture & Language*, 8(2) 105-120. https://www.ijscsl.com/article_39000.html
- Hammett, D.A. (2021) Utilizing Flipgrid for speaking activities: A small-scale university-level EFL study. *Technology in Language Teaching & Learning*, 3(2), 34–50 <https://doi.org/10.29140/tltl.v3n2.509>
- Krashen, S.D. (1982) *Principles and Practice in Second Language Acquisition*. Internet edition. <https://rb.gy/j03i20>
- Levitt, S.R. (2022) Intercultural Competence in International Teamwork: Understanding High- and Low-context Communication Styles. *Communication and Media in Asia Pacific (CMAP)* 5(1) <http://doi.org/10.14456/cmap.2022.1>
- Malik, S. ., Oteir, I. ., & Alotaibi, A. N. . (2024). An empirical investigation of the relationship between individual learner factors and foreign language speaking anxiety in EFL university learners. *International Journal of Innovative Research and Scientific Studies*, 7(2), 674–689. <https://doi.org/10.53894/ijirss.v7i2.2863>
- McLain, T. R. (2018). Integration of the Video Response App FlipGrid in the Business Writing Classroom. *International Journal of Educational Technology and Learning*, 4(2), 68–75. <https://doi.org/10.20448/2003.42.68.75>
- Miranda, J.A. & Wahyudin, A.Y.(2023) Pre-service Teachers' Strategies in Improving Students' Speaking Skills *Journal of English Language Teaching and Learning*, 4(1), 40-47. <http://jim.teknokrat.ac.id/index.php/english-language-teaching/index>
- Mango, O. (2021) Flipgrid: Students' Perceptions of Its Advantages and Disadvantages in the Language Classroom. *International Journal of Technology in Education and Science*, 5(3)277-287 <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1311487.pdf>
- Mohd Basar, Z., Norhaini Mansor, A., Azhar Jamaludin, K., & Salwana Alias, B. (2021) The Effectiveness and Challenges of Online Learning for Secondary School Students – A Case Study. *Asian Journal of University Education*, [S.l.], v. 17, n. 3, p. 119-129, ISSN 2600-9749. <https://myjms.mohe.gov.my/index.php/AJUE/article/view/14514>.
- Survey dataset on open and distance learning students' intention to use social media and emerging technologies for online facilitation,

- Par, P.C., & Krashen, S. (1986). Involuntary rehearsal of second languages in beginning and advanced performers. *System*. 14(3) 275-278 [https://doi.org/10.1016/0346-251X\(86\)90022-9](https://doi.org/10.1016/0346-251X(86)90022-9)
- Petersen, J. B.; Townsend, S. D. C. & Onak, N. (2020) Utilizing Flipgrid Application on Student Smartphones in a Small-Scale ESL Study. *English Language Teaching*, 13(5) 164-176 <https://doi.org/10.5539/elt.v13n5p164>
- Pham, Q. A. (2023). The English Majored Students' Perceptions of Using Flipgrid in Online Speaking Classrooms. *International Journal of TESOL & Education*, 3(3), 101–118. <https://doi.org/10.54855/ijte.23336>
- Raalten, M. H. van & Roald, A. (2023) Strategies to support reluctant speakers. [Master's thesis] Oslo Metropolitan University. <https://hdl.handle.net/11250/3097257>
- Rodríguez-Rodríguez, J. & Reguant-Álvarez, M. (2020). Calcular la fiabilidad de un cuestionario o escala mediante el SPSS: el coeficiente alfa de Cronbach. REIRE <https://revistes.ub.edu/index.php/REIRE/article/download/reire2020.13.230048/31484/73498>
- Shawaqfeh A.T., Jameel A.S., Al-adwan, L.A.Y., & Khasawneh M.A.S. (2024) Interaction as a Mechanism to Enhance English Language Proficiency in the Classroom. *Journal of Language Teaching and Research* 15(1) <https://doi.org/10.17507/jltr.1501.25>
- Stoszowski, J. (2018) Using Flipgrid to develop social learning. *Compass: Journal of Learning and Teaching*, 11(2), <https://api.core.ac.uk/oai/oai:journals.gre.ac.uk:article/786>
- Syahrizal, T.& Pamungkas, M. Y. (2021) Revealing Students' Responses on the Use of Flipgrid in Speaking Class: Survey on ICT. *Acuity: Journal of English Language Pedagogy, Literature and Culture*, 6(2) 96-105 <https://jurnal.unai.edu/index.php/acuity>
- Thi Lai, T., Thi Hong Lien, N. ., & Ngoc Vu, N. (2021). FlipGrid App for Teaching Speaking Skills: Students' Perceptions and performance impact. *VNU Journal of Foreign Studies*, 37(6), 155-167. <https://jfs.ulis.vnu.edu.vn/index.php/fs/article/view/4928>
- Wahyuningsih, S. & Afandi, M. (2020) Investigating English Speaking Problems: Implications for Speaking Curriculum Development in Indonesia. *European Journal of Educational Research* 9(3) 967 - 977 <https://doi.org/10.12973/eu-jer.9.3.967>
- Zainurrahman, Z., & Sangaji, S. (2019) A Study on the University Students' Speaking Difficulties. *Langua: Journal of Linguistics, Literature, and Language Education*, 2(1), 1-8. <https://doi.org/10.5281/zenodo.2588073>

A systematic review on measurement instruments of digital competence of university teachers in English Teaching majors

Revisión sistemática de instrumentos de medición de competencias digitales de docentes universitarios en carreras de Enseñanza de Inglés

Mario Esteban Alpizar Rodríguez¹ <https://orcid.org/0000-0003-0254-5680>

¹Universidad Americana de Costa Rica, San José, Costa Rica
mario.alpizarrodriguez@ucr.ac.cr



Esta obra está bajo una licencia internacional
Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0.

Sent: 2024/07/02
Accepted: 2024/12/13
Published: 2024/12/30

Abstract

The research presents a systematic review of measurement instruments for assessing digital competencies among university teachers in English teaching majors in Costa Rica. The study aimed to analyze the digital competencies of educators across various models and regions, identifying the most common competences and categorizing them into distinct dimensions. Data were gathered using a systematic bibliographic review methodology, and relevant literature was analyzed qualitatively. The findings reveal key elements contributing to an ideal measurement instrument, highlighting essential competencies university teachers should possess to effectively integrate digital tools into their teaching practices. This review sheds light on the current state of digital competence among educators and serves as a foundation for developing robust assessment tools tailored to the specific needs of English teaching professionals in Costa Rica. By delineating the critical dimensions of digital competencies, this research provides valuable insights for educational institutions aiming to enhance the digital proficiency of their teaching staff.

Keywords: Digital competencies, teachers' competencies, use of didactic resources, technological competencies, Information and Communication Technologies.

Summary: Introduction, Literature review, Methodology, Procedure, Conclusions and recommendations..

How to cite: Alpizar, M. (2024). A systematic review on measurement instruments of digital competencies of university teachers in English Teaching majors. *Revista Tecnológica - Espol*, 36(2), 73-94.
<https://rte.espol.edu.ec/index.php/tecnologica/article/view/1200>

Resumen

Esta investigación presenta una revisión sistemática de los instrumentos de medición para evaluar las competencias digitales de los docentes universitarios de las carreras de enseñanza de inglés en Costa Rica. El estudio tiene como objetivo analizar las competencias digitales de los educadores en diversos modelos y regiones del planeta, identificando las competencias más comunes y categorizándolas en dimensiones distintas. Se utilizó una metodología de revisión bibliográfica sistemática, se recopiló y analizó la literatura relevante a través de un enfoque cualitativo. Los hallazgos revelan elementos clave que contribuyen a un instrumento de medición ideal, destacando las competencias esenciales que los docentes universitarios deben poseer para integrar eficazmente herramientas digitales en sus prácticas de enseñanza. Esta revisión no solo resalta el estado actual de la competencia digital de los educadores, también sirve como base para desarrollar herramientas de evaluación robustas adaptadas a las necesidades específicas de los profesionales de la enseñanza de inglés en Costa Rica. Al delinear las dimensiones críticas de las competencias digitales, esta investigación proporciona valiosos conocimientos para las instituciones educativas que buscan mejorar la competencia digital de su personal docente.

Palabras clave: Competencias digitales, competencias docentes, uso de recursos didácticos, competencias tecnológicas, Tecnologías de la Información y las Comunicaciones.

Introduction

Currently, education as a pillar of the development of society, as in other areas, has been permeated by the integration of Information and Communication Technologies (hereinafter ICT) in the formation processes of all educational levels. Specifically in English teaching, these tools have become an essential resource for transformation, strategic management, and favorable empowerment, intensifying their use in this 21st century (García et al, 2018).

Teachers are an essential part of the teaching process and greatly influence learning, so they must have the appropriate abilities, knowledge, and competencies to promote and establish suitable spaces for knowledge creation and skills development through ICT, according to the demands of the 21st century (Carballo et al., 2015, p. 3).

Within the multiplicity of existing competencies involved in teaching, digital teaching competencies turn out to be essential given the current technological demands and the role that universities play as centers for the professional training of teachers, specifically in English language teaching, which is the focus of this research.

In previous studies conducted at the Universidad de Costa Rica, Charpentier and Escalante (2015) found that the use of ICT as a teaching resource among university educators was limited and not linked to the development of language skills. As a result, examining how this situation has evolved in the current national context becomes relevant, especially considering that the role of a university educator in the English teaching program should be of a designer and mediator of spaces for knowledge construction and include the adoption and integration of the tools, devices, and digital applications provided by the use of ICT (Cruz, 2018).

From this premise, and since there is no definition of a measuring instrument of digital teaching competencies in the country, the following questions arose: What digital competencies can be measured to define an English teacher at a university level as efficient

and competent? How have these competencies been measured in other parts of the world? What competencies could be adapted and measured in the context of higher education in Costa Rica?

The main purpose of this bibliographical systematic review is to collect information and data on instruments for measuring the digital competencies of university teachers from different regions of the world, to understand their adaptation to each different context and thus define the appropriate elements for an ideal instrument for measuring these competences in university teachers of English in Costa Rica.

Literature review

Various documents were analyzed, including models of digital competencies related to the use of ICT and their implementation in different areas of the world, indexed articles, and previous research, which provide a broader perspective on the topic. The research was selected based on the specific topic, methodology, and theoretical frameworks. The documents were organized in a contextual order from the international level to the regional level and finally to the local level. They are presented in two main areas: teacher digital competencies and the didactic use of ICT in English teaching at the university level.

Teacher digital competencies result from the knowledge and use of ICT, as well as the abilities and skills for information search and evaluation and timely problem-solving that arise from the constant use of these technological tools to promote the education of informed individuals capable of social development (UNESCO, 2008).

For this research and as a reference for teacher digital competencies, the INTEF model (2017) was considered, which focuses on the technical knowledge of ICT and its use to promote communication, creation, collaboration, and problem-solving in the teaching practice.

This model is divided into five areas, namely:

- **Informational literacy:** This focuses on navigation, search, and filtering of information, as well as the evaluation, storage, and retrieval of digital data. Ramírez and Casillas (2014) included a similar area in their knowledge framework called programs and information systems specific to the subject discipline, which covers programs related to a particular field through the use of electronic journals, websites, blogs, specialized databases, virtual libraries, and content repositories. According to Carrera and Coiduras (2012), one of the components of the digital competence of university teachers should be the treatment and efficient management of information on the web, which corresponds to the aforementioned area.
- **Communication and collaboration:** This focuses on interaction with the community, exchange of information, online citizen participation, collaboration through official channels, netiquette, and management of digital identity, which defines the user profile of ICT. Ramírez and Casillas (2014) also included two areas related to these competencies. The first is the communication area, which covers the use of WhatsApp, chat, email, social networks, learning platforms, blogs, video calls, and text messages. The second area is socialization and collaboration, which includes the use of social web services to follow, read, publish (in blogs), participate in forums, consult wikis, and use social networks. Additionally, this aligns with the RUTE model analyzed by Bosco (2008), specifically in its fifth area, referring to communication competencies through ICT, such as acquiring communication skills

and collaborative work strategies among teachers through virtual spaces and networks. Lastly, Carrera and Coiduras (2012) also mention that one of the components of the digital competence of university teachers is the use of the Internet for collaborative work, communication, and interpersonal interaction.

- **Digital content creation:** This includes the development, integration, and reworking of digital content while respecting authorship rights, licenses, and programming. As shown earlier, Ramírez and Casillas (2014) align with this model, but in this case, they divide digital content creation into three areas. The first is the creation and manipulation of text and enriched text content, which includes editing functions (text formatting, images, hyperlinks, comments, automatic indexes, citations, numbering, spelling check) in word processors and presentation functions in presentation management programs. The second area is the creation and manipulation of data, which encompasses competencies such as using and managing information sets, databases, and spreadsheets. Lastly, the third area is the creation and manipulation of multimedia content, which includes the creation, capture, recording, transfer, viewing, editing, and conversion of audio, video, and images. All of this aligns with Bosco (2008) in terms of instrumental computer competencies that include the knowledge and skills of individuals and computer resources, both hardware and software, which is more related to software due to the use of programs to create the variety of files mentioned by Ramírez and Casillas (2014). For this research, it is considered important to include editing, as programs allow for changing and even converting files into different formats for various uses.
- **Safety and cybersecurity:** Device usage involves the protection of personal data, management of digital identity, and health in the use of ICT and the digital environment. Once again, Ramírez and Casillas (2014) coincide and expand on the aspect of digital citizenship, which includes a variety of knowledge within this area, such as conventional use of writing in different communication contexts, use of emoticons, abbreviations, omission of spelling rules, different font types (color, size, style), exclusive use of capital letters, and use of formal/informal language. Additionally, relevant aspects for security are considered, such as publishing information on the web (passwords, geolocation), information integrity (antivirus, backups, website access), and responsible use of information and computer services (author licenses and open-source software). In this regard, other components considered by Carrera and Coiduras (2012) as part of the digital competence of university teachers can be included, such as the implementation and ethical, legal, and responsible use of ICT, which are also part of the digital identity that should be fostered in both teachers and students. Up to this point, technical aspects related mainly to the use and care of software and programs have been addressed, but it is important to consider hardware aspects as well, such as the management, maintenance, and troubleshooting of computer equipment and peripherals. This is in line with what Bosco (2008) analyzed, incorporating instrumental computer competencies related to the knowledge and skills of individuals in managing computer resources, including hardware.
- **Problem-solving:** This refers to the ability to identify needs and problems in the educational context and to propose and implement technological solutions. This includes the ability to analyze, evaluate, and select appropriate digital tools and resources for teaching and learning. Ramírez and Casillas (2014) also address this aspect, including areas related to the use of ICT as a tool for problem-solving, such as the use of software for problem-solving, the use of educational applications, and the use of virtual reality and augmented reality. Carrera and Coiduras (2012) also

coincide with this area, including the ability to integrate, adapt, and create educational resources using ICT.

It is important to note that these areas of teacher digital competencies are not isolated. They are interconnected and complement each other, forming a comprehensive framework for the use of ICT in education. Teachers with strong digital competencies are able to effectively and creatively integrate technology into their teaching practice, fostering student engagement and enhancing learning outcomes.

In 2016, UNESCO proposed six levels to understand digital competencies in the educational context. These levels encompass different aspects related to teachers' use of information and communication technologies (ICT). Below is a brief description of each level:

- Policy level: This refers to the policies that teachers must consider regarding the use of ICT in their individual contexts and teaching objectives
- Curriculum level: At this level, teachers should be able to integrate ICT into the curriculum and comply with technological regulations. It also involves acquiring specific competencies for virtual teaching, such as planning, developing, monitoring, and evaluating teaching and learning processes in virtual environments.
- Pedagogical level: Teachers should know when and how to use technology in class activities. It involves designing educational scenarios supported by ICT to facilitate meaningful learning and student formation. This level relates to creating a motivating learning environment and establishing empathy with students.
- Didactic level: At this level, teachers should understand the functioning of devices and software and apply activities based on their experiences. They should also evaluate the effectiveness of ICT-supported educational scenarios.
- Organizational level: Teachers use technology during whole-class activities and ensure equitable access to its use. It also includes providing guidance in the learning process, attending to students' individual needs and interests, and conducting research on their own teaching practice in online environments.
- Teacher's digital competence level: This level encompasses helping students use appropriate ICT and develop competence. It involves supporting students in using ICT appropriately and becoming competent in its handling.

These are proposals to understand and develop teachers' digital competencies in the educational context, considering both political and curricular aspects and pedagogical and didactic dimensions.

Research Question

Based on the previous information, the research question for the main problem in this research is the following:

What are the appropriate elements for an ideal instrument for measuring the digital competencies of university English teachers in Costa Rica?

General objective

To define the elements of an ideal instrument for measuring the digital competencies of university teachers of English in Costa Rica.

Methodology

The present research project is based on descriptive research, which aims to review what different authors propose or prove about the research question. This systematized literature review allows the researcher to find similarities and differences in the research topic through thematic analysis, enabling them to draw logical conclusions by confirming what was proposed and spotting opportunities for further research by determining where little or no research has been conducted. Through the thematic analysis, it was possible to identify and categorize the relevant digital competencies according to specific dimensions.

This research project combines a literature review and a systematic literature review. According to the University of Edinburgh (2022), a literature review allows the researcher to demonstrate "knowledge and understanding of the academic literature on a specific topic placed in context. A review of the literature also includes a critical evaluation of the material" (p. 1). In other words, a literature review allows the researcher to collect information considering that the literature must be related to the research question and the topic to be analyzed; therefore, it becomes the beacon for the type of literature sought.

On the other hand, a systematic review of the literature is carried out, according to Petticrew and Roberts (2006), as a method of making sense of a large amount of information and a means of contributing to answers to questions about what works and what does not, and many other types of questions as well. They are a method of mapping areas of uncertainty and identifying where little or no relevant research has been done but where further study is needed. Systematic reviews also point to areas where false certainty abounds. These are areas where we think we know more than we do but where there is little compelling evidence to support our beliefs. (p. 2).

Therefore, the method in this research project allows us to do what Khan et al. (2003) proposed as the steps of a systematic review of the literature, which are to frame the question, identify relevant publications, assess the quality of the study, summarize the evidence, and interpret the findings (p. 5-18). This enables the researcher to find convergences and divergences based on what the different authors present, giving them a broader view of the phenomenon and leading them to draw logical conclusions based on what the literature says.

Qualitative Research

The research approach is qualitative, which, according to Barrantes (2006): "...postulates a phenomenological, inductive, process-oriented conception. It seeks to discover or generate theories. It emphasizes depth, and its analyses are not necessarily translated into mathematical terms". (p.71).

In turn, Hernández et al. (2014) mention that this approach "uses data collection without numerical measurement to discover or refine research questions in the interpretation process" (p. 7). Considering these definitions, this approach allows intense field work, repeated encounters with the study subjects, and an exhaustive record of events to conduct a detailed analysis. Since the research question is often framed to explore phenomena, understand experiences, or examine conceptual frameworks, it is designed to elicit in-depth insights rather than numerical data.

The criteria for including studies focused on specific digital competencies research and how they have been organized, arranged, and measured in other regions; also, the search strategies were based on indexed databases and documents from international institutions related to the topic. The studies were selected based on how well they addressed the research

question and met the inclusion criteria. This included assessing the relevance and rigor of the qualitative research, such as methodological soundness and depth of analysis. The focus was on extracting themes, patterns, and findings from previous studies related to the topic, which involved summarizing key insights, concepts, and interpretations presented by the authors. The synthesis involved thematically or conceptually organizing the findings from different studies.

Considering the objectives of this study, fieldwork characterized the qualities of the events and experiential scenarios under study to find the definition of an appropriate instrument for measuring the digital competencies of university teachers of English in Costa Rica.

Procedure

Framing question for review

Considering the subject in hand, the first specific objective of the research about identifying the elements of the instruments for measuring teacher digital competencies used in different contexts, and the research question of this process "what are the appropriate elements to consider for an ideal instrument for measuring the digital competencies of university teachers of English in Costa Rica?", there has been some research that may turn not only useful but also give a greater insight on the topic. Within the great diversity of models on digital teacher competencies, as well as the instruments used to address and measure these competencies, the following information is presented, Table 1:

Table 1

Frameworks, models, and proposals for digital teaching competencias

Teacher Digital Competencies

Authors	Model/Framework	Dimensions and Competences, it covers
Educational Testing Service (ETS, 2007)	iSkills	• Access: know and know how to collect and/or retrieve information. • Manage: apply from an existing classification or organization scheme. • Integrate: interpret and represent the information. It is about summarizing, comparing, and contrasting. • Evaluate: make judgments about the quality, relevance, usefulness, or efficiency of the information. • Create: adapt, apply, design, invent, or author the information.
ISTE (2008)	NETS-T	This model includes the following areas: • Creativity • Design and develop learning experiences and assessments • Work and learning in the digital age • Promote responsibility and digital citizenship • Participate in professional development and leadership.
Koehler and Mishra, (2008)	TPACK Model	This model includes the following dimensions: • Technological competencies described as knowledge about technological capacities and applications. • Pedagogical competencies, as its name implies, general pedagogical competencies. • Disciplinary competencies that cover the competencies on the matter and discipline to be dealt with. These, in turn, intertwine, creating more specific ramifications such as: • Pedagogical technological skills • Technological content competencies • Pedagogical competencies of the content • Technological and pedagogical competencies of the content according to the context in which the proposal is developed.
Generalitat de Catalunya (2009)	ACTIC	• Culture and digital participation • Use of the computer and the operating system • Navigation and communication • Treatment of written communication

Authors	Model/Framework	Dimensions and Competences, it covers
		• Treatment of graphic, sound, and image information • Treatment of numerical information • Data processing • Presentation of contents
Pozos (2010)	Integration of the Digital Competence of University Professors in their Professional Teaching Development	In this model, seven Digital Competence Units are structured: • Planning and design of learning experiences in face-to-face and virtual environments. • Development and management of face-to-face and online collaborative learning experiences. • Guidance and evaluation of knowledge construction processes in face-to-face and virtual environments. • Management of growth and professional development with the support of ICT. • Research, development, and pedagogical innovation with/for the use of ICT in education. • Diversity, ethics and responsible use of ICT in professional teaching performance. • Environment, occupational health and safety with the use of ICT in the teaching profession.
Prendes (2010)	ICT skills for teaching at the Spanish Public University	This model includes the following areas: • General computer knowledge and ICT possibilities. • Knowledge and use of methodological strategies for networking. • Possibilities and limitations of ICT in the teaching-learning process • Choice of ICT resources for the classroom • Knowledge and use of tools • Publication of material on the net • Use of ICT for different teaching tasks • Teacher training and innovation with ICT
UNESCO (2011)	UNESCO ICT Competency Framework for Teachers	This model includes the following areas: • Understanding ICT in Education • Curriculum and Assessment • Pedagogy • ICT • Organization and Administration • Teacher's professional learning
Carrera and Coiduras (2012)	Exploratory study	• Knowledge of devices, computer tools, and network applications, and the ability to assess their educational potential. • The design of learning and evaluation activities and situations that incorporate ICT according to their didactic potential, with the students, and with their context. • The implementation and ethical, legal, and responsible use of ICT. • The transformation and improvement of professional teaching practice, both individually and collectively. • The treatment and efficient management of existing information on the network. • The use of the network (Internet) for collaborative work, communication, and interpersonal interaction. • The help provided to students so that they appropriate ICT and show themselves competent in its use.
Ferrari (2013)	DIGCOMP	In this model, the following areas are categorized: • Information • Communication • Content creation • Security • Problem resolution
Fraser et al., 2013	DigiLit Leicester	This model includes the following areas: • Search, evaluation, and organization • Create and share • Evaluation and feedback • Communication • Collaboration and participation • eSecurity and online identity • Technology that supports professional development

Authors	Model/Framework	Dimensions and Competences, it covers
Larraz (2013)	Digital Competence at the University	• Informational: This includes competencies such as: Recognizing information needs, locating information, Evaluating the results found, organizing information, building knowledge, and Communicating knowledge. • Technological: This dimension includes skills such as digital citizenship, organization and management of hardware and software, data processing in different formats, and network communication. • Multimedia: This dimension includes competencies such as Analyzing and creating multimedia messages from a critical dimension, accessing multimedia messages, understanding multimedia messages, and Creating multimedia messages. • Communicative: This last dimension includes competencies such as Knowledge Communication (Information Literacy), Communication (Technological Literacy), Digital Citizenship (Technological Literacy), and Creation of Multimedia Messages (Multimedia Literacy).
Ramírez and Casillas, (2014)	Digital knowledge	The digital knowledge used to measure the degree of technological appropriation (which implies knowledge, use and application, frequency and intention) is made up of eight pieces of computer knowledge and two pieces of informational knowledge that are grouped as follows: • File Handling: Local (USB flash drives, CD) and global (cloud computing) file handling • Device Management: Use and care of digital devices (tablets, smartphones, laptops, printers, guns) • Programs and information systems specific to the discipline of the subject: Programs related to a particular discipline or field of study, use of electronic journals, web pages, blogs, specialized databases, virtual libraries, and content repositories. • Creation and manipulation of text and rich text content: Use of editing functions (text formatting, images, hyperlinks, comments, automatic indexes, citations, numbering, spell checking) in word processors and presentation functions in administrator programs. of presentations • Creation and manipulation of data: Use and administration of information sets, databases, spreadsheets • Creation and manipulation of multimedia content: Create, capture, record, transfer, display, edit, audio, video, and image conversion. • Communication: Use of WhatsApp, chat, email, social networks, distributed learning platforms, blogs, video calls and text messages. • Socialize and collaborate: Use of social web services to follow, read, publish (in blog), participate in forums, consult wikis, and use social networks. • Digital Citizenship: Conventional use of spelling in various communication contexts; use of emoticons, abbreviated words, omission of spelling rules, non-standard font type (color, size, font type), exclusive use of capital letters, use of formal/informal language; as well as security considerations for the publication of information on the web (passwords, geolocation), information integrity (antivirus, backups, access to websites) and responsible use of information and computer services (author licenses and free software) • Digital literacy. Strategies for content creation and search and validation of specialized information in search engines and digital repositories
Rangel, (2015)	Teacher digital competences profile	In this case, thirteen competencies grouped into three dimensions are proposed: • Technological dimension, which includes basic concepts and functions of the computer, basic connectivity tasks, installation and security of the computer equipment, basic functions of the productivity programs, and the positive attitude for the permanent updating in topics related to ICT. • Informational dimension that includes information location and retrieval skills, efficient analysis and selection of information,

Authors	Model/Framework	Dimensions and Competences, it covers
		organization of information retrieved from the Internet, and effective, ethical, and legal use of information. • Pedagogical dimension that includes critical and favorable attitude towards the possibility of integrating ICT in teaching practice, design and implementation of ICT-mediated teaching and learning strategies, design and evaluation of educational materials or resources for integration in teaching practice, ICT to support administrative-teaching tasks and ICT to exchange ideas, information, experiences or knowledge with the community.
Pinto, Cortés and Alfaro, (2017)	TICTACTEP spiral competence model	This spiral model speaks of 3 components: • ICT (Information and Communication Technologies) • TAC (Learning and Knowledge Technologies) • TEP (Technologies of Empowerment and Participation) Each of these components contemplates degrees of appropriation in the following aspects: • Technological • Pedagogical • Communicative • Management • Investigative

Source: Own elaboration and based on the study by Durán, Gutiérrez, and Prendes, (2016)

Assessing the quality of the studies

As explained before, the investigation focused on academic and research papers and documents published by international institutions, universities, and expert scholars. This means the information obtained has been considered reliable based on these types of investigations. In addition, it can be determined by the number of studies that the abilities this type of approach seeks have been developed.

Summarizing evidence

Considering the second specific objective of the research about understanding the components of the measurement instruments according to the needs of each context and the analysis of the data reviewed, it can be noticed that

- The iSkills (2007) model, developed by the Educational Testing Service (hereinafter ETS), besides measuring the ability to think critically in a digital environment through a series of real-world tasks, also focuses on integrating technology skills and cognitive skills. According to their recommendations, governments should begin including large-scale global assessments of ICT literacy. Also, education experts and researchers should conduct new public policy research using the data derived from these assessments. Following the example of ETS, there is community work to develop specific diagnostic assessments focusing on the measurement of ICT literacy.
- The National Educational Technology Standards for Teachers (NETST, 2008) model developed by the International Society for Technology in Education (from now on ISTE) specifies the conditions for adequate integration of technology in education and the standards teachers must develop at different levels contemplating higher education. The model is divided into five dimensions, and each dimension is made up of four indicators.
 - a) Facilitate and inspire learning and creativity.
 - b) Design and develop digital-age learning experiences and assessments.
 - c) Model of work and learning in the digital age.
 - d) Promote and model responsibility and digital citizenship.

e) Participate in professional development and leadership.

These five dimensions and their indicators are considered based on four performance levels:

- a) Initial or beginner: what a student teacher or trainee teacher is expected to know
 - b) Medium: teachers with more experience in the use of ICT.
 - c) Expert: apart from extensive experience with ICT, demonstrates efficient and effective use and focuses on student learning.
 - d) Transformative: the teacher explores, adapts, and applies ICT in a way that substantially changes teaching-learning processes to meet the needs of an increasingly globalized and digitized society.
- Koehler and Mishra's (2008) TPACK model (an acronym for Technological Pedagogical Content Knowledge, updated in 2016 with a second edition) focuses on the knowledge and skills teachers need to integrate technology into content-area instruction meaningfully. The previous table explains the different dimensions in detail.
 - The ACTIC project's model (Accreditation of Competencies in Information and Communication Technologies), prepared jointly by various departments of the Government of Catalonia, highlights eight competencies broken down into competency actions as they can be reviewed in the chart. This model is based on general political frameworks such as the Information Society Strategy of the European Council defined in Lisbon in 2000 and renewed in 2010.
 - The Pozos model (2010) focuses on the integration of the Digital Competence of University Professors in their Professional Teacher Development. As can be seen in the chart, seven dimensions construct this model, but each one is measured according to three different categories such as: Basic, Deep, and Complex competencies in the knowledge and use of ICT.
 - The "ICT Competences for Teaching at the Spanish Public University" model by Prendes (2010) allows the analysis of competencies exclusively within the university context. This model is structured around three basic university teaching areas: teaching, research, and management. There are three levels of ICT competence domain for each of these areas.
 - The "UNESCO ICT Competency Framework for Teachers" is an update of the original version published in 2008 by UNESCO in collaboration with CISCO, INTEL, ISTE, and Microsoft. This framework encompasses both technological aspects and aspects related to pedagogical work within the term competence.
 - Carrera and Coiduras' model (2012) resulted from an exploratory study focused on investigating the components of digital competence common to university teachers and students.
 - Larraz (2013) developed the "Digital Competence at the University" model, which defines the concept of digital competence and proposes a rubric to work on it around four literacies: informational, technological, multimedia, and communicative.
 - The DIGCOMP model (Ferrari, 2013), prepared by Instituto de Prospectiva Tecnológica (IPTs) of the European Commission, is a project to improve the understanding and development of digital competence in a European context. In this project, a total of 21 competencies organized into five dimensions are specified, as can be seen from the table.

- The DigiLit Leicester framework (Fraser et al., 2013), created in collaboration with the Leicester Department of Education (UK), Montfort University and 25 Leicester schools, distinguishes six competency areas named in the table.
- Ramírez and Casillas, in 2014, through their book called "Háblame de Tic. Digital Technology in Higher Education", talk about new skills and digital knowledge for university teachers.
- In 2015, Rangel presented a proposal for a profile of digital teaching competencies and described thirteen competencies grouped into three dimensions: technological, informational, and pedagogical.
- The Common Framework for Teacher Digital Competence developed by Instituto Nacional de Tecnologías Educativas y de Formación del Profesorado de España (hereinafter INTEF) makes a proposal that specifies digital competence through 21 sub-competences organized into three domain levels and five areas.
- The TICTACTEP Spiral Competence Development Model by Pinto, Cortés, and Alfaro (2017) focuses on teaching practices, flexible and genuine use of digital technology beyond its instrumental use and pedagogical articulation, oriented towards educational innovation.

The similarities between the models of digital competencies were classified into the following categories:

- a) The first category is related to aspects of information such as access, collection, and retrieval of data both at the level of personal equipment and the network (ETS, 2007 and Ferrari, 2013), as well as navigation, location, evaluation, organization, analysis, and selection of data effectively (Fraser et al., 2013; Larraz, 2013, Ramírez and Casillas, 2014; Rangel, 2015). Within this category are the software, tools, or useful applications to achieve these purposes, such as office software for treating information in its different formats (Ramírez and Casillas, 2014).
- b) A second category refers to communication skills. In this case, Carrera y Coiduras (2012), Ferrari (2013), and Fraser et al. (2013) agree on the following competencies: participation, collaborative work, and interpersonal interaction. The models by Larraz (2013) and Ramírez and Casillas (2014) are more specific about the tools and applications, including multimedia messages, instant messaging, email, social networks, platforms, blogs, and wikis.
- c) A category shared by the ETS (2007) and Ferrari (2013) models is the creation and publication of content, coinciding with Fraser et al. (2013), Prendes (2010), and Ramirez and Casilla (2014) not only in creating data or information but in encouraging creativity, innovation and the publication of results for the educational community.
- d) Another category of great importance is digital citizenship. Its definition may vary according to the model used, be it ISTE (2008), Pozos (2010), Carrera and Coiduras (2012), and Larraz (2013); however, they share elements similar to identify it, such as digital identity, participation, digital culture, responsibility, diversity, ethics, and security, all these characteristics allow defining a user profile when using ICT and encourage awareness of actions in the digital field and virtual.
- e) Among the ISTE (2008), Pozos (2010), Prendes (2010), UNESCO (2011), Carrera and Coiduras (2012), and Fraser et al. (2013) models, teacher professional training is identified. It focuses on practice, constant talks, training, and workshops on ICT, which allows for the identification of areas for improvement and complementing them through the necessary action routes.

- f) The competencies with the greatest coincidence in the models of Koehler and Mishra (2008), Prendes (2010), UNESCO (2011), Carrera and Coiduras (2012), Larraz (2013), Ramírez and Casillas (2014), Rangel (2015) and Pinto, Cortés, and Alfaro (2017) is digital literacy. It is understood as the technical knowledge of devices, software, data, and other ICT elements, allowing users to perform their tasks effectively and efficiently. Additionally, from the models of ISTE (2008), Pozos (2010), Prendes (2010), UNESCO (2011), Rangel (2015), and Pinto, Cortés, and Alfaro (2017), the combination of digital literacy with pedagogy as parallel elements include aspects such as methodology, curriculum and didactics that allow structuring, organizing, integrating and evaluating ICT by teachers as didactic support within a structured study plan. As an example, we can point out the model with its initials in English (TPACK) by Koehler and Mishra (2008), which intersects technological with pedagogical competencies, resulting in more specific competencies.

The differences or elements present in some models but not others are identified below.

- a) Assessment as a competence is defined and approached from various perspectives, as in the ETS model (2007), which alludes to evaluating the quality, relevance, usefulness, and efficiency of the information to be used. In the case of the ISTE (2008), Pozos (2010), UNESCO (2011), and Fraser et al. (2013) models, they refer to the evaluation of learning experiences and are separated from the previous one since they focus on a purely curricular point. Finally, the Carrera and Coiduras (2012) model aims to evaluate the didactic potential of ICT. Therefore, it can be seen that, although similarities have been found previously, at certain points, the differences can be focused on different components of the process that the use of ICT entails. Some models can center on aspects of efficiency and effectiveness of the use of the information obtained from the network, while others are based on the potentiality and didactic use of these technologies, as well as on the learning experiences that they can generate, being all perspectives and completely valid approaches.
- b) ICT administration, organization, and management competencies are only present in three models: ETS (2007), Prendes (2010), and UNESCO (2011). This category includes skills such as the identification, assessment, choice, structure, and approach of different technologies to be used by teachers in their courses and programs.
- c) Lastly, other competencies are included in only a few models, such as the following: research, reflection, and innovation in the use of ICTs from the Koehler and Mishra (2008) model, cybernetic security aspects of institutions and users appear in the models of Pozos (2010), Prendes (2010), and Pinto, Cortés and Alfaro (2017) and finally the resolution of problems specific to each discipline is seen in the models of Ferrari (2013) and Fraser et al (2013).

As can be noticed in the analysis carried out, a variety of teacher digital competencies or groups of them are identified and structured in different dimensions, depending on the educational contexts of each model. Among the similarities that these models present are information use skills, communication skills in the training process, as well as content creation and publication, digital citizenship, professional teacher training, and digital literacy. Regarding the differences between the models analyzed, it was identified that only some of them incorporate competencies related to the evaluation, administration, organization, and management of ICT, research, reflection, and innovation in the use of ICT, cyber security, and

problem-solving. The information collected allows us to understand the dynamics of grouping teacher digital competencies into dimensions and categories, useful for the purposes of this research.

Interpreting and Discussing Findings

Based on the previous review and for this research, a grouping of digital competencies of university teachers was carried out first, and in order to achieve the third specific objective of this research about analyzing the potential of the components of the instruments for their adaptation to the context of English teaching at a university level in Costa Rica. The first dimension of competencies encompassed Digital literacy, which is divided into four sub-dimensions. The first sub-dimension is called Information literacy, which includes competencies related to aspects of navigation, search, and filtering of information, as well as access to websites and knowledge and skills for navigating the internet. The second sub-dimension is called Communication and collaboration, which encompasses competencies related to knowledge, skills, strategies, and tools for communication and interaction with the community through ICT. The next sub-dimension is called Creation and manipulation of digital content and includes competencies related to file management and software skills to work with them. The last sub-dimension in this section is called technological devices, linked to competencies for using, managing, maintaining, and updating technological devices.

The next dimension is called Security, which is further divided into two sub-dimensions. The first one deals with the Security of ICT users, including competencies related to the security of each user's data, as well as aspects of digital citizenship and occupational health when using the necessary ICT accessories. The second sub-dimension is related to the Security of institutional data, including competencies such as access to updated software licenses, antivirus and other protection programs, ethical and legal use of ICT, and having the appropriate infrastructure.

The third dimension, called the Integration of ICT in teaching, encompasses competencies related to the teaching task of integrating and implementing the use of ICT in classes. This dimension is also divided into four sub-dimensions. The first one is linked to the Curricular scope, including competencies in planning, development, monitoring, and evaluation of the use of ICT in teaching processes. The second sub-dimension is related to the Pedagogical scope, including competencies in designing suitable educational scenarios supported by the use of ICT. The third sub-dimension is associated with the Didactic scope, focusing on competencies in the design of activities, learning situations, and assessment that integrate the use of ICT. Finally, the fourth sub-dimension is defined in the Organizational scope, encompassing competencies related to ensuring equitable access to ICT for those involved and providing guidance to students in the learning process based on their individual needs and interests.

The last dimension is called Appropriation and teacher commitment and includes competencies related to ongoing teacher training in the use of ICT, self-reflection on the use of ICT, teacher commitment, innovation, and creativity in digital media, as well as knowledge of policies related to the use of these technologies.

The following chart refers to the dimensions, sub-dimensions, and digital competencies established based on the previous information, Table 2:

Table 2
Dimensions and Teacher Digital Competences

Dimension	Sub-Dimension	Digital Competences
Digital Literacy	Information Literacy	Navigation, search, and filtering of information, data, and digital content (using different software and browsers to access websites)
		Management, evaluation, storage, and retrieval of data
		Use of electronic journals
		Creation, editing, use, and administration of websites
		Creation, use, and administration of blogs
		Use of specialized databases, libraries, and repositories
	Communication and Collaboration	Promotion of communication and interaction skills and strategies with the community through ICT
		Exchange of data and information with other users
		Promotion of online citizen participation
		Promotion of collaboration through official channels
		Promotion of netiquette, language used in networks, behavior, and respect towards other users
		Management of digital identity and profile
		Use of instant messaging and video calling through applications (Messenger, built-in messaging service in social networks, messaging on platforms such as Moodle or Blackboard, among others)
		Use of email
		Use and administration of spaces, groups, and posts on social networks
		Use of learning management platforms (Moodle, Blackboard, Schoology, Google Classroom, among others)
		Use of text messages
		Use, administration, and moderation of users and content in online forums
		Creation, editing, use, and administration of wikis
	Creation and Manipulation of Digital Content	Promotion of respect for authorship rights, licenses, and programming
		Use of editing, creation, and manipulation functions of files through word processors (doc, docx, txt, pdf, cbr, among others)
		Creation, conversion, and editing of images (png, jpeg, bmp, gif, psd, tiff, among others)
		Use of presentation functions (ppt, Canva, Prezi, among others)
		Use and management of information sets and databases
		Use of editing, creation, and manipulation functions of spreadsheets

Dimension	Sub-Dimension	Digital Competences
		Creation, recording, conversion, and editing of audio files (mp3, wav, among others)
		Creation, recording, conversion, and editing of video files (mp4, avi, flash, open source)
	Technological Devices	Use, administration, installation, and updating of laptops and PCs
		Use, administration, installation, and updating of tablets
		Use, administration, installation, and updating of smartphones
		Use and manipulation of local storage devices (USB, CD, DVD, external memory, among others)
		Use and manipulation of global storage media (iCloud, Drive, Dropbox)
		Basic technical knowledge management by the teacher regarding networks, connections, software, and hardware, among others that do not require immediate intervention from a technical support department.
Security	User Security	Ensuring cybersecurity for users in spaces used for activity development, which should not compromise personal information or family data of teachers and students.
		Health and well-being when using ICT (having suitable space, accessories, chair, desk, and other supplies for their tasks when using ICT).
		Digital citizenship and responsibility.
		Web information publication (passwords and geolocation).
	Institutional Data Security	Access to and integrity of suitable equipment and information (valid author licenses and open-source software)
		Ethical and legal use of ICT
		Access to and verification of the intra-institutional network and the internet
		Ensuring the protection and security of institutional data
Integration of ICT in Teaching	Curricular Scope	Integration of ICT use in the curriculum
		Planning, development, monitoring, and evaluation of ICT use in teaching processes
		Use of didactic materials and ICT resources
		Recognition, understanding, and expression of emotions through the use of ICT
	Pedagogical Scope	Design of educational scenarios supported by ICT
		Assessment of student training in the use of ICT
		Creating a climate of motivation, empathy, and learning through the use of ICT
	Didactic Scope	Application of activities based on previous experiences related to the use of ICT

Dimension	Sub-Dimension	Digital Competences
		Evaluation and feedback on the effectiveness of ICT-mediated educational scenarios
		Provision and definition of ICT environment, resources, and activities
		Designing activities, learning situations, and assessments that integrate the use of ICT
	Organizational Scope	Identification and definition of the most appropriate use of ICT
		Ensuring equitable access to the use of ICT
		Providing guidance to students in the learning process based on individual needs and interests
Appropriation and Teacher Commitment		Identification of technological needs (equipment, ICT knowledge, connectivity, among others)
		Implementation of aspects of innovation and creativity
		Self-reflection on the use of ICT
		Teacher commitment to continuous practice and training in the didactic use of ICT
		Knowledge of policies on the use of ICT at institutional, local, national, regional, and international levels by different competent entities

Fuente: Own Elaboration

In the proposed framework, the different dimensions of digital competencies can interrelate and support each other in matters of constant improvement for university teachers of English. Within the competencies from the dimension named Integration of ICT in Teaching, the decision-making process becomes crucial for managing teaching activities and integrating the ICT in the curricula through the appropriate Digital Literacy, considering the following fundamental components:

- **Organization of Spaces:** The environmental conditions in which didactic interaction occurs become important. This includes identifying the people involved, the methodological alternatives, the level of student engagement, and the distribution of students within the classroom. These elements help create authentic learning environments and develop a more autonomous, diversified, and situational learning style.
- **Spaces as Structures of Opportunity:** Higher education institutions must have a purpose as structures of opportunity, defined by the teacher's actions in organizing these spaces. These spaces are viewed as learning agents, active for working in various ways and providing greater variety and prominence to the space.
- **Phases of the Learning Process:** The teacher structures phases within the learning process, which include stages such as presenting information, a remedial plan, reinforcement, consolidation, and the elaboration and re-elaboration of content information.
- **Incorporating New Technologies and Resources:** Within the Digital Literacy and Security dimensions, the English teacher verifies the available ICT and considers the following resources:

- a) Updated equipment
- b) Integration (opportunities)
- c) Enrichment and updating of teaching and learning processes
- d) Transfer and exchange of information among users
- e) Autonomous learning
- f) Technical discourse and formative discourse

Additionally, the influence of the internet must be considered, along with the new tools, scenarios, and educational purposes that should address cognitive, socio-cognitive, and theory and activity approaches. These new tools should have characteristics related to adaptability, accessibility, usability, and mobility as we transition from e-learning to m-learning.

- **Characteristics of the Subjects:** This point appropriately considers the characteristics of students as members of the Information Society. According to Coll and Monereo (2008), this entails a certain complexity, interdependence, and unpredictability in the activities these students engage in, as well as their relationships and individual attributes. Significant aspects include information, over-information, speed of processes and consequences, and the scarcity of time and space for abstraction and reflection. In the context of ICT, factors such as the predominance of culture and spectacle, transformation of geolocation, spatial and temporal aspects of communication, cultural homogenization, and the emergence of new social classes are relevant. According to Salamanca and Ramírez (2020), it is essential to address questions such as who the teacher is, who the students are, and the teacher-student relationship.
- **The Context:** At this point, it is appropriate to include what Turull (2020) states about competence knowledge, which is holistic (implying the integration of diverse knowledge) and has a context of application in which it makes sense. Comprehensive training prepares students for professional practice based on learning activities conducted in real work contexts; it facilitates their ability to apply the theoretical and practical knowledge acquired at university and complement it with experience, fostering the development of technical, methodological, personal, and participatory competencies. In the case of using ICT, it has allowed certain academic contexts to reach social groups that previously had limited access to content, tools, and resources.

The elements mentioned above generally shaped the formative process being developed; however, they also require alignment of educational intentions, assessment, and methodology as a system. According to Paricio, Fernández, and Fernández (2019), the alignment of all curriculum elements must ensure coherence in the student's entire learning experience, which constitutes the fundamental objective of didactics.

A detailed and clear plan allows for a predictable process and enables the student to engage with it autonomously and confidently, knowing what is expected of them and the framework in which they should carry out their work (Paricio, Fernández, and Fernández, 2019).

Conclusions and recommendations

Teaching in the digital age requires a coherent and comprehensive set of digital competencies beyond technical skills. The framework presented in Chart N°2 covers a wide range of competencies across literacy, security, integration, and commitment, identifying the

necessary elements for instruments to measure teacher digital competencies used in different contexts. There is a clear emphasis on using ICT and effectively integrating it into curriculum, pedagogy, and classroom management in meaningful ways. The findings and discussion of them allowed us to contrast the theory, in the case of Garzón (2017), how didactics mediated by ICT in the context of foreign language teaching is defined as the science and technology that promote practice in organized environments with communicative intent, where the processes of teaching a foreign language can be visualized, organized, and evaluated for substantial purposes solely for the student's benefit.

The extensive systematic bibliographical research has made understandable the required components for potential measurement instruments according to the needs of the Costa Rican context based on the Common European Framework of Reference for Languages (CEFR), providing a common basis for developing language practice programs, curricular guidelines, exams, textbooks, among others.

Throughout the analysis based on the potential components for these instruments, it is possible to affirm that developing teacher digital competencies is critical to ensure effective ICT integration and support student learning with digital tools corresponding to the needs of 21st-century higher education. According to Quintana (2019), the integration of technologies in the educational field should be developed within the framework of pedagogy, meaning that technologies should be incorporated as part of a planned process that considers characteristics such as:

- Efficiency and Effectiveness: ICT can be utilized to achieve educational objectives (effectiveness) while using the fewest resources possible (efficiency).
- Network Connection and Self-Programming Capacity: ICT provides the essential support and infrastructure for user connectivity (network connection).
- Overlap of Educational Spaces: ICT blurs the distinction between formal, non-formal, and informal education, increasing opportunities to enhance teaching and learning processes by introducing contributions from the various available spaces for individual development.
- Heutagogy: ICT offers a range of new ways for lifelong learning.

Finally, to define the elements of an ideal instrument for measuring the digital competencies of university teachers of English in Costa Rica, the framework shown in Chart N°2 indicates a shift towards a more holistic, competence-based approach to teacher digital skills, moving beyond basic ICT skills. The integration of ICT in English teaching specifically should aim to develop students' communicative competence through work on productive skills (Speaking and Writing) and comprehension skills (Listening and Reading), supported by the technological mediation of class activities, which considers ICT as resources for teaching, learning, and production (Quintana, 2019).

Some recommendations that resulted from the research and should be considered are:

- Conduct comprehensive assessments of current teacher digital competencies to identify strengths, gaps, and areas for professional development.
- Develop structured training programs and support systems to help teachers systematically build their competencies outlined in the framework.
- Integrate the digital competence framework into pre-service teacher education curricula to ensure new teachers are well-prepared.

- Establish institutional policies and guidelines to promote the integration of ICT in teaching and learning while addressing security and ethical concerns.
- Foster a culture of continuous learning and innovation around educational technology among teachers through communities of practice, mentoring, and shared learning opportunities.
- Regularly review and update the digital competence framework to ensure it keeps pace with evolving technologies and pedagogical practices.

Provide adequate technological infrastructure, resources, and technical support to enable teachers to apply their digital competencies effectively.

References

- Bosco, A. (2008). Las tecnologías de la información y la comunicación en la formación del profesorado: lineamientos, realidad y perspectiva. *Razón y Palabra*, 63. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2771038>
- Cantón Mayo, I. (2019). Cartografía de la buena docencia universitaria. Un marco para el desarrollo del profesorado basado en la investigación. *Revista Practicum*, 4(2), 98–101. <https://doi.org/10.24310/RevPracticumrep.v4i2.7807>
- Carballo, O. C., Fernández, L. C., & Cerdas, D. R. (2015). La realidad del uso de las TIC y su mediación pedagógica para enriquecer las clases de inglés. *Revista Ensayos Pedagógicos*, 10(1), 159–183. <https://doi.org/10.15359/rep.10-1.8>
- Carrera, F y Coiduras, J., (2012). Identificación de la competencia digital del profesor universitario: un estudio exploratorio en el ámbito de las ciencias sociales. *REDU. Revista de Docencia Universitaria*, 10(2), 273–298. <https://doi.org/10.4995/redu.2012.6108>
- Charpentier, W. (2014a). The use of ICTs in theBA in English teaching. *Actualidades Investigativas en Educación*, 14(1), 115–137. <https://doi.org/10.15517/aie.v14i1.13211>
- Charpentier, W. (2014b). Costa Rican Teachers' Use of ICTs in the English Language Class. *Revista de Lenguas Modernas*, (19). <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/rlm/article/view/13955>
- Coll, C., y Monereo, C. (2008). *Psicología de la educación virtual: Aprender y enseñar con las Tecnologías de la Información y la Comunicación*. Ediciones Morata S.L.
- Cruz, E. (2019). Importancia del manejo de competencias tecnológicas en las prácticas docentes de la Universidad Nacional Experimental de la Seguridad (UNES). *Revista Educación*, 43(1), 196–219. <https://dx.doi.org/10.15517/revedu.v43i1.271200>
- Departament de Governació i Administracions Públiques. (2009). 89/2009, de 9 de juny, pel qual es regula l'acreditació de competències en tecnologies de la informació i la comunicació (ACTIC). Barcelona: Diari Oficial de la Generalitat de Catalunya. <https://cido.diba.cat/legislacio/1194689/decret-892009-de-9-de-juny-pel-qual-es-regula-lacreditacio-de-competencies-en-tecnologies-de-la-informacio-i-la-comunicacio-actic>
- Durán, M., Gutiérrez, I., & Prendes, M. (2016). Análisis Conceptual de Modelos de Competencia Digital del Profesorado Universitario. *Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa - RELATEC*, 15(1), 97–114. <https://doi.org/10.17398/1695-288X.15.1.97>
- Escalante, P. (2015). Estado actual de la integración de tecnologías digitales en la enseñanza de idiomas en la Escuela de Lenguas Modernas de la Universidad de Costa Rica. *Revista de Lenguas Modernas*, (23). <https://doi.org/10.15517/rlm.v0i23.22356>
- ETS, (2007) Digital Transformation: A Framework for ICT Literacy. A Report of the International ICT Literacy Panel. Educational Testing Service, USA.

- Ferrari, A. (2013). *DIGCOMP: A framework for developing and understanding digital competence in Europe*. Publications Office of the European Union. Seville, Spain. doi: 10.2788/52966
- Fraser, J., Atkins, L. y Richard, H. (2013). *DigiLit Leicester. Supporting teachers, promoting digital literacy, transforming learning*. Leicester City Council. <http://www.josiefraser.com/wp-content/uploads/2013/10/DigiLit-Leicester-report-130625-FINAL.pdf>
- Hernández, L., Acevedo, J., Martínez, C. & Cruz, B., (2014). *El uso de las TIC en el aula: un análisis en términos de efectividad y eficacia*. Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Innovación y Educación, Buenos Aires, Argentina. <https://dokumen.tips/documents/articulo-uso-de-las-tic-en-el-aula-eficiencia-y-efectividad.html>
- Gallart, M. A. y Jacinto, C. (1995): *Competencias laborales: tema clave en la articulación educación-trabajo*. Buenos Aires: CIID-CENEP. <https://rieoei.org/historico/oeivirt/rie15a07.pdf>
- García, K., Monroy, O., Castaño, B. y Granados, H. (2018). Las TIC como mediación pedagógica y su relación con la autoeficacia en el aprendizaje del inglés como lengua extranjera. *Revista de Investigaciones UCM*, 18(32), 60-68. <https://revistas.ucm.edu.co/index.php/revista/article/view/113>
- Garzón, A. (2017). *La didáctica en la enseñanza del inglés*. [Ensayo para especialización Universidad Militar Nueva Granada] Colombia <http://hdl.handle.net/10654/17272>
- Gros, B., (2011). *Evolución y Retos de la Educación Virtual, Construyendo el e-learning del Siglo XXI*. UOCInnova. Editorial UOC, Barcelona, España. INTEF, (2017). *Marco Común de Competencia Digital Docente*. Instituto Nacional de Tecnología Educativa y de Formación del Profesorado. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, Gobierno de España. ISTE, (2008). *National educational technology standards for teachers*. International Society for Technology in Education. Washington DC:
- Khan KS, Kunz R, Kleijnen J, & Antes G. (2003). Five steps to conducting a systematic review.
- Khan KS, Kunz R, Kleijnen J, Antes G. Five Steps to Conducting a Systematic Review. *Journal of the Royal Society of Medicine*. 96(3):118-121. doi:10.1177/014107680309600304
- Koehler, M. J. & Mishra, P. (2008). *Handbook of technological pedagogical content knowledge (TPCK) for educators*. New York: Routledge.
- Larraz, V. (2013). La competencia digital a la Universitat. [Tesis Doctoral. Programa de doctorat de la Universitat d'Andorra] Andorra. . <https://www.tdx.cat/handle/10803/113431>
- Petticrew, M., & Roberts, H. (2006). *Systematic Reviews in the Social Sciences: A Practical Guide*. Wiley-Blackwell.
- Pozos, K. (2010). La Competencia Digital del Profesorado Universitario para la Sociedad del Conocimiento: Aproximación a un Modelo y Validación de un Cuestionario de Detección de Necesidades de Formación Continua. https://www.academia.edu/485126/La_Competencia_Digital_del_Profesorado_Universitario_para_la_Sociedad_del_Conocimiento_Un_Modelo_para_la_Integraci%C3%B3n_de_la_Competencia_Digital_en_el_Desarrollo_Profesional_Docente
- Prendes, M. (2010). *Competencias TIC para la docencia en la Universidad Pública Española: Indicadores y propuestas para la definición de buenas prácticas: Programa de Estudio y Análisis*. Informe del Proyecto EA2009-0133 de la Secretaría del Estado de Universidades e Investigación. Universidad de Murcia, España. <http://www.um.es/competenciastic>
- Quintana, J. (2019). *Relación entre las competencias digitales docentes y la integración de las Tecnologías de la Información y Comunicación en la Enseñanza del idioma inglés como lengua extranjera*. [Tesis de Maestría, Pontificia Universidad Católica del Perú], Perú. <http://hdl.handle.net/20.500.12404/14394>
- Ramírez, A. & Casillas, M.A. (2014). *Háblame de TIC: Tecnología Digital en Educación Superior*. Córdoba, Argentina: Editorial Brujas.
- Rangel, A. (2015). Competencias docentes digitales: propuesta de un perfil. *Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación*, (46), 235-248. ISSN: 1133-8482. en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=368/36832959015>

- Ruiz, U. (2020). Competencia digital de estudiantes universitarios para el aprendizaje del inglés en tiempos de la COVID-19. *Revista Lengua y Cultura Biannual Publication*, Vol. 2, No. 3(2020)102-109. <https://doi.org/10.29057/lc.v2i3.6575>
- Ruiz Zamora, U. (2020). Competencia digital de estudiantes universitarios para el aprendizaje del inglés en tiempos de la COVID 19. *Revista Lengua y Cultura*, 2(3), 102-109. <https://doi.org/10.29057/lc.v2i3.6575>
- Sánchez, C., Gama, J., & Zanatta, E. (2015). *Competencias Digitales en Docentes Universitarios*. Memorias del XIII Congreso Nacional de Investigación Educativa. México. Turull (2020). *Manual de docencia universitaria*. Octaedro. Colección Educación Universitaria.
- UNESCO. (2008). *Normas UNESCO sobre Competencias en TIC para Docentes*. UNESCO, CI/INF/ICT
- UNESCO, (2011). *UNESCO ICT Competency Framework for Teachers*. UNESCO Publishing. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000213475>
- UNESCO. (2016). *Normas UNESCO sobre Competencias en TIC para Docentes Competencias y estándares TIC desde la dimensión pedagógica: Una perspectiva desde los niveles de apropiación de las TIC en la práctica educativa docente*. Pontificia Universidad Javeriana University of Edinburgh. (2022). *Literature review*. Pr. 1, 2. <https://www.ed.ac.uk/institute-academic-development/study-hub/learning-resources/literature-review>

Creación de distractores para preguntas de opción múltiple mediante técnicas de incrustación (Word Embedding)

Creation of Distractors for Multiple Choice Questions Using Embedding Techniques (Word Embedding)

Jammil Israel Ramos Alvarez¹ <https://orcid.org/0009-0006-2828-2857>,
Rommel Vicente Torres¹ <https://orcid.org/0000-0003-2313-0118>, Verónica Segarra Faggioni¹
<https://orcid.org/0000-0002-7275-7411>, Eliana Ivanova Pinza Tapia¹ <https://orcid.org/0000-0002-9717-0721>

¹Universidad Técnica Particular de Loja, Loja, Ecuador
jiramos@utpl.edu.ec, rovitor@utpl.edu.ec,
vasegarra@utpl.edu.ec, eipinza@utpl.edu.ec



Esta obra está bajo una licencia internacional
Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0.

Enviado: 2024/04/12

Aceptado: 2024/12/23

Publicado: 2024/12/30

Resumen

La generación automática de distractores para preguntas de opción múltiple en documentos académicos se basa en técnicas avanzadas de incrustación de palabras, como Word Embedding. Estas técnicas representan palabras como vectores en un espacio semántico, lo que facilita encontrar relaciones y similitudes entre ellas. A través de estos métodos, se pueden crear distractores plausibles pero incorrectos, que reflejan conceptos erróneos comunes o relacionados semánticamente con la pregunta. Este enfoque ha mejorado la calidad de las evaluaciones al proporcionar opciones de respuesta más desafiantes y realistas. Además, ha automatizado el proceso de creación de cuestionarios, ahorrando tiempo a los educadores y garantizando una mayor coherencia. Sin embargo, es necesario vigilar y ajustar este proceso para evitar respuestas incorrectas poco plausibles o sesgos implícitos. Esta innovadora metodología está transformando la forma en que se diseñan y administran las evaluaciones en entornos educativos y en documentos académicos como guías, cuestionarios y evaluaciones escritas. En este artículo, presentamos una introducción al tema, seguida de una revisión bibliográfica exhaustiva. A continuación, describimos en detalle los métodos y algoritmos empleados. Los resultados obtenidos a partir de la experimentación son analizados y discutidos, culminando en conclusiones sólidas y recomendaciones prácticas.

Palabras clave: Distractores, preguntas de opción múltiple, técnicas de incrustación, documentos académicos, palabras.

Sumario: Introducción, Revisión Literaria, Materiales y Métodos, Resultados y Discusión, Conclusiones.

Como citar: Ramos, J., Torres, R., Segarra, V. & Pinza, E. (2024). Creación de distractores para preguntas de opción múltiple mediante técnicas de incrustación (Word Embedding). *Revista Tecnológica - Espol*, 36(2), 95-110. <https://rte.espol.edu.ec/index.php/tecnologica/article/view/1161>

Abstract

The automatic generation of distractors for multiple-choice questions in academic documents relies on advanced word embedding techniques, such as Word2Vec. These techniques represent words as vectors in a semantic space, facilitating the discovery of relationships and similarities between them. Through these methods, plausible but incorrect distractors can be created that reflect common misconceptions or are semantically related to the question. This approach has enhanced the quality of assessments by providing more challenging and realistic answer options. Additionally, it has automated the process of creating quizzes, saving time for educators and ensuring greater consistency. However, it is necessary to monitor and adjust this process to avoid implausible incorrect answers or implicit biases. This innovative methodology is transforming the way assessments are designed and administered in educational settings and in academic documents such as guides, quizzes, and written evaluations. In this paper, we present an introduction to the topic, followed by an exhaustive literature review. Subsequently, we describe in detail the methods and algorithms employed. The results obtained from experimentation are analysed and discussed, culminating in robust conclusions and practical recommendations.

Keywords: Distractors, multiple-choice questions, embedding techniques, academic documents, works.

Introducción

La evaluación del aprendizaje es un componente fundamental en el ámbito educativo. Los exámenes de opción múltiple son una herramienta ampliamente utilizada para este propósito, ya que ofrecen una forma eficiente de evaluar el conocimiento de los estudiantes sobre un tema determinado. Sin embargo, la creación de preguntas de opción múltiple de alta calidad puede ser un proceso laborioso y lento para los profesores. Una de las principales dificultades radica en la generación de distractores que sean plausibles y discriminativos, es decir, que puedan diferenciar entre los estudiantes que dominan el tema y aquellos que no (Liu et al., 2023).

Según Jurado Núñez et al. (2013), las técnicas de incrustación (Word Embedding) han demostrado ser una herramienta poderosa para el procesamiento del lenguaje natural, ya que permiten representar las palabras como vectores numéricos que capturan su significado semántico.

Jurado Núñez et al. (2013) mencionan que la técnica de incrustación de palabras es una herramienta clave en el aprendizaje no supervisado, capaz de capturar el contexto, la similitud semántica y sintáctica, así como la relación entre palabras. En este trabajo, se presenta una contribución única en la aplicación de estas técnicas para la generación automática de distractores en preguntas de opción múltiple a partir de documentos académicos, considerado como el conjunto de datos (evaluaciones, libros, guías educativas, etc.). La propuesta se enfoca en utilizar la información semántica de las incrustaciones de palabras para crear distractores relevantes al tema de la pregunta y que sean difíciles de distinguir de la respuesta correcta. Se evalúan tres algoritmos ampliamente utilizados que permitan predecir distractores de respuesta a preguntas de opción múltiple. Modelos como Word2Vec (Mikolov et al., 2013), GloVe (Pennington et al., 2014) y FastText (Bojanowski et al., 2019) son ejemplos destacados de enfoques que explotan el contexto de palabras en textos específicos.

A diferencia de otros estudios previos, esta investigación realizó una evaluación semántica y sintáctica del lenguaje por medio de los algoritmos descritos en el párrafo anterior.

Se analizó sus enfoques, ventajas y limitaciones, proporcionando comparativas que resaltan su impacto en tareas de Procesamiento de Lenguaje Natural (NLP) y aplicaciones del mundo real.

A continuación, se presenta una estructura general del trabajo:

- Revisión de la literatura sobre las técnicas de incrustación y su aplicación en el ámbito educativo.
- Materiales y métodos para seleccionar dos técnicas de incrustación de palabras, y su posterior desarrollo de un entorno web para la generación automática de distractores a partir de un conjunto de datos.
- Evaluación de la eficacia del método propuesto mediante experimentos con diferentes tipos de documentos académicos.
- Discusión de los resultados obtenidos y las posibles aplicaciones del método en el contexto educativo.
- Conclusiones y recomendaciones para futuras investigaciones.
- Materiales y Métodos.

Revisión Literaria

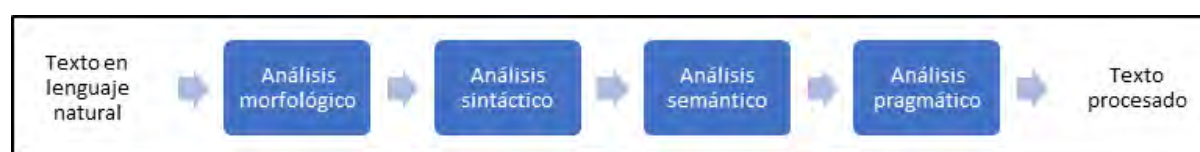
Procesamiento de Lenguaje Natural (PLN)

El Procesamiento del Lenguaje Natural (PLN), también conocido como Natural Language Processing (NLP) en inglés, es un campo de estudio dentro de la Inteligencia Artificial (IA) que se centra en la interacción entre las computadoras y el lenguaje humano. Su objetivo principal es dotar a las máquinas de la capacidad de entender, procesar y generar lenguaje natural de forma similar a como lo hacen los humanos (Manjarrés-Betancur & Echeverri-Torres, 2020).

El PLN, como se ve en la Figura 1, contempla cuatro tipos de análisis sobre un texto en lenguaje natural:

Figura 1

Procesamiento de lenguaje natural PLN



Técnicas de incrustación (Word Embedding)

Según Talamé et al. (2022), las técnicas de incrustación (Word Embedding) son un conjunto de métodos que permiten representar las palabras como vectores numéricos. Estos vectores capturan el significado semántico de las palabras al codificar las relaciones entre ellas en un espacio vectorial.

Las técnicas de incrustación se han utilizado con éxito en una amplia gama de tareas de procesamiento del lenguaje natural, como la traducción automática, la clasificación de textos, la detección de emociones y la generación de lenguaje natural.

Existen diferentes métodos para obtener incrustaciones de palabras, por ejemplo, Word2Vec, GloVe y FastText. Estos métodos se basan en el aprendizaje automático para analizar grandes cantidades de texto y determinar las relaciones entre las palabras.

Las incrustaciones de palabras tienen una amplia variedad de aplicaciones en el procesamiento del lenguaje natural, tales como:

- Análisis de sentimientos
- Traducción automática
- Recuperación de información
- Generación de texto

Word2Vec

En el trabajo de Mikolov et al. (2013) se define a word2vec como una arquitectura de red neuronal de dos capas que aprende representaciones vectoriales (embeddings) de palabras. Su objetivo es capturar relaciones semánticas entre palabras, entrenando en un corpus grande de texto. Los dos enfoques principales dentro de word2vec se lo puede observar en la Figura 2.

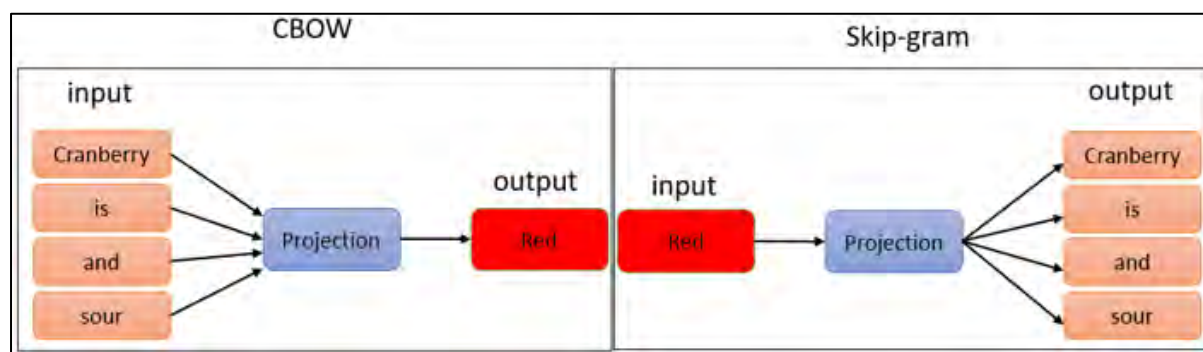
- Bag-of-Words continuo (CBOW): Dado un centro de palabra, el modelo predice las palabras que lo rodean dentro de una ventana de contexto.
- Skip-gram: Dado un entorno de palabra, el modelo predice la palabra central.

Algunos puntos clave:

- Aprende embeddings de palabras que capturan relaciones semánticas.
- Ofrece dos enfoques de entrenamiento: CBOW y skip-gram.
- Se utiliza ampliamente para diversas tareas de procesamiento del lenguaje natural.

Figura 2

Word2Vec con CBOW y Skip-gram

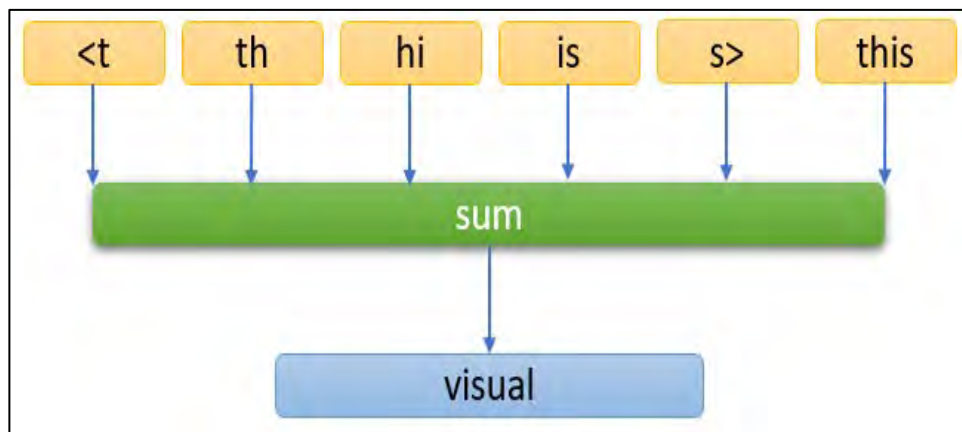


FastText

De acuerdo con Bojanowski et al. (2019), fastText es una extensión de word2vec que aborda el problema de las palabras fuera del vocabulario (OOV) al considerar información de subpalabras (n-gramas de caracteres) además de palabras completas. Esto le permite representar palabras conocidas y desconocidas de manera más efectiva (Véase Figura 3).

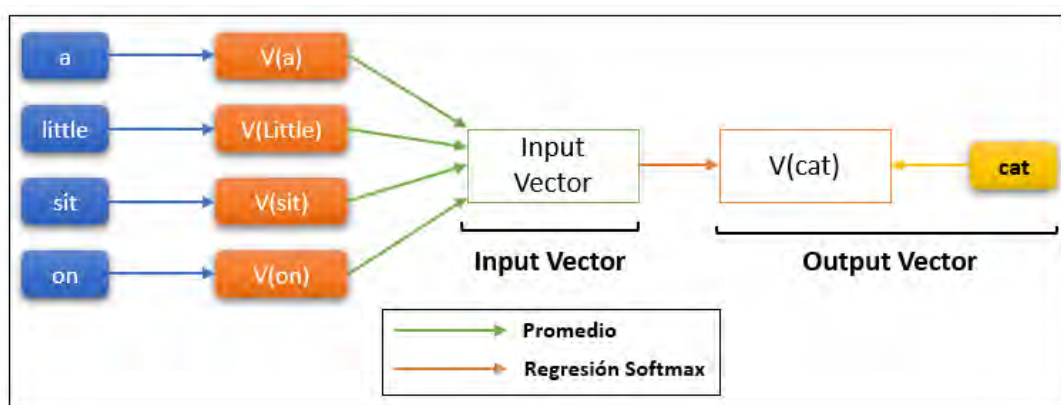
Algunos puntos clave:

- Maneja palabras OOV usando información de subpalabras (n-gramas de caracteres).
- Mejora la representación de palabras raras y morfológicamente complejas.
- Adecuado para idiomas con morfología rica y recursos de vocabulario limitados.

Figura 3*Algoritmo FastText***Glove**

GloVe (Global Vectors for Word Representation), según Pennington et al. (2014), es un método estadístico para aprender embeddings de palabras que aprovecha las estadísticas de coocurrencia de un corpus de texto grande. Toma en cuenta tanto el contexto local (palabras circundantes) como los patrones de uso global de las palabras, así se muestra en la Figura 4. Algunos puntos clave son:

- Utiliza estadísticas de coocurrencia para capturar el significado de las palabras.
- Considera tanto el contexto local como global para obtener representaciones más completas.
- A menudo funciona bien en tareas como analogía y similitud de palabras.

Figura 4*Algoritmo GloVe***Conjunto de datos**

Un conjunto de datos es una colección organizada de información, generalmente representada en forma tabular que puede incluir números, texto, imágenes, sonido u otros tipos de datos. Cada fila en el conjunto de datos representa una observación o instancia, y cada columna representa una variable o atributo específico asociado con esa observación. Los conjuntos de datos se utilizan en diversos campos como la estadística, la ciencia de datos, la informática y la investigación, para realizar análisis, modelado y toma de decisiones basada en datos. Los conjuntos de datos word2vec-google-news-300 (Google, 2024) y cc.en.300.bin

(Facebook OS, 2024) se seleccionaron por su robustez y confiabilidad en tareas de procesamiento del lenguaje natural (PLN). Word2vec-google-news-300, entrenado por Google, ofrece representaciones densas de palabras que capturan contextos semánticos profundos, mientras que cc.en.300.bin de Facebook (FastText) extiende la cobertura al incluir subpalabras, mejorando la representación de términos fuera del vocabulario.

Word2vec-google-news-300, utilizado para el algoritmo Word2Vec, es un modelo de incrustación de palabras preentrenado desarrollado por Google, diseñado específicamente para capturar relaciones semánticas entre palabras en un espacio vectorial de alta dimensión. El modelo "word2vec", abreviatura de "word to vector" (palabra a vector), es una de las arquitecturas pioneras en el campo del procesamiento del lenguaje natural (PLN) para generar incrustaciones de palabras.

Cc.en.300.bin, utilizado en el algoritmo FastText, es un archivo binario relacionado con el procesamiento del lenguaje natural, un modelo de incrustación de palabras que contiene vectores de palabras que capturan relaciones semánticas entre estas basadas en el contexto en el que aparecen en los datos de entrenamiento.

Es importante considerar que este trabajo también contempla la generación de un conjunto de datos aportado por el usuario, que se compone de documentos académicos como evaluaciones, guías de estudio, libros, etc. Este conjunto se utilizará para entrenar un modelo de aprendizaje automático.

Preguntas de opción múltiple

Las preguntas de opción múltiple en documentos académicos son una herramienta de evaluación que presenta al estudiante una pregunta o enunciado seguido de un conjunto de opciones de respuesta. Solo una de las opciones es la respuesta correcta, mientras que las demás son distractores, que pueden ser plausibles o no.

Trabajos relacionados

En la búsqueda de trabajos relacionados, se han definido dos preguntas principales de investigación:

- Pregunta 1 ¿Cuáles son las mejores técnicas de incrustación de palabras?
- Pregunta 2 ¿Cuál es el mejor algoritmo de entrenamiento en documentos de evaluación académica?

Para dar respuesta a estas preguntas, se han analizado y seleccionado veinte trabajos relacionados, la mayoría emplea herramientas como el entrenamiento de datos, técnicas de incrustación de palabras y la generación de datos a partir de un conjunto de datos. Estas herramientas permiten evaluar las palabras dentro de un documento o conjunto de documentos, analizando su similitud tanto semántica como sintáctica. Se ha determinado que, en la mayoría de los trabajos revisados, los algoritmos más comúnmente aplicados son:

- FastText
- Word2Vec
- GloVe

Algunos trabajos que sobresalen del estudio son:

- Automatic generation of multiple-choice items for prepositions based on Word2vec (Xiao et al., 2018).
- Automatic Chinese Multiple-Choice Question Generation for Human Resource Performance Appraisal (Quan et al., 2018).
- Ranking Multiple Choice Question Distractors using Semantically Informed Neural Networks (Sinha et al., 2020).
- Generating Adequate Distractors for Multiple-Choice Questions (Zhang et al., 2020).

Materiales y Métodos

Esta sección evaluó y desarrolló una solución, que empleó representaciones vectoriales de palabras como base para llevar a cabo la generación de distractores para evaluaciones de opción múltiple. Como se exploró en el presente trabajo, los algoritmos Word2Vec, FastText y GloVe fueron evaluados para seleccionar los dos más eficientes y considerarlos en el desarrollo de la aplicación web.

Comparación

De acuerdo a la literatura revisada, se realizó una comparación general de las técnicas de incrustación en términos generales que se expone en la Tabla 1.

Tabla 1

Características de algoritmos

Característica	Word2Vec	FastText	GloVe
Maneja palabras fuera de su vocabulario	No	Sí	No (pero puede generalizar)
Manejo morfológico de las palabras	Limitado	Mejor	Limitado (depende del corpus)
Velocidad de entrenamiento de palabras	Más rápido	Más lento	Más lento
Rendimiento en analogía	Bueno	Bueno	Bueno
Rendimiento en similitud semántica	Bueno	Bueno	Bueno

Evaluación de Algoritmos

Para evaluar los algoritmos, se analizaron en profundidad los aspectos, particularidades y métricas más relevantes identificadas en recientes investigaciones sobre el tema.

Aspectos generales

La Tabla 2 presenta otras características de los algoritmos analizadas en la literatura.

Tabla 2

Aspectos generales de los algoritmos

Característica	Word2Vec	FastText	GloVe
Compañía Desarrolladora	Facebook Research	Google	Stanford University
Año	2015	2013	2014
Representación	Vectores	Vectores	Vectores
Estructura de sub-palabras	Sí	No	No
Capacidad para manejar palabras desconocidas	Sí	No	No
Operaciones algebraicas con palabras	Sí	Sí	No
Complejidad computacional y tiempo de entrenamiento	Alta	Alta	Alta
Palabras fuera del vocabulario	Si	No	No

Similitud semántica

- Objetivo: Determinar el grado de correlación entre la similitud de pares de palabras y la similitud de sus vectores en las incrustaciones, como se detalla en la Tabla 3 y la Figura 5.
- Conjuntos de datos: WordSim353 y SimLex-999.
- Interpretación:
 - Alta similitud semántica con resultado cercano a 1.
 - Baja similitud semántica con resultado cercano a 0.
- Cálculo: Coseno del ángulo entre los vectores de las palabras. Fórmula:

$$\cos(\theta) = (v1 * v2) / \|v1\| \|v2\|$$

Donde:

$v1$ y $v2$ son los vectores de las dos palabras.
 $*$ fue el producto escalar.

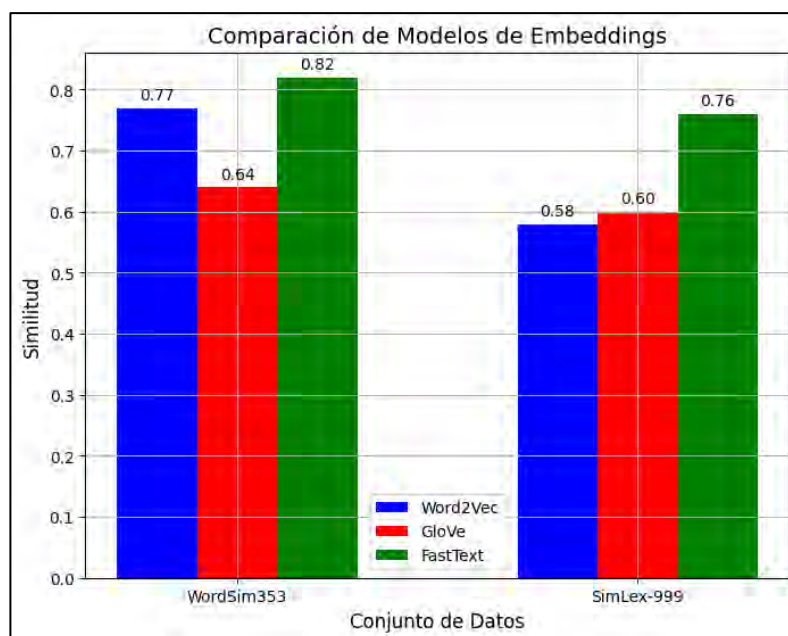
Tabla 3

Similitud semántica

Conjunto de datos	Word2Vec	GloVe	FastText
WordSim353 ¹	0.77	0.64	0.82
SimLex-999 ²	0.58	0.60	0.76

Figura 5

Similitud semántica



¹ Tomado de <https://acortar.link/wdqzJG>

² Tomado de <https://acortar.link/vSixxz>

Analogías de palabras

- Objetivo: Encontrar relaciones semánticas entre palabras, según los resultados en la Tabla 4. La idea fue completar analogías de la siguiente forma:
- A es a B como C es a D
- Conjuntos de datos: Google Analogy y Microsoft Research Paraphrase (MSR).
- Cálculo: Se calculó la similitud coseno entre las representaciones vectoriales de A-B y C-D.

$$A : B :: C : D$$

Donde:

A,B,C,D son palabras.

Tabla 4

Analogía de palabras

Algoritmo	Método	Analogía 1			Analogía 2
		Palabra	Palabra	Palabra	Palabra resultado
Word2Vec	Google Analogy ³	education teacher intelligence	learning student creativity	reading coach artist	read, knowledge Head_Coach, athletic_director painter, canvas
FastText		education teacher intelligence	learning student creativity	reading coach artist	knowledge, re-reading athletic, coaches canvas, artists
Glove		education teacher intelligence	learning student creativity	reading coach artist	read, listening coaches, team artists, painter
Word2Vec	MSR ⁴	education teacher intelligence	learning student creativity	reading coach artist	reading_aloud Head_Coach artists
FastText		education teacher intelligence	learning student creativity	reading coach artist	re-reading student-athlete artists
Glove		education teacher intelligence	learning student creativity	reading coach artist	read team artists

Analogía semántica

- Objetivo: Evaluar la capacidad de un modelo de lenguaje para comprender las relaciones semánticas entre palabras. El detalle en la Tabla 5.
- Conjuntos de datos: 3CosAdd y 3CosMul.
- Interpretación: Las fórmulas 3CosAdd y 3CosMul calcularon la similitud entre dos palabras (a y b) como el coseno del ángulo entre sus vectores de representación (v_a , v_b y v_c).
- Cálculo: Fueron necesario vectores de representación de las palabras. Su fórmula fue:

$$\begin{aligned} \text{SimAdd}(a,b) &= \cos(v_a) * \cos(v_b) + \cos(v_a) * \cos(v_c) + \cos(v_b) * \cos(v_c) \\ \text{SimMul}(a,b) &= \cos(v_a) * \cos(v_b) * \cos(v_c) \end{aligned}$$

³ Tomado de <https://arxiv.org/pdf/1301.3781.pdf>

⁴ Tomado de <https://www.microsoft.com/en-us/download/details.aspx?id=52398>

Donde:

va,vb y vc fueron los vectores de las dos palabras.

Tabla 5
Analogía semántica

Algoritmo	Método	Analogía 1		Analogía 2		
		Palabra	Palabra	Palabra	Analogía	Semántica
Word2Vec	3CosAdd	man	woman	king	king queen monarch princess crown prince	0.84 0.73 0.65 0.62 0.58
FastText		man	woman	king	king queen monarch throne princess	0.80 0.69 0.56 0.56 0.55
Glove		man	woman	king	king queen queen-mother king- queen-consort	0.82 0.76 0.69 0.68 0.66
Word2Vec	3CosMul	man	woman	king	queen monarch princess Queen Consort queens	0.93 0.86 0.85 0.82 0.81
FastText		man	woman	king	queen princess throne monarch elizabeth	0.92 0.84 0.83 0.82 0.80
Glove		man	woman	king	queen queen-mother king- queen-consort child-king	0.94 0.91 0.89 0.88 0.87

Selección de algoritmos

Según la evaluación realizada en el punto anterior, Word2Vec y FastText resultaron ser los algoritmos más eficientes para generar distractores.

FastText (2015) sobresalió por su facilidad de uso y capacidad para manejar palabras fuera del vocabulario entrenado. Ofreció mejores resultados en tareas de similitudes semánticas y analogías, adaptándose de manera más efectiva al contexto del estudio. Su principal ventaja radicó en la generación de resultados con palabras no presentes en el corpus original.

Word2Vec (2013), a pesar de ser más antiguo, capturó de manera más efectiva relaciones semánticas y permitió calcular la similitud entre palabras. Alcanzó un alto porcentaje de similitud en la generación de distractores y demostró ser computacionalmente eficiente.

En comparación, FastText superó a GloVe en la capacidad de generalizar palabras OOV, gracias a su habilidad para crear vectores a partir de subpalabras. Aunque Word2Vec no fue tan eficaz en este aspecto, demostró una mayor capacidad de generalización que GloVe cuando se entrenaba adecuadamente. En términos de eficiencia computacional, Word2Vec resultó más rápido que GloVe, que requiere calcular y factorizar una gran matriz de co-ocurrencias. Además, Word2Vec capturó mejor las relaciones semánticas y sintácticas, mientras que FastText destacó en el tratamiento de la morfología y las palabras raras, mostrando mayor flexibilidad en idiomas o dominios especializados.

Resultados y Discusión

En el presente estudio se exploró la aplicación de los algoritmos de incrustación de palabras Word2Vec y FastText para generar distractores. Estos distractores se basaron en la proximidad de las palabras en el espacio de incrustación, considerando una pregunta y una respuesta correcta como punto de partida. Algunos aspectos a considerar fueron:

- Área de estudio: Se seleccionaron como área de estudio diversos documentos académicos, como evaluaciones, guías de estudio, entre otros.
- Idioma: El idioma utilizado fue el inglés.
- Implementación: La implementación de los algoritmos y el diseño del sistema se realizó en Python.
- Conjunto de datos: Se utilizó cc.en.300.bin para FastText y word2vec-google-news-300 en Word2Vec. También se permitió la opción de utilizar datos ingresados por el usuario para realizar la experimentación.
- Cantidad de experimentos: Se llevaron a cabo veinte experimentos, de los cuales se consignan tres en el presente trabajo.

Diseño de Experimentación

Se desarrolló un generador de distractores con los modelos Word2Vec y FastText para preguntas de opción múltiple, como se ve en la Figura 6.

Figura 6

Generador de distractores

Funcionamiento del generador

El usuario ingresó una pregunta y la respuesta correcta. El usuario pudo elegir un modelo de lenguaje para generar los distractores. Así también, pudo cargar un archivo de texto para entrenar el modelo de lenguaje. El generador devolvió una serie de distractores para la pregunta.

Modelos de lenguaje

De acuerdo a la experimentación realizada, Word2Vec y FastText son dos modelos de lenguaje que se pueden utilizar para generar distractores. FastText es generalmente más preciso que Word2Vec, pero Word2Vec es más rápido en general.

Word2Vec genera distractores utilizando las siguientes técnicas: coseno similar y vecinos más cercanos. En cambio, FastText genera distractores empleando las siguientes técnicas: predicción de la siguiente palabra y búsqueda de vecinos.

Evaluación de la calidad

La calidad de los distractores generados por Word2Vec y FastText se evaluó utilizando las siguientes técnicas:

- Análisis por expertos: Grupo de expertos evaluó la calidad de los distractores.
- Análisis estadístico: Se utilizaron técnicas estadísticas para evaluar distractores.

Resultados

Es importante considerar que los resultados obtenidos mostraron palabras (con letras mayúsculas o con errores de tipeo) que presentaron un mayor porcentaje de similitud con la respuesta correcta y que se encontraron dentro del conjunto de datos evaluado. Los resultados de las pruebas realizadas con el generador de distractores se muestran en la Tabla 5, Tabla 6, Tabla 7, Tabla 8; así como en la Figura 7, Figura 8 y Figura 9:

Tabla 6

Ejemplo 1

Pregunta	What is the main purpose of education?			
Respuesta correcta	Knowledge			
Algoritmo	FastText		Word2Vec	
Conjunto de Datos	cc.en.300.bin	Datos Usuario	W2V-google-news-300	Datos Usuario
Distractor	knowlege - 0.81	performance - 0.75	knowlege - 0.65	one - 0.83
	knowldege - 0.76	relationships - 0.81	expertise - 0.65	following - 0.81
	knoweldge - 0.75	educators - 0.76	understanding - 0.63	worry - 0.81

Figura 7

Ejemplo 1

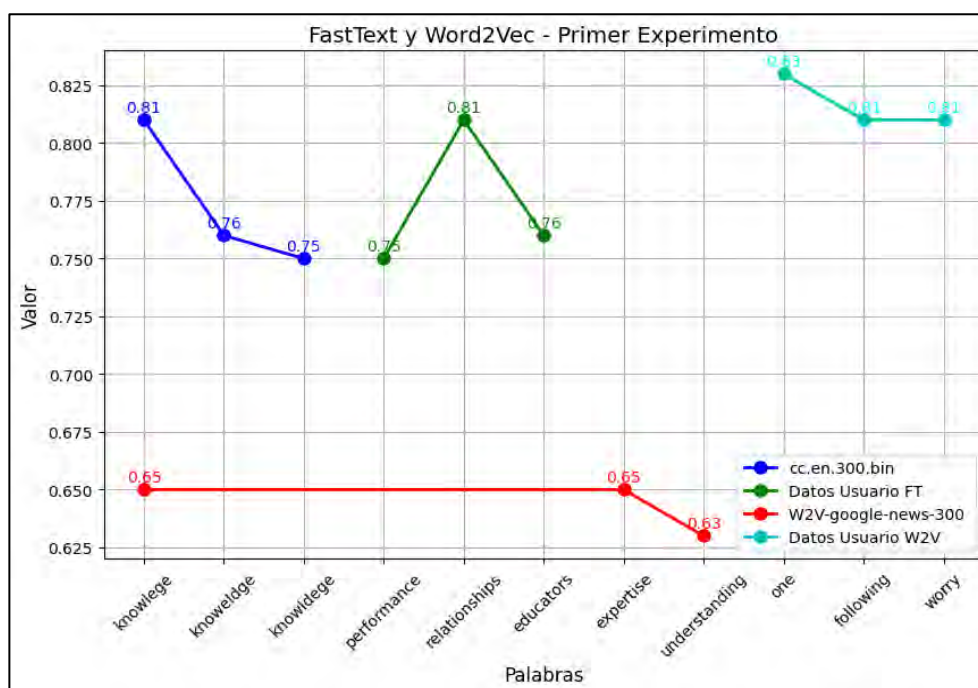


Tabla 7
Ejemplo 2

Pregunta	What can convey a wealth of meaning in an instant?			
Respuesta correcta	Pictures			
Algoritmo	FastText		Word2Vec	
Conjunto de Datos	cc.en.300.bin	Datos Usuario	W2V-google-news-300	Datos Usuario
Distractor	Photos - 0.90	successfully - 0.75	Photos - 0.91	abilities - 0.35
	Picutres - 0.81	concepts - 0.73	Photographs - 0.88	pupils - 0.33
	compete - 0.32	Pictues - 0.80	single - 0.72	Images - 0.79

Figura 8
Ejemplo 2

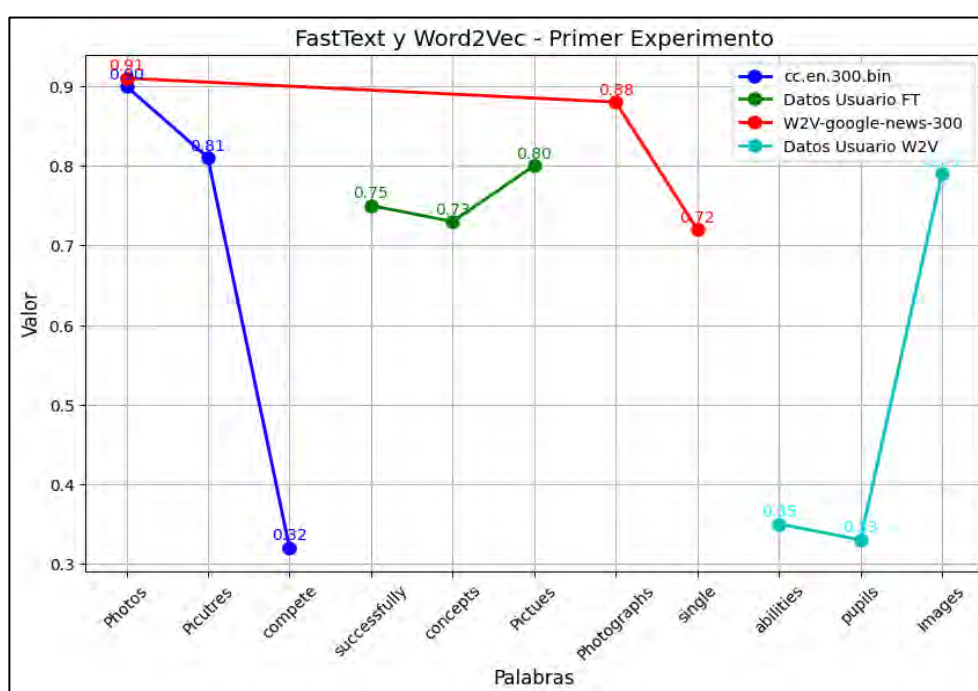
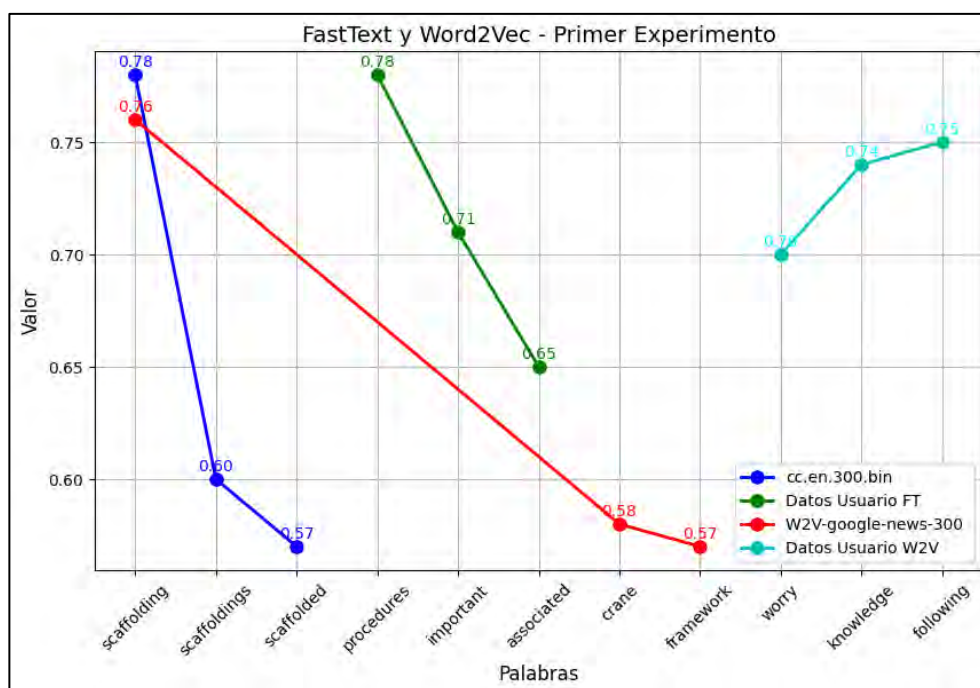


Tabla 8
Ejemplo 3

Pregunta	What term is related to frameworks that support the learning process?			
Respuesta correcta	Scaffold			
Algoritmo	FastText		Word2Vec	
Conjunto de Datos	cc.en.300.bin	Datos Usuario	W2V-google-news-300	Datos Usuario
Distractor	scaffolding - 0.78	procedures - 0.78	scaffolding - 0.76	worry - 0.70
	scaffoldings - 0.60	important - 0.71	crane - 0.58	knowledge - 0.74
	scaffolded - 0.57	associated - 0.65	framework - 0.57	following - 0.75

Figura 9*Ejemplo 3*

Discusión de resultados

En la Tabla 5, se identifica una tarea que consistió en seleccionar la palabra relacionada con la educación de entre un conjunto de palabras distractoras. La palabra más relevante para "education" fue "knowledge", tanto para FastText (0,81) como para Word2Vec (0,83). Otras palabras, como "relationships" (0,81) y "expertise" (0,65), también estuvieron relacionadas con la educación, pero no de manera tan fuerte como "knowledge". Esto demostró cómo se puede utilizar un modelo de aprendizaje automático para identificar palabras asociadas con conceptos como "education", comparándolas con otras palabras de un gran conjunto de datos.

En la Tabla 6, se exponen los resultados de la generación de distractores para la pregunta "What can convey a wealth of meaning in an instant?". Los distractores con las puntuaciones más altas fueron "Photos" (0,90 en FastText y 0,91 en Word2Vec), lo que sugiere que el modelo fue efectivo en la generación de distractores. Sin embargo, también se generó un distractor ("compete") que no está relacionado con la pregunta, lo que evidenció que el modelo puede producir distractores irrelevantes.

Finalmente, en la Tabla 7, se presentan los resultados para una pregunta sobre marcos que apoyan el proceso de aprendizaje. En Word2Vec, la palabra que más distrajo fue "scaffolding", con una similitud coseno de 0,76. Otros distractores incluyeron "following" (0,75), "important" (0,71) y "knowledge" (0,74). De manera similar, en FastText, "scaffolding" fue el distractor más relevante (0,78), seguido de "procedures" (0,78) y "associated" (0,65).

Conclusiones

Según la experimentación realizada, la efectividad de FastText y Word2Vec depende principalmente de la calidad y amplitud de los datos con los que se entrenan. Cuanto más completo sea el conjunto de datos, mejor podrán estos modelos captar el significado del lenguaje.

De los resultados obtenidos, los distractores formados por respuestas de una sola palabra suelen ser más efectivos, ya que permiten generar opciones que se parecen más a la respuesta correcta.

FastText es útil para tareas que requieren una comprensión detallada del lenguaje, gracias a su capacidad para analizar subpalabras. Por otro lado, Word2Vec es más adecuado para escenarios con grandes volúmenes de datos y donde se necesita una capacitación eficiente.

Aunque se han logrado avances, la generación automática de distractores sigue siendo un reto importante, con problemas en cuanto a precisión y la capacidad de los sistemas para generar y clasificar distractores de forma adecuada.

El uso de algoritmos de procesamiento de lenguaje natural facilita la creación de distractores, lo que puede ser una herramienta útil para educadores, ayudándoles a ahorrar tiempo y esfuerzo en la preparación de evaluaciones.

Reconocimientos

Los autores declaran la contribución y participación equitativa de roles de autoría para esta publicación.

Referencias

- Bojanowski, P., Grave, E., Joulin, A., & Mikolov, T. (2019). *Enriching Word Vectors with Subword Information*. *Transactions of the Association for Computational Linguistics*, 7, 135-146. https://doi.org/10.1162/tacl_a_00051
- Facebook OS. (2024). *Word vectors for 157 languages · fastText*. <https://fasttext.cc/docs/en/crawl-vectors.html>
- Google. (2024). *Google Code Archive - Long-term storage for Google Code Project Hosting*. <https://code.google.com/archive/p/word2vec/>
- Jurado Núñez, A., Flores Hernández, F., Delgado Maldonado, L., Sommer Cervantes, H., Martínez González, A., & Sánchez Mendiola, M. (2013). *Distractores en preguntas de opción múltiple para estudiantes de medicina: ¿cuál es su comportamiento en un examen sumativo de altas consecuencias?* *Revista de Educación en Ciencias de la Salud*, 10(3), 173-185.
- Liu, Q., Wald, N., Daskon, C., & Harland, T. (2023). Multiple-choice questions (MCQs) for higher-order cognition: Perspectives of university teachers. *Innovations in Education and Teaching International*, 60(3), 314-323. <https://doi.org/10.1080/14703297.2023.2222715>
- Manjarrés-Betancur, R. A., & Echeverri-Torres, M. M. (2020). Asistente virtual académico utilizando tecnologías cognitivas de procesamiento de lenguaje natural. *Revista Politécnica*, 16(31), 85-95. <https://doi.org/10.33571/rpolitec.v16n31a7>
- Mikolov, T., Le, Q. V., & Sutskever, I. (2013). *Exploiting Similarities among Languages for Machine Translation*. <https://code.google.com/p/word2vec/>
- Pennington, J., Socher, R., & Manning, C. D. (2014). *GloVe: Global Vectors for Word Representation*. *Proceedings of the 2014 Conference on Empirical Methods in Natural Language Processing (EMNLP 2014)*, 1532-1543. <http://nlp.stanford.edu/pubs/glove.pdf>
- Quan, P., Shi, Y., Niu, L., Liu, Y., & Zhang, T. (2018). Automatic Chinese Multiple-Choice Question Generation for Human Resource Performance Appraisal. *Procedia Computer Science*, 139, 165-172. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2018.10.235>

- Sinha, M., Dasgupta, T., & Mandav, J. (2020). Ranking Multiple Choice Question Distractors using Semantically Informed Neural Networks. *Proceedings of the 29th International Conference on Information and Knowledge Management (CIKM 2020)*, 3329-3332. <https://doi.org/10.1145/3340531.3417468>
- Talamé, M. L., Monge, A., Nicolás Amor, M., & Cardoso, C. (2022). *Creation of a corpus of embedded words from tweets generated in Argentina*. *Revista de Lingüística y Lenguas Aplicadas*, 17(2), 123-139. <http://revistas.upm.es/>.
- Xiao, W., Wang, M., Zhang, C., Tan, Y., & Chen, Z. (2018). Automatic generation of multiple-choice items for prepositions based on Word2vec. *Communications in Computer and Information Science*, 902, 81-95. https://doi.org/10.1007/978-981-13-2206-8_8
- Zhang, C., Sun, Y., Chen, H., & Wang, J. (2020). *Generating Adequate Distractors for Multiple-Choice Questions*. *arXiv Preprint*. <https://arxiv.org/abs/2010.12658>

Seguridad y Cyberseguridad / Security and Cybersecurity



RTE

Análisis de intervenciones de Seguridad Vial para reducir accidentes de tránsito en Ecuador

Analysis of road safety interventions to reduce traffic accidents in Ecuador

Paola Izurieta¹ <https://orcid.org/0009-0007-1893-0504>,
Solange Vega¹ <https://orcid.org/0009-0001-4706-5704>, Santiago Maldonado¹ <https://orcid.org/0009-0007-5576-7611>,
Mónica Delgado¹ <https://orcid.org/0000-0003-4753-730X>

¹Universidad Central del Ecuador, Quito, Ecuador
epizurieta@uce.edu.ec, spvegav1@uce.edu.ec,
smaldonado@uce.edu.ec, msdelgadoy@uce.edu.ec



Esta obra está bajo una licencia internacional
Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0.

Enviado: 2024/06/04

Aceptado: 2024/12/20

Publicado: 2024/12/30

Resumen

Este artículo evalúa el impacto de las intervenciones de gestión de seguridad vial en Ecuador, centrándose en las políticas, programas y acciones implementadas por el gobierno para fortalecer la seguridad en las carreteras. Se analizan diversas estrategias, tales como campañas de sensibilización, mejoras en la infraestructura vial, la estricta aplicación de leyes de tránsito, programas de educación vial y el sistema de puntos en la licencia de conducir, instaurado a través de la Ley Orgánica de Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial (LOTTTSV). El objetivo principal es evaluar la efectividad de estas medidas en la prevención de accidentes y la protección de vidas humanas en las vías ecuatorianas. Para lograrlo, se llevó a cabo una revisión exhaustiva de datos estadísticos y análisis comparativos, con el fin de proporcionar una comprensión detallada de la situación actual de la seguridad vial en el país y para formular recomendaciones prácticas que optimicen las intervenciones actuales y promuevan una cultura de seguridad vial. Los resultados obtenidos reflejaron un impacto significativo, con una reducción del 22.56% en la tasa de accidentes en los últimos siete años y una disminución del 40% en las víctimas fatales en los últimos cinco años, además de un incremento en la conciencia y comportamiento seguro de los conductores. Las conclusiones destacan la necesidad de una estrategia integral y sostenida a largo plazo para consolidar estos avances y continuar mejorando la seguridad vial en Ecuador.

Sumario: Introducción, Marco Teórico, Materiales y Métodos, Resultados y Discusión, Conclusiones.

Como citar: Izurieta, P., Vega, S., Maldonado, S., & Delgado, M. (2024). Análisis de intervenciones de Seguridad Vial para reducir accidentes de tránsito en Ecuador. *Revista Tecnológica - Espol*, 36(2), 112-134. <https://rte.espol.edu.ec/index.php/tecnologica/article/view/1182>

Palabras clave: Seguridad, Prevención de accidentes, Accidente, Gestión de riesgos, Educación.

Abstract

This article evaluates the impact of road safety management interventions in Ecuador, focusing on policies, programs, and actions implemented by the government to enhance road safety. Various strategies are analyzed, including awareness campaigns, improvements in road infrastructure, strict enforcement of traffic laws, road safety education programs, and the driver's license point system established through the Organic Law of Land Transportation, Traffic, and Road Safety (LOTTTSV). The main objective is to assess the effectiveness of these measures in preventing accidents and protecting human lives on Ecuadorian roads. To achieve this, a comprehensive review of statistical data and comparative analyses was conducted to provide a detailed understanding of the current road safety situation in the country and to formulate practical recommendations aimed at optimizing current interventions and promoting a culture of road safety. The results revealed a significant impact, including a 22.56% reduction in accident rates over the past seven years and a 40% decrease in fatality rates in the last five years. Additionally, there has been an increase in driver's awareness and adoption of safe behaviors. The conclusions highlight the need for a comprehensive and sustained long-term strategy to consolidate these advances and further improve road safety in Ecuador.

Keywords: Safety, Accident prevention, Traffic accident, Risk management, Education.

Introducción

La seguridad vial es un aspecto fundamental del desarrollo y bienestar de cualquier sociedad (Granda, 2018). En este contexto de rápida urbanización en América Latina, el crecimiento acelerado de las ciudades ha traído consigo una serie de problemas y conflictos prioritarios para resolver (Koch, 2001; Ruales, 2019; Gonzalez Sousa & Laguna Coral, 2005), entre los cuales podemos nombrar desde la frecuente congestión vehicular y la reducción de espacios para los peatones hasta los altos índices de accidentalidad (Algora-Buenafé et al., 2017; Peñafiel-Gallegos et al., 2018; Gómez et al., 2016). Como resultado, la movilidad, el tránsito, el transporte, y la seguridad vial, junto con la seguridad ciudadana, la convivencia y el desarrollo económico, se han convertido en desafíos clave para los gobiernos autónomos descentralizados municipales en toda la región, incluido Ecuador (Yáñez-Cepeda et al., 2021; García-Ramírez, 2018; Granda, 2018), que es un país con notable diversidad geográfica y cultural, el cual enfrenta un desafío importante en el ámbito de la seguridad vial (Aguilar Miranda et al., 2023; Oñate-Cervantes, 2021; Sánchez-Espín et al., 2019). Los accidentes de tránsito se encuentran entre las principales causas de mortalidad en el país (Gómez et al., 2016). Un informe de la Organización Mundial de la Salud (OMS) de 2009 reveló que cada año, aproximadamente 1,3 millones de personas fallecen en accidentes de tránsito a nivel mundial (OMS, 2009).

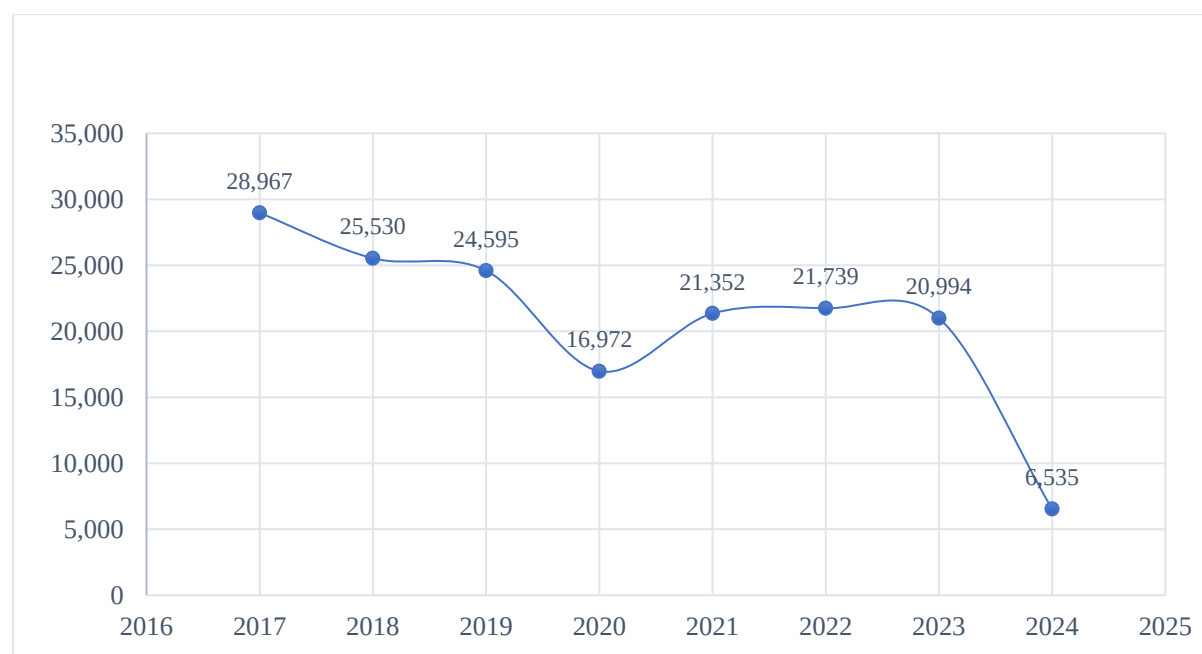
La siniestralidad en Ecuador ha mostrado un incremento continuo desde 1980, año en que se comenzaron a recopilar las primeras estadísticas digitales sobre este tema (Santillán Andrade, 2024; Villa Maura et al., 2019) la información estadística de la Agencia Nacional de Tránsito (ANT) y del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC) proporciona un visor de información. En la Figura 1 se puede observar información estadística de siniestros desde el año 2017 hasta abril de 2024 siendo el 2017 el año con más siniestros de tránsito en Ecuador (Yambay Bautista, 2022).

En Ecuador, los accidentes de tránsito suponen una problemática significativa tanto económica como social (Córdova y Paucar, 2014; Ortega et al., 2017; Tenemaza, 2024) y sanitaria (Bangdiwala Anzola-Pérez, 1987), constituyéndose en una de las principales causas de mortalidad en el país. En los últimos años, la tasa de fallecidos por accidentes de tránsito ha aumentado, posicionando a Ecuador entre los países con mayor índice de mortalidad por esta causa en América Latina (Algora-Buenafé et al., 2017; Rojas-Jiménez, 2019).

Desde el año 2019, que registró 24.595 siniestros, hasta el año 2020, con 16.972 siniestros, se evidenció una notable disminución del número de siniestros. Comparando esta tendencia con el año 2017, que tuvo 28.967 siniestros, se observa una reducción porcentual del 58.59%. Este decrecimiento significativo en el año 2020 puede inferirse como resultado de la pandemia mundial de Covid-19, la cual impactó de manera considerable en la movilidad y las actividades cotidianas, reduciendo así el número de siniestros (Figura 1).

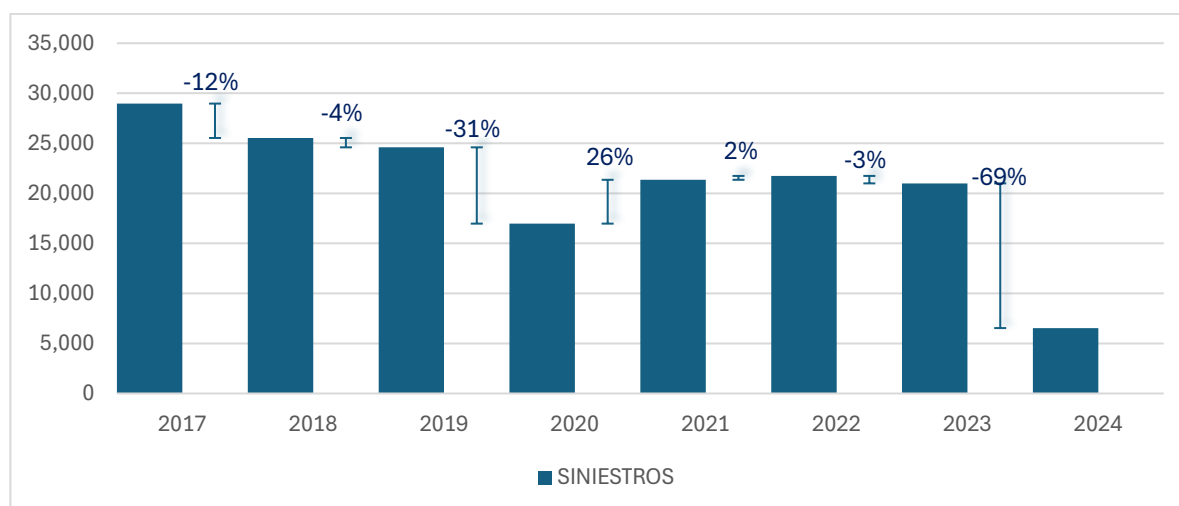
Figura 1

Información histórica de siniestralidad en Ecuador



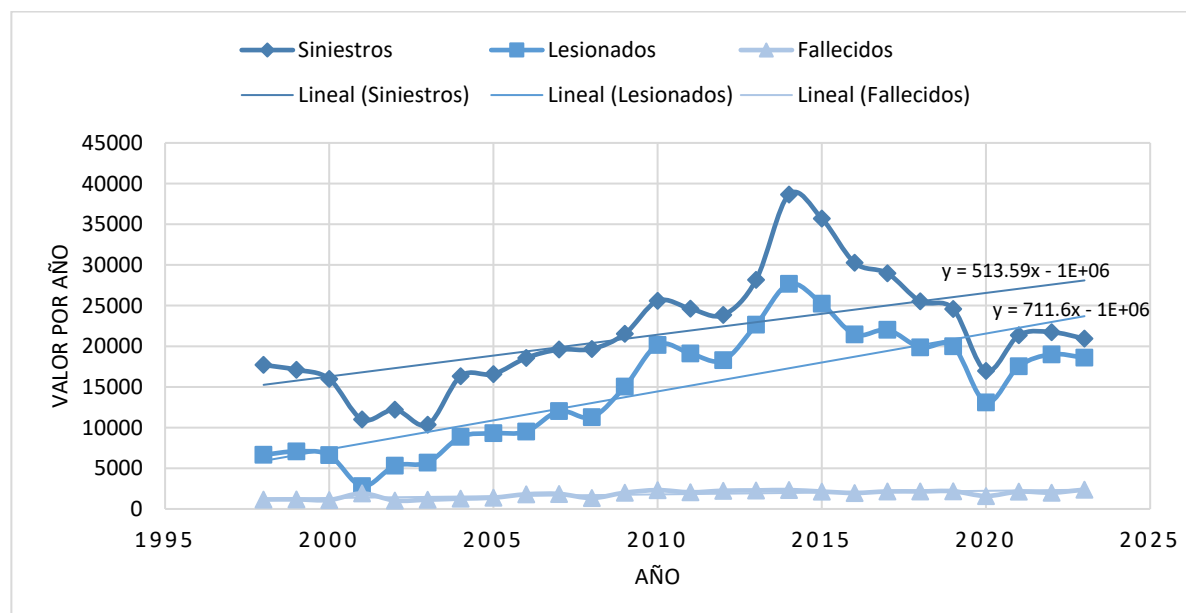
A partir del año 2021, se nota un incremento en el número de siniestros, con un registro de 21.352. Esta cifra indica un aumento respecto al año anterior, aunque aún por debajo de los niveles prepandémicos. En los años subsiguientes, 2022 y 2023, se observa una estabilidad parcial en la cantidad de siniestros, con 21.739 y 20.994 respectivamente. Este patrón sugiere que, aunque hubo un aumento tras el periodo más crítico de la pandemia, los niveles de siniestralidad no han retornado a los valores máximos registrados en años anteriores como se observa en la Figura 2.

En Ecuador, el número de lesionados presenta una tendencia al alza a medida que aumentan los siniestros viales. Las líneas de tendencia positiva muestran ecuaciones de $y = 513.59x - 1E+06$ para siniestralidad y $y = 711.6x - 1E+06$ para lesionados, como se observa en la Figura 3, donde se ve reflejado un incremento en las pendientes.

Figura 2*Información histórica de siniestros con diferencia de porcentajes entre años*

Esto indica que cada vez se registran más lesiones por accidente, lo cual podría atribuirse a factores como los materiales de los vehículos, el estado de las vías, la falta de experiencia de los conductores o la impericia al volante (Yambay Bautista, 2022; Castello Villanueva, 2011; Cedeño Casquete, 2011; Gironda, 2018).

Los valores de fallecidos tienden a mantener sus valores en una media de 26 años de 1.810 personas por año, según información estadística de la Agencia Nacional de Tránsito (ANT) (Bautista, 2022).

Figura 3*Fallecidos y lesionados por evento de siniestro por año en Ecuador*

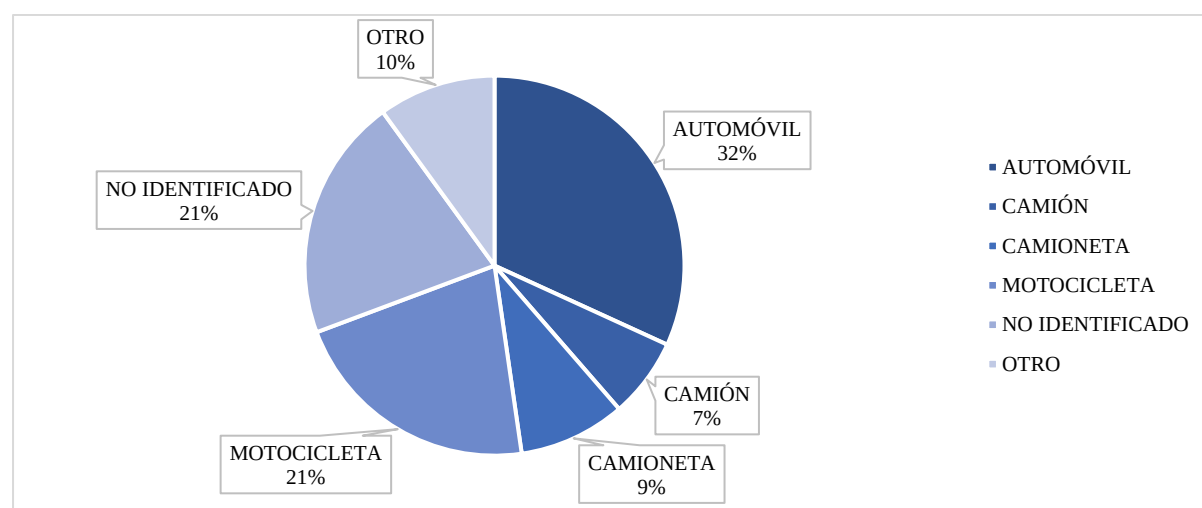
En el ámbito de seguridad vial en Ecuador es mucho más crítico con respecto a los demás países de América (Caraguay y Yanza, 2018). Para el año 2020, el 31% de las personas fallecidas usaban como vehículo la motocicleta (Castillo et al., 2020; Murillo-Hoyos, et al., 2023), el 15% automóvil, el 9% camionetas, el 9% camiones y el 5% buses (Sant'Anna, 2002).

Los accidentes de tránsito, clasificados según su tipo, se distribuyen de la siguiente manera: 1) choques, que representan el 45,4 %; 2) atropellos, con el 16,8 %; 3) estrellamientos, con un 13,6 %; 4) pérdida de pista, con un 10,8 %; y otros tipos de accidentes, que abarcan el 13,8 % (Castillo et al., 2020; Murillo, 2024).

En la Figura 4 se puede observar información estadística de siniestros por tipo de vehículo según ANT 2024 (Mesias y Gutierrez, 2024), evidenciándose con mayor porcentaje el automóvil con 32% de siniestros en Ecuador (Barrera et al., 2024; Cassanello y Ramírez, 2024).

Figura 4

Siniestros por tipo de vehículo



La ANT, respaldada por Bloomberg Philanthropies (Barrera et al., 2024; Cassanello, 2024; Mesias y Gutierrez, 2024) ha lanzado el Anuario Nacional de Seguridad Vial 2023, este informe detalla los datos estadísticos relacionados con la siniestralidad vial, así como el número de lesionados y fallecidos ocurridos en Ecuador durante el año 2023 (Avendaño, 2023).

A continuación, se comparan, con datos estadísticos, los siniestros de tránsito correspondientes al 2022 y 2023:

Datos Siniestralidad vial Ecuador 2023

20.994 siniestros, 3.43% menos que en 2022

18.605 lesionados, 2.11% menos que en 2022

2.373 fallecidos, 7.7% más que en 2022

En los últimos años, las intervenciones han abarcado desde la construcción y el mantenimiento de infraestructuras viales hasta la implementación de campañas de sensibilización (Justo et al., 2021). Además, la Asamblea General de las Naciones Unidas aprobó una resolución que establece la Segunda Década de Acción para la Seguridad Vial 2021-2030 (Justo et al., 2021; Sánchez, 2021), con el objetivo de reducir significativamente las muertes y lesiones causadas por accidentes de tránsito a nivel mundial (Abril Mora., 2023; Hernández et al., 2023; Palomo, 2021).

En colaboración con el Banco Mundial, la Agencia Nacional de Tránsito de Ecuador y la firma consultora Fred Engineering desarrollaron el Manual de Seguridad Vial Urbana de Ecuador. Este manual se centra principalmente en la creación de infraestructura vial más

segura. Sin embargo, a pesar de estos esfuerzos, los accidentes de tránsito siguen siendo una preocupación persistente, lo que sugiere la necesidad de un enfoque más integral y coordinado para abordar el problema (Torres, 2012).

Por lo tanto, se realiza un análisis de las intervenciones de seguridad vial implementadas en Ecuador, con el propósito de identificar su efectividad en la reducción de los accidentes de tránsito. Se busca evaluar la eficacia de las medidas adoptadas por el gobierno ecuatoriano y otras instituciones pertinentes en la prevención de accidentes y la protección de la vida humana comparativos, se pretende ofrecer una comprensión profunda de la situación actual de la seguridad vial en Ecuador y generar recomendaciones prácticas para mejorar las intervenciones existentes y promover una cultura de seguridad vial en la sociedad ecuatoriana.

Marco Teórico

Ecuador, al igual que muchos otros países, enfrenta el desafío de reducir los accidentes de tránsito que cobran vidas y generan pérdidas económicas cada año (Algora-Buenafé et al., 2017; Gómez et al., 2016; Ortiz et al., 2022). En respuesta a esta problemática, se han implementado diversas intervenciones en seguridad vial con el objetivo de mitigar estos incidentes y promover una cultura vial más segura y responsable (Córdova y Paucar., 2014; Peñafiel-Gallegos et al., 2018; Gómez García et al., 2016).

El Plan Nacional de Desarrollo Creando Oportunidades 2021-2025

Tiene como objetivo central promover el desarrollo integral del Ecuador, abordando diversos aspectos que incluyen la seguridad vial. Dentro de este marco, el enfoque con respecto a la seguridad vial se centra en implementar políticas y acciones que reduzcan los accidentes de tránsito, protejan la vida de los ciudadanos y promuevan una cultura vial más segura y responsable (Cuichán Chiluisa, et al., 2023).

En Ecuador, como se ve en la Tabla 1, se han implementado las siguientes medidas:

Tabla 1

Intervenciones de Seguridad Vial en diferentes provincias de Ecuador

Medida implementada	Autores que coinciden en el criterio	Observaciones
Fortalecimiento de la infraestructura vial: Mejora de carreteras, calles y señalización para garantizar condiciones seguras de tránsito.	(Cal y Cárdenas, 2018; Martínez Gonzalez y Bareño, 2012; Martínez y Olivares, 2012)	La mejora de carreteras y señalización debe enfocarse en las zonas rurales y urbanas congestionadas, incorporando diseños adaptados a la topografía del país.
Implementación de medidas de control de velocidad: Establecimiento de límites de velocidad adecuados y aplicación de tecnologías para el control y monitoreo de la velocidad en las vías.	(Castillo et al., 2020; Olivo, 2018; García Ramírez et al., 2018; Sangurima y Sotomayor, 2017; Sisalima y Pluas 2021)	La ejecución de sistemas como radares, reductores de velocidad y cámaras debe priorizar vías con alta siniestralidad como las Autopistas.
Educación vial: Desarrollo de programas educativos y campañas de concienciación dirigidas a conductores, peatones y ciclistas para promover el respeto a las normas de tránsito y fomentar comportamientos seguros.	(Burgos Alvarado y Correa Peralta, 2019; Hanalata-Valle, Romero-Fernández et al., 2022; Zambrano y Anchundia, 2023)	Las campañas deben incluir temas culturales como el respeto a peatones en pasos cebra y el uso correcto de las ciclovías.
Fiscalización y aplicación de leyes de tránsito: Refuerzo de los controles y sanciones a conductores que incumplen las normativas de seguridad vial, con el fin de disuadir comportamientos peligrosos en las vías.		Se necesita un incremento de agentes de tránsito capacitados y herramientas tecnológicas para el monitoreo, también evaluar y reforzar puntos críticos en las ciudades.
Promoción de la movilidad sostenible: Fomento del uso de medios de transporte		Desarrollar infraestructura para peatones y ciclovías especialmente en ciudades con

Medida implementada	Autores que coinciden en el criterio	Observaciones
alternativos como el transporte público, la bicicleta y el peatón, con el objetivo de reducir la congestión vehicular y los riesgos de accidentes.		alta densidad poblacional como Quito, Guayaquil y Cuenca. Integrar transporte público más eficiente y seguro.
Se analiza la caracterización de las políticas públicas de educación y seguridad vial vigentes en Ecuador.	(Oñate-Cervantes, 2021)	Es importante que incluyan estrategias sostenibles y que abarquen tanto educación como controles efectivos en el ámbito urbano y rural.

De acuerdo con antiguos planes nacionales de seguridad también la Organización Panamericana de la Salud indica que los accidentes de tránsito en Ecuador van en ascenso y, como resultado, se producen más muertes. Por tal razón, el Plan Nacional de Seguridad Vial del Ecuador instaura, como objetivo principal, la disminución del 40% en las muertes en el periodo 2015 al 2020. Con ello, se logró reducir la tasa de mortalidad de 19,47 en 2013 a 11,7 por 100.000 habitantes en 2020 , 2021).

Políticas Públicas de Seguridad Vial en Ecuador

La legislación sobre los principales factores de riesgo y su aplicabilidad precisa es fundamental para desarrollar una cultura integral de seguridad vial (Safarpour et al., 2020). Estos factores requieren un enfoque global para mejorar la seguridad vial, por lo que la legislación debe basarse en pruebas sólidas, estar bien organizada y actualizada. En muchos países, incluido Ecuador, existen leyes diferentes a nivel nacional, estatal y municipal, lo que puede generar inconsistencias y confusión, afectando negativamente la eficacia de las medidas de seguridad vial. Por ejemplo, las normativas de tránsito pueden variar significativamente entre diferentes regiones y ciudades, complicando la implementación uniforme de políticas de seguridad (Híjar et al., 2012).

La falta de armonización en las leyes dificulta tanto la educación como el cumplimiento por parte de los conductores, aumentando el riesgo de accidentes. Además, las disparidades en la legislación pueden llevar a que ciertas áreas tengan regulaciones más estrictas que otras, creando "zonas grises" donde las normas no se aplican con la misma rigurosidad. Para abordar estos desafíos, es esencial que los países trabajen en desarrollar una legislación coherente y homogénea que abarque todos los niveles de gobierno, asegurando una respuesta unificada y eficaz ante los riesgos viales (Híjar et al., 2012).

En Ecuador, por ejemplo, se ha identificado la necesidad de un marco legislativo consolidado que facilite la aplicación de medidas de seguridad vial de manera uniforme en todo el país. Esto incluye la actualización constante de las leyes basadas en datos y estudios recientes, así como la capacitación continua de los agentes de tránsito y la sensibilización de la ciudadanía sobre la importancia del cumplimiento de las normativas de tráfico. De esta manera, se puede crear un entorno vial más seguro y reducir significativamente el número de accidentes de tráfico (Híjar et al., 2012).

Ley de Tránsito y Seguridad Vial

La Ley de Tránsito y Seguridad Vial establece el marco legal para la regulación del tránsito y la seguridad vial en Ecuador (LOTAIP, 2021).

En Ecuador, la Agencia Nacional de Tránsito (ANT) es la encargada de gestionar las estadísticas sobre accidentes viales. En los últimos años, la ANT ha clasificado las causas probables de los accidentes viales en 12 variables hasta el año 2013 y en 22 variables a partir del año 2014 (Agencia Nacional de Tránsito, 2018). El Formulario oficial de Recogida de Datos de Accidentes de Tráfico (E-TAF) de la Agencia Nacional agrupa estas variables en

cinco categorías: a) Factor humano, b) Factor vehículo, c) Factor medioambiental, d) Por definir, e) Otros. (F. Espinoza-Molina et al., 2022).

Implementación

- Sanciones y multas: Establecimiento de un sistema de sanciones más estricto para infracciones de tránsito, incluyendo multas más altas y la suspensión de licencias de conducir.
- Control de alcoholemia: Implementación de controles de alcoholemia en las carreteras, especialmente durante los fines de semana y feriados.
- Fiscalización electrónica: Uso de cámaras de vigilancia y radares de velocidad para monitorear y sancionar infracciones en tiempo real.

El siguiente cuadro (Tabla 2) proporciona una visión general de las diversas iniciativas llevadas a cabo en cada provincia para mejorar la seguridad vial, demostrando un enfoque integral y adaptado a las necesidades específicas de cada región.

Tabla 2

Intervenciones de Seguridad Vial en diferentes provincias de Ecuador

Provincia	Intervención de Seguridad Vial	Entidades Responsables
Pichincha	Campañas de concienciación sobre el uso del cinturón de seguridad y el respeto de las señales de tránsito	Agencia Nacional de Tránsito (ANT), Policía Nacional, Municipios locales
Guayas	Instalación de reductores de velocidad en zonas urbanas	Autoridad de Tránsito Municipal (ATM), Gobernación de la Provincia
Azuay	Programas de educación vial en escuelas y comunidades	Comisión de Tránsito del Ecuador (CTE), Dirección Provincial de Educación
Manabí	Implementación de controles de alcoholemia en carreteras principales	Policía de Tránsito, Ministerio de Salud Pública
Esmeraldas	Mejora de la señalización en intersecciones peligrosas	Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTO), Municipios locales
Loja	Patrullajes preventivos en carreteras y vías rurales	Comisión de Tránsito del Ecuador (CTE), Policía Nacional
El Oro	Capacitación de conductores profesionales en normativas de seguridad vial	Agencia Nacional de Tránsito (ANT), Cámaras de Transporte
Tungurahua	Implementación de carriles exclusivos para bicicletas en áreas urbanas	Gobernación de la Provincia, Municipios locales
Zamora Chinchipe	Señalización y mejora de la infraestructura vial en carreteras de montaña	Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTO), Gobierno Provincial
Santa Elena	Promoción de la seguridad vial en zonas turísticas y playas	Policía de Tránsito, Ministerio de Turismo
Imbabura	Creación de programas de seguridad vial enfocados en poblaciones indígenas	Dirección Provincial de Salud, Organizaciones Indígenas
Carchi	Implementación de programas de educación vial en escuelas rurales	Comisión de Tránsito del Ecuador (CTE), Ministerio de Educación
Sucumbios	Construcción de pasos peatonales elevados en áreas urbanas	Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTO), Municipios locales
Morona Santiago	Patrullajes especializados en carreteras de difícil acceso	Policía Nacional, Gobierno Provincial

Provincia	Intervención de Seguridad Vial	Entidades Responsables
Napo	Campañas de sensibilización sobre la importancia del uso del casco en motociclistas	Agencia Nacional de Tránsito (ANT), Asociaciones de Motociclistas
Orellana	Implementación de programas de seguridad vial en áreas petroleras	Empresas petroleras, Ministerio de Salud Pública

Programa de Educación Vial

Entre las diversas causas de los accidentes, el factor humano es el predominante en el sistema hombre/vehículo/entorno. Una manera efectiva de abordarlo es mediante la educación vial (RSE), que es el método principal a nivel mundial para reducir los accidentes de tráfico. La RSE se fundamenta en tres aspectos clave: primero, promueve el conocimiento y la comprensión de las normas y situaciones de tráfico; segundo, mejora las habilidades a través de la formación y la experiencia; y tercero, refuerza y/o modifica las actitudes hacia una mayor concienciación del riesgo (García et al., 2020).

Las buenas prácticas en RSE incluyen la participación de los alumnos, permitiéndoles mejorar sus habilidades psicosociales mediante intervenciones multifocales, como la interacción de jóvenes con padres y profesores. Además, la calidad de la implementación del programa y la coherencia de los mensajes son esenciales para el éxito de estas prácticas (García et al., 2020).

Este programa se enfoca en la educación vial desde temprana edad, inculcando en los ciudadanos el respeto por las normas de tránsito y la importancia de la seguridad vial.

Implementación

- Educación en escuelas: Integración de la educación vial en el currículo escolar, enseñando a los niños y jóvenes sobre las reglas de tránsito y comportamientos seguros.
- Campañas en medios de comunicación: Difusión de mensajes educativos a través de la televisión, radio, internet y redes sociales para llegar a una audiencia más amplia.
- Talleres y seminarios: Organización de talleres y seminarios para diferentes grupos de la sociedad, incluidos conductores profesionales, padres de familia y jóvenes.

El conocimiento global sobre la seguridad vial se considera un factor de protección independiente contra las lesiones causadas por accidentes de tráfico. Los estudiantes que presentan un alto nivel de conductas de riesgo en el tráfico o que tienen un conocimiento insuficiente sobre las normas de seguridad vial son más susceptibles a sufrir lesiones (Alonso et al., 2018).

En intervenciones previas relacionadas con la RSE, se ha demostrado que los programas bien estructurados y sistemáticos pueden influir positivamente en algunos resultados sociocognitivos y conductuales protectores. Sin embargo, estos resultados varían significativamente según los perfiles de los beneficiarios (Tapia y Duñabeitia, 2023). Esto subraya la importancia de los programas de intervención integral que abarcan la educación en seguridad vial, las estrategias para el cambio de comportamiento y la gestión del riesgo ambiental, y que deben ser planificados con cuidado para promover la seguridad vial.

La literatura sobre la seguridad de los niños peatones resalta la importancia de su exposición al tráfico y de adquirir habilidades en entornos reales. Es fundamental que los niños desarrollen una conciencia del tráfico y aprendan prácticas de seguridad vial inicialmente bajo

la supervisión de adultos para, eventualmente, poder realizar viajes de manera independiente (Cloutier et al., 2021). Además, aunque se recomienda mantener a los niños alejados de situaciones peligrosas de tráfico, la evidencia sugiere que la educación en seguridad vial debe incluir experiencias en situaciones realistas, en la medida de lo posible, para proporcionarles herramientas prácticas que refuercen comportamientos.

En Ecuador, en todas las provincias del país, se aplicaron varias acciones en seguridad vial a través de campañas de información, tal como se indica en la Tabla 3.

Tabla 3

Campañas de información implementadas en Ecuador para prevenir accidentes de tránsito

Nombre de la Campaña	Objetivo Principal	Estrategias Utilizadas	Público Objetivo	Entidad Responsable
"Cero Accidentes, Cero Muertes"	Reducir el número de accidentes y muertes en las vías	Spots televisivos, cuñas radiales, redes sociales, material gráfico	Conductores y peatones en general	Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTOB)
"No a la Velocidad"	Concienciar sobre los peligros del exceso de velocidad	Anuncios en medios, talleres educativos, simulacros de impacto	Conductores de vehículos particulares y comerciales	Agencia Nacional de Tránsito (ANT)
"Si manejas, no tomes"	Prevenir la conducción bajo los efectos del alcohol	Control de alcoholemia, campañas publicitarias, testimonios de víctimas	Conductores jóvenes y adultos	Ministerio de Salud Pública (MSP) y Policía Nacional
"Uso del Cinturón de Seguridad"	Fomentar el uso del cinturón de seguridad	Material audiovisual, charlas en escuelas y empresas, señalización vial	Conductores y pasajeros	Comisión de Tránsito del Ecuador (CTE)
"Educación Vial para Niños"	Educar a los niños sobre normas y seguridad vial	Programas escolares, juegos educativos, folletos informativos	Niños y adolescentes	Ministerio de Educación
"Semana de la Seguridad Vial"	Crear conciencia sobre la seguridad vial	Eventos comunitarios, conferencias, actividades recreativas	Público general	Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTOB)
"Conducta Responsable en la Vía"	Promover comportamientos responsables al volante	Campañas en redes sociales, carteles en carreteras, talleres	Conductores de todas las edades	Agencia Nacional de Tránsito (ANT)
"Uso del Casco en Motociclistas"	Aumentar el uso del casco entre motociclistas	Publicidad en medios, controles policiales, distribución de cascos	Motociclistas	Policía Nacional y Agencia Nacional de Tránsito (ANT)
"Prevención de Accidentes en Festividades"	Reducir accidentes durante feriados y festividades	Campañas intensivas en medios, controles de tráfico adicionales	Conductores en períodos festivos	Comisión de Tránsito del Ecuador (CTE)
"Transporte Escolar Seguro"	Garantizar la seguridad en el transporte escolar	Inspecciones de vehículos, capacitación de conductores, material informativo para padres y estudiantes	Conductores de transporte escolar, padres y estudiantes	Ministerio de Educación y Agencia Nacional de Tránsito (ANT)
"Mira al Frente"	Promover la atención plena al conducir	Campañas en redes sociales, spots televisivos, charlas en empresas	Conductores de todas las edades	Agencia Nacional de Tránsito (ANT)
"Párale el Carro"	Fomentar el respeto a las normas de tránsito y detener comportamientos peligrosos	Anuncios en medios, talleres comunitarios, actividades escolares	Conductores y peatones en general	Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTOB)
"Seguridad Vial"	Mejorar la seguridad en las vías a través de diversas iniciativas	Campañas educativas, mejoras en infraestructura, controles policiales	Público general	Agencia Nacional de Tránsito (ANT)

Plan de Movilidad Urbana Sostenible

Este plan busca promover la movilidad sostenible y reducir la dependencia del automóvil privado, fomentando el uso de medios de transporte más seguros y sostenibles (Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2023).

La planificación y la inversión en transporte necesitan un cambio de enfoque que priorice el acceso sobre la movilidad, favorezca modos de transporte eficientes y promueva vehículos y combustibles limpios y de bajas emisiones de carbono (Venter et al., 2019). Este

nuevo enfoque se puede resumir en tres tipos de acciones: evitar viajes motorizados extensos e innecesarios, trasladar el movimiento de bienes y personas a modos de transporte más eficientes, y mejorar la tecnología y la gestión operativa de los servicios de transporte (Hidalgo y Huizenga, 2013).

Implementación

- Ciclovías y senderos peatonales: Construcción de ciclovías y senderos peatonales en las principales ciudades del país para promover el uso de la bicicleta y el caminar como medios de transporte.
- Mejora del transporte público: Modernización del sistema de transporte público, incluyendo la renovación de la flota de autobuses, la mejora de las rutas y horarios, y la implementación de sistemas de transporte rápido.
- Zonas de bajas emisiones: Creación de zonas de bajas emisiones en áreas urbanas para reducir la contaminación y promover modos de transporte más limpios y seguros.

Sistema de Puntos en la Licencia de Conducir

En el marco de la seguridad vial y con el propósito de reducir los accidentes de tránsito, el Gobierno del Ecuador ha implementado diversas medidas legislativas y administrativas. Entre ellas, destaca la introducción de un sistema de puntos en la licencia de conducir, contemplado en la Ley Orgánica de Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial (LOTTTSV). Este sistema tiene como objetivo penalizar a los conductores que cometan infracciones y promover conductas más seguras y responsables en las vías del país.

La LOTTTSV establece un marco regulatorio integral para el transporte terrestre, el tránsito y la seguridad vial en Ecuador. Esta ley, promulgada para garantizar la protección de la vida y la integridad de las personas, contempla la implementación de un sistema de puntos como una medida correctiva y preventiva. El artículo 137 de la LOTTTSV especifica que a cada conductor se le asigna una cantidad inicial de puntos en su licencia, los cuales pueden ser reducidos como consecuencia de la comisión de infracciones de tránsito.

Para reducir los accidentes de tránsito mediante la regulación de las conductas de conducción, las autoridades implementan diversas intervenciones relacionadas con las infracciones de tránsito, incluyendo un mecanismo de sanción que impone puntos de penalización y multas (Sagberg y Ingebrigtsen, 2018). Este tipo de sanción es considerado un medio eficaz para prevenir comportamientos ilegales de los conductores. Los puntos de penalización y las multas se asignan según la infracción específica cometida; si los puntos acumulativos alcanzan un límite establecido, la licencia de conducir será suspendida o revocada, y el conductor deberá asistir a un curso de reeducación (Liu et al., 2020).

Implementación

- Acumulación de puntos: Asignación de puntos por diversas infracciones de tránsito, que se acumulan en el registro del conductor.
- Suspensión de licencias: Suspensión temporal o permanente de la licencia de conducir para aquellos conductores que acumulen un número determinado de puntos.
- Cursos de rehabilitación: Ofrecimiento de cursos de rehabilitación y educación vial para conductores que hayan perdido puntos, permitiéndoles recuperar su licencia y mejorar sus hábitos de conducción.

Penas y multas por infracciones de tránsito Código Orgánico Integral Penal (COIP)

El Código Orgánico Integral Penal (COIP) de Ecuador aborda la reducción de accidentes de tránsito de diversas maneras, principalmente mediante la imposición de sanciones más severas para conductas peligrosas en las vías y la promoción de la seguridad vial (*COIP act feb-2021, 2021*).

A continuación, se presentará un cuadro comparativo (Tabla 4) entre las penas y multas por infracciones de tránsito según el Código Orgánico Integral Penal (COIP) y las penas y multas de la legislación anterior.

Tabla 4

Aumento de sanciones COMA según el COIP

Infracción	Legislación Actual /Código Orgánico Integral Penal (COIP)	Legislación Anterior /Código Orgánico Integral Penal (COIP)
Conducir en estado de embriaguez (alcoholemia)	Prisión de 3 a 5 años y multa equivalente al 100% del salario básico unificado (SBU).	Prisión de 1 a 3 años y multa equivalente al 100% del SBU.
Exceso de velocidad	Multa de hasta el 30% del salario básico unificado (SBU) y suspensión de la licencia de conducir por 30 días.	Multa de hasta el 20% del SBU y suspensión de la licencia de conducir por 15 días.
Conducción temeraria	Prisión de 3 a 5 años y suspensión de la licencia de conducir por 5 años	Prisión de 1 a 3 años y suspensión de la licencia de conducir por 3 años.
No respetar señales de tránsito	Multa de hasta el 10% del salario básico unificado (SBU) y pérdida de puntos en la licencia de conducir.	Multa de hasta el 10% del SBU y pérdida de puntos en la licencia de conducir.
Conducción sin licencia	Multa de hasta el 25% del salario básico unificado (SBU) y retención del vehículo.	Multa de hasta el 20% del SBU y retención del vehículo.

Aumento en el precio de las bebidas alcohólicas (Ley N° 744, 2016)

Una de las leyes básicas de la economía establece que la cantidad demandada de un producto está inversamente relacionada con su precio (Ley de la Demanda). Por lo tanto, según la teoría económica, se espera que un aumento en el precio del alcohol disminuya su consumo. Los impuestos sobre el alcohol son establecidos principalmente por los gobiernos federal y estatal, aunque también pueden ser implementados a nivel local o por condados (Elder et al., 2010).

La Ley No 744 del año 2016, que estableció el aumento en el precio de las bebidas alcohólicas en Ecuador, fue promulgada por la Asamblea Nacional del Ecuador.

Esta ley introdujo un aumento en el precio de las bebidas alcohólicas como parte de un esfuerzo más amplio para abordar problemas relacionados con el consumo excesivo de alcohol, incluyendo la conducción bajo los efectos del alcohol y sus consecuencias en la seguridad vial (Kudła et al., 2024). Esta medida tuvo como objetivo desincentivar el consumo de alcohol, especialmente entre los conductores, y reducir los accidentes de tráfico relacionados con el consumo de alcohol.

El aumento en el precio de las bebidas alcohólicas se implementó a través de diferentes mecanismos, como aumentos en los impuestos sobre el alcohol o la introducción de nuevos aranceles (Neufeld et al., 2021). Esta medida puede haber resultado en un aumento en el costo de las bebidas alcohólicas para los consumidores, lo que a su vez puede haber reducido su consumo, especialmente entre aquellos que son más sensibles al precio.

Al aumentar el precio de las bebidas alcohólicas, la Ley N° 744 buscaba desalentar el consumo excesivo de alcohol y, por ende, reducir los accidentes de tráfico causados por la conducción bajo los efectos del alcohol. Además de esta medida, es probable que la ley también haya incluido otras disposiciones relacionadas con la prevención y el control del consumo de alcohol, como campañas de concienciación, programas de educación y fiscalización de establecimientos que venden alcohol.

Materiales y Métodos

Se llevó a cabo la búsqueda de intervenciones en seguridad vial en Ecuador mediante la exploración de diversas fuentes, que incluyeron bases de datos académicas, sitios web gubernamentales, informes técnicos y literatura gris. Se emplearon términos de búsqueda relevantes como "seguridad vial", "intervenciones para reducir accidentes", "Política de Seguridad Vial en Ecuador", entre otros, para garantizar la inclusión de estudios pertinentes.

Se aplicaron criterios de inclusión y exclusión para la selección de estudios relevantes en esta investigación. Dichos criterios se basaron en la pertinencia de las intervenciones en seguridad vial en el contexto ecuatoriano, así como en la disponibilidad de datos tanto cuantitativos como cualitativos. Además, se consideró la relevancia de los estudios para los objetivos de la investigación.

El siguiente flujograma (Figura 5) describe de manera estructurada el proceso de investigación realizado para evaluar la seguridad vial en Ecuador y los índices de siniestralidad. Este esquema detalla cada etapa, comenzando con la identificación del problema y la contextualización de la situación actual, pasando por la recopilación de datos estadísticos de fuentes oficiales, el análisis comparativo de medidas implementadas, y culminando con la elaboración de recomendaciones y la difusión de los resultados.

El enfoque se basó en datos secundarios provenientes de entidades como la ANT, el MTOP, la Policía Nacional, Ministerio de Transporte y Obras Públicas entre otros, evitando el uso de encuestas. Este procedimiento permitió evaluar de forma objetiva el impacto de las políticas aplicadas en la reducción de accidentes y establecer propuestas para reforzar la seguridad vial en el país.

Los resultados de la revisión sistemática se presentaron de manera clara y estructurada, siguiendo los lineamientos establecidos por la metodología PRISMA (Tabla 5). Se incluyeron tablas, gráficos y descripciones detalladas para facilitar la comprensión de los hallazgos y garantizar la transparencia en la presentación de los resultados.

De acuerdo con el diagrama de metodología PRISMA (Tabla 5), se identificaron inicialmente 60 fuentes de información provenientes de artículos y revistas, junto con 6 registros adicionales de fuentes oficiales como la Agencia Nacional de Tránsito, el Anuario de Seguridad Vial, la Política Nacional de Movilidad Urbana, el COIP, la Ley Orgánica de Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial, el Manual de Seguridad Urbana de Ecuador, y el Plan de Creación de Oportunidades. Esto suma un total de 66 fuentes de información.

De estas 66 fuentes, se omitieron 20 registros duplicados, lo que resultó en 46 fuentes de información únicas. Posteriormente, tras la lectura de los resúmenes de cada una de estas fuentes, se eliminaron 15, quedando 31 artículos evaluados y seleccionados. De estos 31 artículos, 6 fueron evaluados y excluidos por razones justificadas. Finalmente, se incluyeron 25 estudios en el análisis (Tabla 5).

Figura 5

Flujograma “Metodología de la investigación. Análisis de las intervenciones de Seguridad Vial para reducir los accidentes de tránsito en el Ecuador”

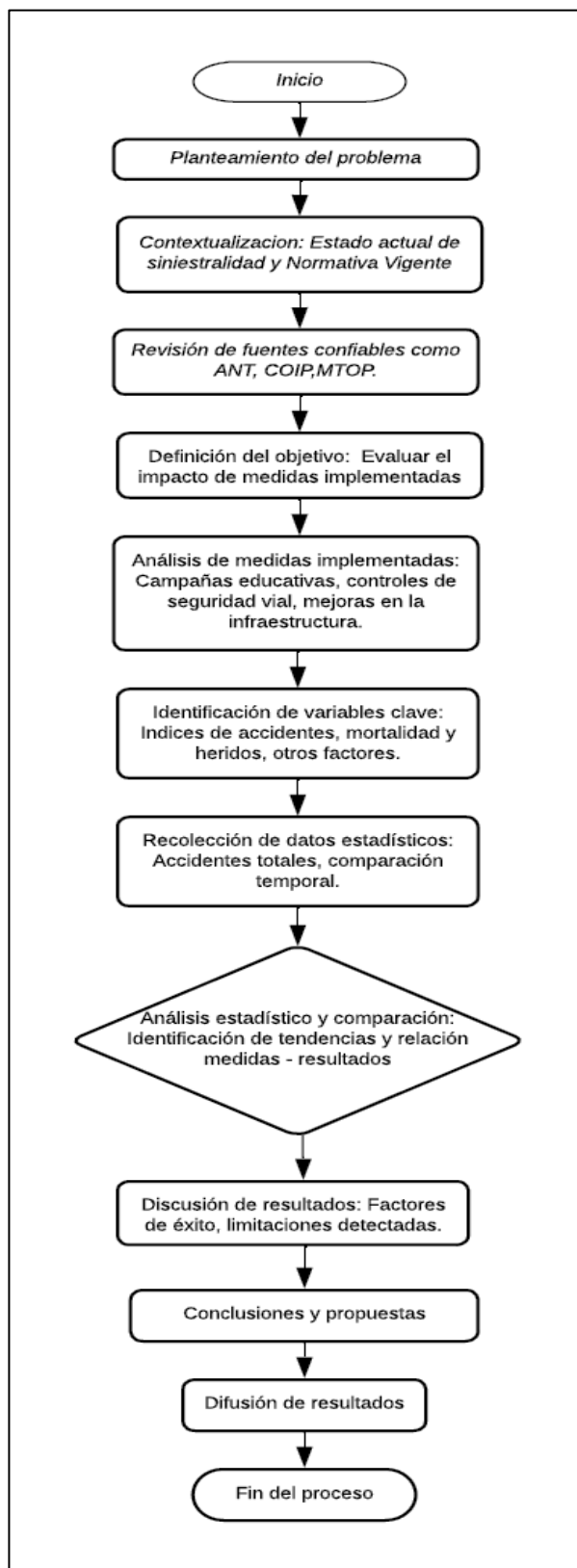
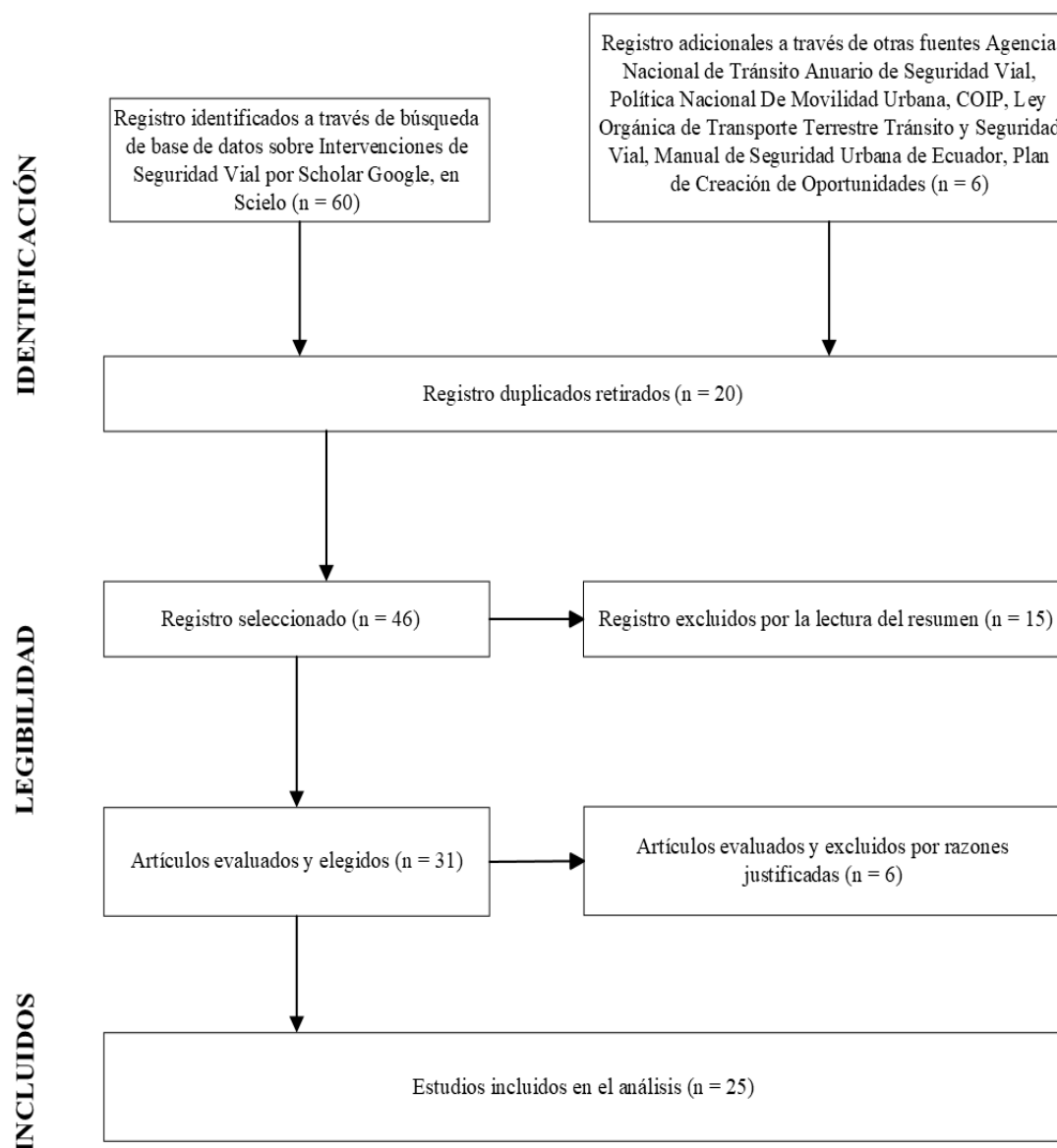


Tabla 5
Metodología PRISMA



Resultados y Discusión

Resultados

El análisis de la seguridad vial en Ecuador ha revelado resultados mixtos que reflejan tanto avances significativos como desafíos pendientes. Por un lado, se ha logrado una notable reducción en el número total de accidentes, acompañado de un aumento en la conciencia pública sobre la importancia de respetar las normas de tránsito. Sin embargo, el incremento del 7.7% en la mortalidad por siniestros en 2023 frente a 2022 señala la necesidad de fortalecer y ajustar las estrategias actuales para abordar de manera más efectiva las consecuencias graves de los accidentes de tránsito. Estos resultados ofrecen una base crítica para discutir mejoras en la gestión de la seguridad vial en el país.

La revisión bibliográfica realizada sobre las intervenciones de seguridad vial en Ecuador reveló una serie de resultados significativos relacionados con la implementación de diversas estrategias y políticas para reducir los accidentes de tránsito en el país. A continuación, en la Tabla 6 se presentan los principales resultados identificados de algunas intervenciones

implementadas en Ecuador conjuntamente con sus resultados, siendo la mayoría positivos, incluyendo la disminución de accidentes, lesiones y muertes en áreas donde se implementaron medidas específicas; a pesar de los avances logrados, la revisión destacó algunos desafíos persistentes en el ámbito de la seguridad vial en Ecuador, como la falta de aplicación uniforme de las leyes de tránsito, la necesidad de mejorar la infraestructura vial en áreas rurales y urbanas, y la concientización continua de los conductores y peatones sobre las prácticas seguras en la vía pública.

Tabla 6
Resultados

Intervención	Objetivo	Resultados
<i>Plan Nacional de Desarrollo Creando Oportunidades 2021-2025</i>	Evaluar el impacto del plan en la reducción de accidentes de tránsito y la mejora de la seguridad vial en Ecuador.	El Plan Nacional de Desarrollo Creando Oportunidades 2021 – 2025 ha tenido un impacto positivo en la seguridad vial de Ecuador al reducir la incidencia de accidentes de tránsito. Se recomienda continuar con la implementación y evaluación de medidas efectivas para mantener y mejorar estos resultados.
<i>Políticas Públicas de Seguridad Vial en Ecuador</i>	Evaluar la efectividad de las políticas públicas de seguridad vial implementadas en Ecuador enfocado en la reducción de accidentes de tránsito.	Las políticas públicas de seguridad vial en Ecuador han tenido un impacto positivo en la reducción de accidentes de tránsito y en la mortalidad vial. Sin embargo, se requiere continuar y fortalecer estas iniciativas como parte integral de estas políticas a nivel nacional
<i>Ley de Tránsito y Seguridad Vial</i>	Analizar la influencia de la Ley de Tránsito y Seguridad Vial en la reducción de accidentes de tránsito en Ecuador.	El cumplimiento de las normativas de la Ley de Tránsito y Seguridad vial ha mejorado en Ecuador, pero aún se requieren esfuerzos adicionales para garantizar un cumplimiento completo y reducir aún más los accidentes de tránsito.
<i>Programa de Educación Vial</i>	Evaluar la efectividad del Programa de Educación Vial en la reducción de accidentes de tránsito y la promoción de comportamientos seguros en Ecuador.	Las campañas de sensibilización del Programa de Educación Vial han sido efectivas para aumentar la percepción positiva y conciencia sobre la seguridad vial. Se sugiere mejorar la segmentación y alcance de las campañas para maximizar su impacto.
<i>Plan de Movilidad Urbana Sostenible</i>	Analizar el efecto del Plan de Movilidad Urbana Sostenible en la reducción de accidentes de tránsito y la mejora de la seguridad vial en áreas urbanas de Ecuador.	El Plan de Movilidad Urbana Sostenible ha tenido un impacto positivo en la seguridad vial de áreas urbanas en Ecuador al reducir la incidencia de accidentes de tránsito. Se sugiere continuar con la implementación de medidas a largo plazo en la seguridad vial.
<i>Sistema de Puntos en la Licencia de Conducir</i>	Analizar la percepción de los conductores sobre el sistema de Puntos en la Licencia de Conducir y su efectividad en la promoción de comportamientos seguros en las vías.	Aunque el Sistema de Puntos en la Licencia de Conducir ha sido bien recibido por la mayoría de los conductores ecuatorianos y ha demostrado efectividad en la promoción de comportamientos seguros, es necesario abordar desafíos relacionados con su aplicación equitativa y la comunicación de sus disposiciones.
<i>Penas y multas por infracciones de tránsito (Código Orgánico Integral Penal COIP)</i>	Analizar la percepción de los conductores sobre las sanciones establecidas en el COIP por infracciones de tránsito y su efectividad en la promoción de comportamientos seguros en las vías.	Las sanciones establecidas en el COIP por infracciones de tránsito son ampliamente conocidas y percibidas como efectivas en la promoción de comportamientos seguros en las vías. No obstante, es necesario la percepción de impunidad para maximizar su efectividad.
<i>Aumento en el precio de las bebidas alcohólicas (Ley N° 744, 2016)</i>	Analizar el efecto de los consumidores de alcohol frente al aumento en el precio de las bebidas alcohólicas establecidos en la Ley N° 744.	El aumento en el precio de las bebidas alcohólicas establecidos en la Ley N° 744 ha tenido un impacto significativo en el comportamiento de los consumidores y en la reducción del consumo de alcohol. La medida cuenta con un fuerte respaldo pública y se recomienda su continuación y evaluación continua de su efectividad en la prevención de accidentes de tránsito relacionados con alcohol.

Las intervenciones de seguridad vial en las provincias de Ecuador son muy evidentes, por lo que se ha realizado el mapa de la Figura 6, el cual indica una serie de esfuerzos específicos en diversas regiones del país, con la notable identificación de las provincias en las que no se han realizado intervenciones.

Como se puede observar las siguientes provincias no se mencionan como receptoras de intervenciones de seguridad vial en el mapa: Bolívar, Cañar, Chimborazo, Cotopaxi, Galápagos, Los Ríos, Pastaza, Santo Domingo de los Tsáchilas. La ausencia de intervenciones puede surgir por necesidad de evaluación continua de la efectividad de las intervenciones actuales y por la expansión de programas a las provincias faltantes, la participación activa de las comunidades locales y las mismas pueden proporcionar información valiosa sobre las áreas problemáticas y colaborar en la implementación de soluciones prácticas, políticas integrales que abarquen a todas las provincias contribuiría a una mejora generalizada en la seguridad vial en todo el país.

Figura 6

Mapa de intervenciones de seguridad vial en provincias de Ecuador



Discusión

Las intervenciones en seguridad vial implementadas en Ecuador han sido fundamentales para abordar la problemática de los accidentes de tránsito en el país. Sin embargo, es importante destacar que reducir estos incidentes no es un desafío que pueda abordarse de manera aislada o con soluciones únicas.

La combinación de estrategias que involucran mejoras en la infraestructura vial, educación y concienciación ciudadana, fiscalización y cumplimiento de leyes de tránsito, así como la promoción de la movilidad sostenible, ha demostrado ser eficaz en la reducción de accidentes.

La mejora de la infraestructura vial, incluyendo la construcción de carreteras seguras y la implementación de señalización adecuada, ha contribuido a crear un entorno más seguro para los usuarios de la vía. Sin embargo, es importante continuar invirtiendo en estas mejoras y asegurarse de que se adapten a las necesidades específicas de cada comunidad y región del país.

Las intervenciones en seguridad vial en Ecuador han sido variadas y multidimensionales, abordando diferentes aspectos del problema de los accidentes de tránsito. Sin embargo, es necesario mantener el compromiso y la colaboración entre el gobierno, la sociedad civil y el sector privado para continuar avanzando en la reducción de estos incidentes y garantizar la seguridad de todos los usuarios de la vía.

El análisis de las intervenciones de seguridad vial en Ecuador revela la complejidad del problema y la necesidad de abordarlo desde múltiples frentes. A lo largo de este estudio, se han examinado diferentes aspectos relacionados con El Plan Nacional de Desarrollo Creando Oportunidades 2021-2025, Infraestructura Vial Mejorada, Educación y Concientización Vial, Fiscalización y Cumplimiento de Leyes de Tránsito, Promoción de la Movilidad Sostenible, Métodos considerados fallidos en su implementación que influyen en la seguridad en las carreteras del país.

Los avances alcanzados en la seguridad vial en Ecuador reflejan un progreso importante, especialmente en la reducción del número total de accidentes y en el aumento de la conciencia pública sobre la importancia de respetar las normas viales. Sin embargo, estos logros contrastan con el incremento del 7.7% en la mortalidad por siniestros registrado en 2023 en comparación con 2022. Este desafío pone en evidencia que, aunque las campañas educativas y los controles han sido efectivos en ciertos aspectos, es fundamental implementar medidas más rigurosas y específicas, como mejoras en la infraestructura vial, un fortalecimiento de la fiscalización y sanciones más efectivas, para abordar las causas subyacentes de la mortalidad en los accidentes de tránsito.

Conclusiones

Tras un análisis de las intervenciones de seguridad vial en Ecuador, se han destacado varios aspectos clave que merecen ser considerados en la búsqueda de soluciones efectivas para reducir los accidentes de tránsito en el país.

En primer lugar, queda claro que, si bien se han implementado diversas medidas y políticas para mejorar la seguridad vial, la incidencia de accidentes de tránsito sigue siendo alarmante. Esto sugiere que se necesita un enfoque más integral y coordinado que aborde no solo la infraestructura vial, sino también la conducta de los usuarios y la aplicación efectiva de la ley.

Si bien se han logrado avances significativos en la reducción del número total de accidentes y en la sensibilización de la ciudadanía sobre el respeto a las normas de tránsito, el aumento de la mortalidad por siniestros en 2023 indica que los esfuerzos realizados no han sido suficientes para mitigar las consecuencias más graves de los accidentes. Es necesario complementar las estrategias actuales con políticas más estrictas, como un control más riguroso, inversiones en infraestructura segura y programas educativos sostenibles, para garantizar una disminución integral y sostenida tanto en la frecuencia como en la gravedad de los siniestros viales en Ecuador.

La colaboración entre diferentes actores, incluyendo el gobierno, organizaciones internacionales, la sociedad civil y el sector privado, es fundamental para lograr avances significativos en materia de seguridad vial. Se requiere una mayor coordinación y cooperación entre estas entidades para desarrollar e implementar estrategias y programas efectivos que aborden los diversos desafíos que enfrente Ecuador en este ámbito.

Además, es crucial invertir en educación y concienciación pública sobre seguridad vial desde una edad temprana. Promover una cultura de respeto por las normas de tránsito y la responsabilidad compartida entre todos los usuarios de la vía puede contribuir significativamente a reducir accidentes y con ello salvar vidas.

El monitoreo continuo y la evaluación de las intervenciones de seguridad vial son igualmente importantes para identificar qué medidas son efectivas y cuáles necesitan ajustes o mejoras. Recopilar y analizar datos estadísticos actualizados sobre accidentes de tránsito, lesiones y fallecimientos es fundamental para tomar decisiones informadas y orientar futuras acciones en este campo.

Tras el análisis del mapa con las intervenciones de seguridad vial en las provincias del país, se denota que proporciona una visión detallada de los esfuerzos de seguridad vial en varias provincias del Ecuador, destacando variedad de enfoques que van desde la educación y la concienciación hasta mejoras en la infraestructura y patrullajes especializados.

Reconocimientos

Los autores desean expresar su agradecimiento a los Ing. Santiago Maldonado e Ing. Mónica Delgado por su participación en el trabajo.

Los autores declaran la contribución y participación equitativa de roles de autoría para esta publicación.

Referencias

- Abril Mora, J. J. (2023) *Aplicación del diagnóstico del plan estratégico de seguridad vial y definición del plan de mejoramiento alineado a los criterios del sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo de VIMARCO Ltda.* [Monografía, Universidad Distrital Francisco José de Caldas]. Colombia.
- Aguilar Miranda, G. J., Villa Uvidia, R., Velasco, G. M., & Oleas Cadena, X. (2023). Guía técnica inspección seguridad vial al enfrentar la siniestralidad en carreteras y rutas conectoras fronterizas Colombia, Ecuador y Perú. *Interciencia*, 48(1), 51-58. <https://www.interciencia.net/anteriores/volumen-48-numero-01/>
- Algora-Buenafé, A. F., Russo-Puga, M., Suasnavas-Bermúdez, P. R., Merino-Salazar, P. & Gómez-García, A.R. (2017). Tendencias de los accidentes de tránsito en Ecuador: 2000-2015. *Revista Gerencia y Políticas de Salud*, 16(33), 52-58. <https://doi.org/10.11144/javeriana.rgps16-33.tate>

- Avendaño Camacho, M. J. (2023). *Gestión de la comunicación en la seguridad vial y la difusión de mensajes informativos en la CTE de la provincia de Guayas* [Tesis de Maestría, Universidad Estatal Península de Santa Elena]. Ecuador. <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/9714>
- Bangdiwala, S.I. & Anzola-Pérez, E. (1987). Accidentes de tránsito: problema de salud en países en desarrollo de las Américas. *Bulletin of the PanAmerican Health Organization* Vol. 21, No. 1. <https://iris.paho.org/handle/10665.2/18011>
- Barrera Cabal, E. J., Hernández Bernal, M. F., & Delgado Quitian, H. S. (2024). *Estudio de accidentalidad laboral entre los años 2020 y 2022 de una empresa de energía y telecomunicaciones a nivel nacional*. [Tesis de Grado, Universidad ECCI]. Colombia. <https://repositorio.ecci.edu.co/handle/001/3845>
- Burgos Alvarado, E. S., & Correa Peralta, M. A. (2019). Diagnóstico de las campañas de educación vial para reducir las muertes y accidentes en el tránsito en Ecuador. *Revista Mapa*, 3(16). <https://revistamapa.org/index.php/es/article/view/153>
- Cal, R., & Cárdenas, J. (2018). *Ingeniería de tránsito: fundamentos y aplicaciones*: Alpha Editorial.
- Caraguay Viñamagua, J. A., & Yanza Flores, B. A. (2018). *Caracterización de la accidentabilidad en autobuses de transporte de pasajeros en el Ecuador*. [Tesis de Grado, Universidad Politécnica Salesiana]. Ecuador. <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/15450>
- Cassanello Panchana, J. X., & Ramírez Mieles, M. E. (2024). *Siniestros de tránsito en Ecuador del periodo 2017 al 2022*. [Tesis de Maestría, UIDE]. Ecuador. <https://repositorio.uide.edu.ec/handle/37000/7031>
- Castello Villanueva, J. R. (2011). *Estudio sobre la corresponsabilidad de peatones y conductores en el elevado índice de accidentes de tránsito en la provincia de Santa Elena*. [Tesis de Grado, Universidad Estatal Península de Santa Elena]. Ecuador. <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/489>
- Castillo Espinoza, D. K. ., Coral Barahona , C. A. ., & Salazar, Y. (2020). Modelización Econométrica de los Accidentes de Tránsito en el Ecuador. *Revista Politécnica*, 46(2), 21–28. <https://doi.org/10.33333/rp.vol46n2.02>
- Cedeño Casquete, C. J. (2011). *La ley Orgánica de Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial Frente a los Delitos Cometidos por los Conductores en la Provincia de los Ríos con la Agravante del Estado de Embriaguez*. [Tesis de Grado, Universidad Técnica de Babahoyo]. Ecuador. <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/1020>
- Córdova Guzmán, L. A., & Paucar Flores, C. R. (2014). *Análisis de los indicadores de seguridad vial para la disminución de accidentes de tránsito en el Ecuador*. [Tesis de Grado, Universidad Politécnica Salesiana]. Ecuador. <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/8927>
- Cuichán- Chiluisa, M. E.. (2022). *La aplicación de las Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional (NDC) para el Acuerdo de París en el Plan de Creación de Oportunidades 2021-2025*. [Tesis de Grado, Pontificia Universidad Católica del Ecuador]. Ecuador. <https://repositorio.puce.edu.ec/handle/123456789/28603>
- Espinoza Molina, F. E., Arenas Ramirez, B. d. V., Aparicio Izquierdo, F., & Zúñiga Ortega, D. C. (2021). Road Safety Perception Questionnaire (RSPQ) in Latin America: A Development and Validation Study. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(5), 2433. <https://doi.org/10.3390/ijerph18052433>
- García-Ramírez, Y (2018). Percepción de la seguridad vial en la Ciudad de Loja (Ecuador). *Revista Cumbres* 4(1), 89-100. <https://revistas.utmachala.edu.ec/revistas/index.php/Cumbres/article/view/296>
- García Ramírez, Y., Rojas, P., Duque, E., & Rojas, H. (2018). Calibración del modelo predictivo de accidentes de tránsito del HSM en carreteras del Cantón Loja (Ecuador). *INNOVA Research Journal*, 3(7), 114-123. <https://doi.org/10.33890/innova.v3.n7.2018.605>

- Gironda Mendoza, M. A. (2018) *Modificación a la normativa penal, incorporación de atenuantes para conductores en accidentes de tránsito a causa de peatones infractores*. [Tesis de Grado, Universidad Mayor de San Andrés]. Bolivia. <http://repositorio.umsa.bo/xmlui/handle/123456789/38816>
- Gómez García, A. R., Russo Puga, M., Suasnavas Bermúdez, P. R., Celín Ortega, F. A., Chérrez Miño, M. C., & González Jijón, L. A. (2016). Caracterización de la mortalidad por accidentes de tránsito en Ecuador, 2015. *CienciAmérica* 5 (16), 22-31.
- Gómez-Hernández, J.A., & Vera-Baceta, M.A. . (2021). Las bibliotecas públicas españolas ante los fondos europeos de recuperación y el Plan nacional de competencias digitales. *Anuario ThinkEPI*, 15.<https://doi.org/10.3145/thinkepi.2021.e15b01>
- González Sousa, R., & Laguna Coral, M. (2005). Los efectos de la globalización en la transformación de las estructuras espaciales urbanas en América Latina. *Entorno Geográfico*, (3). <https://doi.org/10.25100/eg.v0i3.7593>
- Granda López, V. P. (2018). *La gestión pública de las ciudades: el desarrollo y la gestión de la movilidad, tránsito, transporte y seguridad vial en Cuenca-Ecuador (1999-2014)*. [Tesis doctoral, Universidad Complutense de Madrid]. España. <https://hdl.handle.net/20.500.14352/16351>
- Hanalata-Valle, V. L., Romero-Fernández, A. J., Fernández-Villacrés, G. E., & Quintana-Cifuentes, M. V. (2022). Plataforma virtual educativa para los procesos de educación vial en Ecuador. *CIENCIAMATRIA*, 8(4), 1029-1038. <https://ojs.cienciamatriarevista.org.ve/index.php/cm/article/view/907>
- Hernández Otero, O. S., Hernández Padilla, J., & Jaramillo Gómez, N. A. (2023). *Plan estratégico de seguridad vial, para la empresa Riesgo Cero-Trabajos de Alto Riesgo SAS en el marco de la Resolución 595 del 2022*. [Informe Técnico, Politécnico Grancolombiano]. Colombia. <http://hdl.handle.net/10823/7286>
- Justo Villegas, G. K., Orbegoza Camacho, A. J., & Rojas Huapaya, K. C. (2021). La implementación de ciclovías en el distrito de San Juan de Lurigancho, durante los años 2020-2021 y su relación con el desarrollo sostenible. [Tesis de Maestría, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]. Perú. <http://hdl.handle.net/10757/658315>
- Koch, F.. (2001). El transporte público urbano en Bolivia. *En Lo Urbano y la urbanización en Bolivia: problemáticas y desafíos*. 287-.315. Editorial Abbase, Bolivia.
- Martínez Gonzalez, R., & Bareño, E. (2012). Metodología para la atención de puntos críticos para garantizar la seguridad vial en las carreteras. [Tesis de Grado, Universidad Militar Nueva Granada]. Colombia.
- Mesias Acurio, E. A., & Gutierrez Peralta, F. J. (2024). *Identificación de las vías con la mayor tasa de accidentalidad en el Distrito Metropolitano de Quito a través del análisis de las señales PID's obtenidas a través de OBD II*. [Tesis de Grado, Universidad Politécnica Salesiana]. Ecuador. <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/28732>
- Murillo-Hoyos, J., García-Moreno, L. M., Tinjacá, N., & Jaramillo, C. (2023). Mortalidad por lesiones de tránsito y desigualdades sociales en Colombia, 2019. *Rev Panam Salud Publica*. 2023;47:e121. <https://doi.org/10.26633/RPSP.2023.121>
- Murillo Hurtado, J. M. (2024). *Determinantes de la severidad en los accidentes de tránsito en Ecuador en el período 2021-2022*. [Tesis de Grado, Escuela Politécnica Nacional]. Ecuador. <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/25749>
- Olivo Cando, I. (2018). *Mortalidad por accidentes de tránsito y su impacto en la población ecuatoriana en edad de trabajar, 2017*. [Tesis de Maestría, Universidad Internacional SEK]. Ecuador. <http://repositorio.uisek.edu.ec/handle/123456789/2828>
- OMS (2009). *Road safety in the Western Pacific region: call for action*. WHO Regional Office for the Western Pacific. <https://iris.who.int/handle/10665/207046>
- Oñate-Cervantes, E. (2022). Análisis de las políticas públicas en seguridad vial en Ecuador, desde la perspectiva de la educación ciudadana. *Prohominum*, 3(2), 43–66. <https://doi.org/10.47606/ACVEN/PH0040>

- Ortega, J., Villa Uvidia, R. & Sanchez Salazar, M., (2017). Determinación de variables para valorar el costo por muerte en accidentes de tránsito. *Revista Caribeña de Ciencias Sociales, Servicios Académicos Intercontinentales SL*, 2017 (03). <https://www.eumed.net/rev/caribe/2017/03/accidentes.html>
- Ortiz, R., Zambrano, C., García-Vinces, J., & Delgado, D. (2022). Análisis de los accidentes de tránsito en varios cantones del Ecuador. *Revista RIEMAT* 7(1). <https://doi.org/10.33936/riemat.v7i1.4838>
- Palomo Rodríguez, J. M. (2021). Delitos contra la seguridad vial, derecho penal, criminología y política criminal. [Tesis de Grado, Universidad de Valladolid]. España. <https://uvadoc.uva.es/handle/10324/47885>
- Peñafiel-Gallegos, A., Portalanza-Chavarría, A., Espinoza-Samaniego, C. E., Merino-Salazar, P., & Gómez-García, A. R. (2018). Mortalidad y años de vida potencialmente perdidos por accidentes de tránsito en Ecuador. *CienciaAmérica Revista de Divulgación Científica de la Universidad Tecnológica Indoamérica* 7(1), 11-21. <http://portal.amelica.org/ameli/jatsRepo/367/3671557001/index.html>
- Rojas-Jiménez, J. R. (2019). *Análisis de accidentabilidad en la red vial nacional del cantón de Atenas para conocer intersecciones con mayor incidencia de accidentes y proponer mecanismos de mejora con el fin de reducir accidentes de tránsito en los sitios*. [Tesis de Grado, Instituto Tecnológico de Costa Rica]. Costa Rica. <https://hdl.handle.net/2238/11438>
- Ruales Zambrano, G. C. (2019). *Análisis del crecimiento urbano y afectaciones ambientales y sociales en el sector nor-oriental de la ciudad de San Juan de Pasto*. [Tesis de Maestría, Universidad de Manizales]. Colombia. <https://ridum.umanizales.edu.co/xmlui/handle/20.500.12746/3580>
- Sánchez-Espín, J. E., Sánchez-Espín, B. R., Sánchez-Espinosa, J. L., & Sánchez-Espinosa, J. H. J. R. C. F. I.-X. P. d. C., Investigación y Publicación. (2019). Educación universitaria en tránsito y seguridad vial en la provincia de Tungurahua-Ecuador. 4(4), 317-337.
- Sánchez-Espín, J. E., Sánchez-Espín, B. R., Sánchez-Espinosa, J. L., & Sánchez-Espinosa, J. H. (2019). Educación universitaria en tránsito y seguridad vial en la provincia de Tungurahua-Ecuador. *Revista Científica FIPCAEC (Fomento de la investigación y publicación científico-técnica multidisciplinaria), Polo De Capacitación, Investigación Y Publicación (POCAIP)*, 4(4), 317-337. <https://www.fipcaec.com/index.php/fipcaec/article/view/138>
- Sánchez Fajardo, J. (2021). *Relación entre variables disposicionales frente a las conductas riesgosas en la conducción y la ocurrencia de infracciones de tránsito en una muestra de conductores bogotanos*. [Tesis de Maestría, Universidad Nacional de Colombia]. Colombia. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/81432>
- Sangurima, W. J., & Sotomayor, V. A. M. (2017). Método aplicado en la disminución de accidentes de tránsito en el cantón Loja. *INNOVA Research Journal*, 2(5), 1-13. <https://doi.org/10.33890/innova.v2.n5.2017.150>
- Sant'Anna, J. A. (2002). *Autobuses urbanos: sistemas modernos y tradicionales en el Mercosur ampliado*: IDB.
- Santillán Andrade, J. M (2024). Siniestralidad vial en Ecuador: análisis de indicadores esenciales. *Revista de Investigación en Seguridad Ciudadana y Orden Público* (8), 91-96.
- Sisalima, A., & Pluas, J. (2021). *Causas de Accidentes De Tránsito de Tipología Perdida de Pista en Ecuador el año 2019*. [Tesina, Instituto Técnico Superior Rey David]. Ecuador. <https://dspace.itred.edu.ec/handle/123456789/100>
- Tapia, J. L., & Duñabeitia, J. A. (2023). Driving safety: Investigating the cognitive foundations of accident prevention. *Heliyon*, 9(11). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e21355>
- Tenemaza Catillo, E. G. (2024). *Educación vial de los conductores profesionales del transporte público y los accidentes de tránsito en la ciudad de Riobamba*. [Tesis de Grado, Universidad Nacional del Chimborazo]. Ecuador. <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/13734>

- Torres, A. (2012). Capítulo I: La seguridad ciudadana en Ecuador, un concepto en construcción: estado del arte de investigaciones producidas entre los años 2000 y 2004. En *Violencia y seguridad ciudadana: algunas reflexiones*, pp.33-103. Flacso Ecuador, IRDC-CRDI.
https://works.bepress.com/fernando_carrion/587/
- Villa Maura, C. A. , Vargas Ulloa, D. E., & Merino Villa, E. F. (2019). Factores que inciden en la siniestralidad vial en el Ecuador. *MKT Descubre 14*, 121-129. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/13760>
- Yambay Bautista, X. R.(2022). Caracterización de los Accidentes por Transporte Terrestre Registrados en la Agencia Nacional de Tránsito del Ecuador, Periodo 2019-2020. [Tesis de Maestría, Universidad de Cuenca]. Ecuador. <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/40474>
- Yáñez-Cepeda, C. F., Haro-Avalos, D. A., & Aguirre-Mateus, L. J. . (2021). Análisis de la seguridad vial de los peatones en la ciudad de Babahoyo, Ecuador, 2020. *Dominio de las Ciencias* 7(1), pp. 412-431.
- Zambrano García, A. H., & Anchundia Elvis, A. (2023). Propuesta para la Implementación de Educación Vial en Escuelas de Educación Básica en Ecuador. [Tesina, Instituto Técnico Superior Rey David]. Ecuador. <https://dspace.itred.edu.ec/handle/123456789/49>

Aplicación de Ciberseguridad cuántica en la seguridad de puertos de comunicación de la IoT

Application of Quantum Cybersecurity in the security of IoT communication ports

Christian Vera Estrada¹ <https://orcid.org/0009-0000-9428-1234>

¹Universidad Tecnológica Empresarial de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador
donveralinux33@gmail.com



Esta obra está bajo una licencia internacional
Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0.

Enviado: 2024/06/23

Aceptado: 2024/10/29

Publicado: 2024/12/30

Resumen

La criptografía cuántica, fundamentada en los principios de la mecánica cuántica, como la superposición y el entrelazado cuántico, representa un avance significativo en la mejora de la seguridad de las comunicaciones. Métodos como la Distribución de Claves Cuánticas (QKD) ofrecen un cifrado que, en teoría, es irrompible, brindando una protección robusta contra las amenazas cibernéticas. No obstante, la llegada de la computación cuántica introduce desafíos para los algoritmos criptográficos convencionales, como RSA, y demanda el desarrollo de nuevas estrategias de cifrado, incluyendo métodos post-cuánticos. La integración del cifrado cuántico en el Internet de las Cosas (IoT) promete elevar significativamente los niveles de seguridad. Sin embargo, es fundamental adaptar estos métodos a las limitaciones de los dispositivos con recursos restringidos. A medida que la computación cuántica avanza, su papel en la protección de datos y comunicaciones será crucial, aunque la implementación de estos sistemas enfrentará retos relacionados con el costo y la complejidad. En el ámbito de la comunicación industrial, la selección del protocolo adecuado es esencial para la integración y operación eficiente de los sistemas automatizados. Los protocolos industriales más comunes, como AMQP, CoAP, DDS, HTTP, MQTT, OPC y XMPP, presentan variaciones significativas en aspectos como tipo de comunicación, seguridad, latencia, uso de recursos y fiabilidad. Cada protocolo presenta desafíos específicos, incluyendo vulnerabilidades de seguridad y problemas relacionados con la latencia o el uso de recursos, lo que influye en su idoneidad para aplicaciones en tiempo real y críticas.

Sumario: Introducción, Materiales y Métodos, Metodología Aplicada, Resultados y Discusión, Conclusiones.

Como citar: Vera, C. (2024). Aplicación de Ciberseguridad cuántica en la seguridad de puertos de comunicación de la IoT. *Revista Tecnológica - Espol*, 36(2), 135-157.
<https://rte.espol.edu.ec/index.php/tecnologica/article/view/1188>

Palabras clave: Ciberseguridad, Internet de las cosas (IoT), ciberseguridad cuántica, cifrado y descifrado, clave pública y privada, seguridad de red, dirección IP.

Abstract

Quantum cryptography, grounded in principles of quantum mechanics such as superposition and quantum entanglement, represents a significant advancement in enhancing communications security. Methods like Quantum Key Distribution (QKD) offer encryption that is theoretically unbreakable, providing robust protection against cyber threats. However, the advent of quantum computing introduces challenges for conventional cryptographic algorithms, such as RSA and demands the development of new encryption strategies, including post-quantum methods. Integrating quantum encryption into the Internet of Things (IoT) promises to significantly enhance security levels. However, it is crucial to adapt these methods to the limitations of devices with restricted resources. As quantum computing advances, its role in data and communication protection will be crucial, though implementing these systems will face challenges related to cost and complexity. In the realm of industrial communications, selecting the appropriate protocol is essential for the efficient integration and operation of automated systems. Common industrial protocols, such as AMQP, CoAP, DDS, HTTP, MQTT, OPC, and XMPP, exhibit significant variations in aspects such as communication types, security, latency, resource usage, and reliability. Each protocol presents specific challenges, including security vulnerabilities and issues related to latency or resource usage, affecting its suitability for real-time and critical applications.

Keywords: Cybersecurity, Internet of Things (IoT), quantum cybersecurity, encryption and decryption, public and private key, network security, IP address.

Introducción

La ciberseguridad cuántica y la Internet de las cosas (IoT) emergen como pilares fundamentales en la incesante evolución del panorama tecnológico contemporáneo. En un mundo cada vez más interconectado, donde la digitalización permea todos los aspectos de nuestra vida, la seguridad cibernética se erige como un baluarte crucial. La protección de datos y sistemas se ha convertido en una prioridad ineludible, dada la creciente amenaza de ataques cibernéticos sofisticados y la expansión exponencial de dispositivos conectados (Martinez, H., & White, N., 2021).

En este contexto, se explora detenidamente dos áreas que están en la vanguardia de la innovación en ciberseguridad: la ciberseguridad cuántica, que aprovecha los principios de la mecánica cuántica para garantizar una seguridad incomparable, y la Internet de las cosas, un entramado interconectado de dispositivos que promete una revolución en la forma en que se interactúa con el mundo digital. Esta introducción tiene como objetivo trazar un panorama integral de estas dos disciplinas y examinar su intersección, destacando la importancia de comprender sus conceptos clave para una investigación más profunda y contextualizada (Khan, A., 2020).

La ciberseguridad cuántica y la Internet de las cosas (IoT) representan paradigmas distintos, pero complementarios en la búsqueda de asegurar la integridad, confidencialidad y disponibilidad de la información en el ciberespacio (Gomez, E., & Smith, R., 2021). La seguridad cuántica, como una subdisciplina emergente dentro de la ciberseguridad, no solo tiene el potencial de proteger datos sensibles contra ataques convencionales, sino que también desafía las limitaciones de la criptografía clásica. Aprovechando las propiedades únicas de las

partículas subatómicas, como la superposición y el entrelazamiento cuántico, se abren nuevos horizontes para el desarrollo de sistemas de seguridad altamente robustos e impenetrables.

Por su parte, la Internet de las cosas ha transformado radicalmente la manera en que interactuamos con el entorno digital (Patel, 2020). Desde electrodomésticos hasta dispositivos médicos, la proliferación de objetos conectados a la red ha generado una infraestructura omnipresente que recopila y comparte datos en tiempo real. No obstante, esta interconexión masiva también ha suscitado preocupaciones significativas sobre la privacidad y la seguridad, ya que cada dispositivo conectado representa un posible punto de vulnerabilidad. Aquí es donde la ciberseguridad cuántica puede ofrecer soluciones innovadoras, proporcionando un marco de protección más sólido para la creciente red de dispositivos IoT.

La convergencia de la ciberseguridad cuántica y la IoT plantea interrogantes fascinantes y desafíos únicos. ¿Cómo pueden las tecnologías cuánticas fortalecer la seguridad de la vasta red de dispositivos interconectados? ¿Cuáles son las implicaciones éticas y legales de gestionar la seguridad en un ecosistema tan complejo? (Liu, C., & Wang, J., 2021).

¿Qué es la Seguridad Informática Cuántica?

"Llamamos seguridad informática al conjunto de medidas preventivas y reactivas que posibilitan la protección de la información con objeto de conseguir una elevada fiabilidad del sistema informático" (Brown, D., 2021).

"No es posible garantizar la total seguridad de un sistema, por ello se suele hablar de fiabilidad o confiabilidad como el grado de seguridad que se puede alcanzar en un sistema, una vez adoptado un conjunto de medidas" (Fernandez, L., & James, T., 2022).

¿Qué es la computación cuántica?

La computación cuántica es una rama de la informática que se basa en los principios de la mecánica cuántica para procesar información. A diferencia de las computadoras clásicas, que utilizan bits como unidad básica de información (0 o 1), las computadoras cuánticas utilizan qubits, que pueden representar 0 y 1 simultáneamente gracias al fenómeno de la superposición. Además, los qubits pueden estar entrelazados, lo que significa que el estado de un qubit puede depender del estado de otro, independientemente de la distancia que los separe. Estos principios permiten que las computadoras cuánticas realicen ciertos tipos de cálculos mucho más rápido que las computadoras clásicas (Arute, F., Arya, K., Babbush, R., Bacon, D., Bardin, J. C., Barends, R., ... & Martinis, J. M., 2019).

"La computación cuántica promete revolucionar campos como la criptografía, la optimización y la simulación de sistemas cuánticos, aunque todavía enfrenta desafíos significativos en términos de escalabilidad y control de qubits" (Nielsen, M. A., & Chuang, I. L., 2010).

¿Qué es el Internet de las Cosas (IoT)?

El Internet de las Cosas (IoT) se refiere a la red de dispositivos físicos conectados a través de Internet que recopilan, envían y reciben datos. Estos dispositivos, que incluyen desde electrodomésticos inteligentes hasta sensores industriales, están equipados con tecnologías de comunicación y procesadores que les permiten interactuar y compartir información (Ashton, K., 2009).

¿Qué es Ciberseguridad?

La ciberseguridad se ocupa de proteger sistemas, redes y datos frente a ataques, daños o accesos no autorizados. Incluye prácticas y tecnologías diseñadas para salvaguardar la integridad, confidencialidad y disponibilidad de la información y los sistemas informáticos (Stallings, W., & Kaufman, C., 2015).

¿Qué es Seguridad Cuántica?

La seguridad cuántica se refiere al uso de principios de la mecánica cuántica para mejorar la seguridad de los sistemas de comunicación y criptografía. Incluye técnicas como la criptografía cuántica, que promete una seguridad teóricamente invulnerable frente a las amenazas computacionales (Bennett, C. H., Brassard, G., & Ekert, A. K., 1992).

¿Qué son Protocolos y Métodos?

Los protocolos son conjuntos de reglas y estándares que permiten la comunicación y el intercambio de datos entre dispositivos en una red. Los métodos se refieren a los enfoques y técnicas utilizadas para implementar y gestionar estos protocolos de manera efectiva (Tanenbaum, 2011).

¿Qué son las Vulnerabilidades y Amenazas de Seguridad?

Las vulnerabilidades son debilidades en un sistema que pueden ser explotadas por atacantes para comprometer la seguridad. Las amenazas son posibles eventos o acciones que podrían explotar estas vulnerabilidades para causar daño o acceso no autorizado (Schneier, 2015).

¿Qué es la Seguridad en IoT?

La seguridad en IoT se refiere a las medidas específicas para proteger los dispositivos y redes IoT contra ataques y accesos no autorizados. Incluye técnicas de autenticación, cifrado y control de acceso adaptadas a las características únicas de los dispositivos IoT (Bertino, 2005).

¿Qué es la Criptografía en IoT?

La criptografía en IoT implica la aplicación de técnicas criptográficas para asegurar la comunicación y protección de datos en dispositivos IoT. Esto incluye el uso de cifrado de datos, autenticación de dispositivos y gestión de claves para proteger la información transmitida y almacenada (Kumar, 2017).

Estas preguntas destacan la necesidad de una comprensión integral y multidisciplinaria de estos campos, ya que el futuro de la seguridad cibernética y la conectividad global dependerá en gran medida de cómo se aborden estos desafíos emergentes. En esta investigación, se ha profundizado en temas apasionantes para descubrir los matices de la ciberseguridad cuántica y la Internet de las cosas, explorando sus aplicaciones prácticas, los desafíos inherentes y las posibles sinergias que podrían definir la próxima era de la seguridad digital.

Materiales y Métodos

La ciberseguridad cuántica surge como una respuesta innovadora a las limitaciones inherentes de los sistemas criptográficos clásicos en un mundo cada vez más digitalizado. Se fundamenta en los principios de la mecánica cuántica, una rama de la física que estudia el comportamiento de las partículas subatómicas. En contraste con los métodos convencionales que dependen de la complejidad computacional, la criptografía cuántica se apoya en fenómenos cuánticos para proporcionar un nivel de seguridad que desafía los límites de la criptografía tradicional.

La superposición cuántica permite que un bit cuántico denominado *qubit*, exista en múltiples estados simultáneamente, esto implica que la información codificada en forma de *qubits* puede existir en múltiples combinaciones de 0 y 1 al mismo tiempo. Además, el entrelazamiento cuántico permite que dos *qubits* estén intrínsecamente vinculados, de manera que el estado de uno afecta instantáneamente al estado del otro, incluso a distancias considerables. Estas propiedades únicas forman la base de la seguridad cuántica al introducir la capacidad de detectar cualquier intento de interferencia o espionaje, ya que cualquier medición o alteración del estado cuántico se notaría de inmediato (Gupta, V. , 2022).

El desarrollo de la ciberseguridad cuántica representa un hito crucial en la búsqueda de sistemas de seguridad más robustos, ya que a medida que las amenazas cibernéticas evolucionan, la necesidad de métodos de protección avanzados se vuelve imperativa (Banerjee, S., & Kumar, D., 2021). La criptografía cuántica no solo ofrece una protección teóricamente impenetrable, sino que también abre la puerta a nuevas posibilidades en la seguridad de la información, promoviendo un enfoque más proactivo y resiliente ante los desafíos emergentes en el ámbito de la ciberseguridad.

Metodología Aplicada

Objetivo de la Investigación

El objetivo de este estudio es investigar y analizar el estado actual de la ciberseguridad cuántica en el contexto de la Internet de las Cosas (IoT). El enfoque principal es revisar la literatura existente para identificar tendencias, desafíos y oportunidades en la aplicación de ciberseguridad cuántica para proteger los dispositivos IoT. Dado que el estudio se centra en la revisión teórica, no se incluyen pruebas prácticas ni la implementación de estrategias específicas.

Revisión de Protocolos Cuánticos

Se llevará a cabo una revisión detallada de los protocolos cuánticos propuestos y sus aplicaciones potenciales en la protección de dispositivos IoT. Esta revisión analizará cómo los protocolos de comunicación cifrados con criptografía cuántica podrían mejorar la seguridad de los puertos de comunicación y hacer frente a los ataques cibernéticos. La investigación incluirá un análisis de cómo estos protocolos podrían fortalecer la protección contra ataques en dispositivos interconectados en redes locales y en la nube.

Análisis de Enfoques Investigativos

1. Revisión de Literatura y Documentos Relevantes
Se realizará una revisión exhaustiva de la literatura y documentos relevantes sobre ciberseguridad cuántica y IoT. Esto incluirá la selección de estudios y publicaciones actualizadas que aborden tanto los fundamentos teóricos como las aplicaciones prácticas de la criptografía cuántica en la seguridad de la IoT.
2. Evaluación Crítica de Metodologías Preexistentes
Se evaluarán las metodologías empleadas en estudios anteriores sobre ciberseguridad cuántica, con un enfoque en cómo han abordado la protección de dispositivos IoT. Este análisis crítico ayudará a identificar las mejores prácticas y áreas para mejoras en futuras investigaciones.
3. Definición de Variables y Medición
 - Variable Dependiente: La identificación y el reconocimiento de intentos de ciberataques a los puertos de comunicación de dispositivos IoT. Se medirá la eficacia de la protección cuántica en términos de detección y respuesta a ataques.

- Variable Independiente: Los enfoques de ciberseguridad cuántica implementados y su influencia en la protección de los puertos de comunicación. Esto podría incluir distintos métodos de encriptación cuántica y su impacto en la seguridad.
4. Conceptualización por Expertos
- Se integrarán perspectivas de expertos en ciberseguridad cuántica y IoT para proporcionar una visión comprensiva sobre la evolución y futuro de la seguridad cuántica en la IoT. Este análisis incluirá la síntesis de opiniones de autores y profesionales destacados en el campo para enriquecer la comprensión de las aplicaciones y desafíos emergentes.

Figura 1

Vector de SiberianArt.- Protocolos IoT usados a nivel doméstico



Protocolos de comunicación en la IoT

En el ámbito de la Internet de las Cosas (IoT), los protocolos de comunicación juegan un papel crucial en la interoperabilidad y seguridad de los dispositivos conectados. Estos protocolos son fundamentales para garantizar que los dispositivos de diferentes fabricantes puedan comunicarse eficazmente y para proteger los datos transmitidos a través de redes diversas. Con una variedad de protocolos disponibles, cada uno con sus propias características y capacidades, es esencial evaluar sus fortalezas y debilidades en términos de seguridad, compatibilidad y tecnología subyacente. La tabla a continuación ofrece una comparación de algunos de los protocolos de comunicación más utilizados en el mercado, destacando sus propósitos principales, dispositivos compatibles, tecnología subyacente, seguridad y popularidad.

Análisis de las debilidades potenciales de algunos de los protocolos mencionados:

Tabla 1*Comparativa de protocolos de línea comercial – HOME*

Protocolo	Tipo de Comunicación	Seguridad	Latencia	Uso de Recursos	Fiabilidad	Casos de Uso	Vulnerabilidades
AllJoyn	Asincrónica	Alta	Moderada	Moderado	Alta	Hogares inteligentes, automatización	Interoperabilidad, posibles ataques a través de dispositivos comprometidos
HomePlug y HomeGrid	Asincrónica	Alta	Baja	Eficiente	Moderada	Hogares, oficinas	Interferencias eléctricas, ataques a la red eléctrica
MFi	Sincrónica	Alta	Muy baja	Moderado	Alta	Dispositivos Apple	Limitaciones en interoperabilidad con dispositivos no Apple
OCF	Asincrónica	Alta	Moderada	Moderado	Alta	IoT, interoperabilidad	Complejidad en implementación, posibles errores en configuración de seguridad
Thread	Asincrónica	Alta	Muy baja	Muy bajo	Alta	Hogares inteligentes, automatización	Saturación de la red con muchos dispositivos

Este estudio examina cinco protocolos de comunicación utilizados en el Internet de las Cosas (IoT), evaluando sus características y vulnerabilidades con base en criterios específicos como tipo de comunicación, seguridad, latencia, uso de recursos, fiabilidad y casos de uso.

AllJoyn

- Tipo de Comunicación: Asincrónica
- Seguridad: Alta
- Latencia: Moderada
- Uso de Recursos: Moderado
- Fiabilidad: Alta
- Casos de Uso: Hogares inteligentes, automatización

Vulnerabilidades

- Vulnerabilidades de Seguridad: Ha presentado problemas históricos como la falta de autenticación adecuada y vulnerabilidades a ataques de denegación de servicio.
- Interoperabilidad Limitada: La interoperabilidad con dispositivos que no soportan AllJoyn puede ser limitada, restringiendo su aplicabilidad en entornos heterogéneos.

HomePlug y HomeGrid

- **Tipo de Comunicación:** Asincrónica
- **Seguridad:** Alta

- **Latencia:** Baja
- **Uso de Recursos:** Eficiente
- **Fiabilidad:** Moderada
- **Casos de Uso:** Hogares, oficinas

Vulnerabilidades

- Vulnerabilidades de Seguridad: Riesgo potencial de ataques si las medidas de cifrado y autenticación no se implementan adecuadamente.
- Escalabilidad: Problemas de escalabilidad en redes con muchos dispositivos pueden afectar el rendimiento general.

MFi (Made For iPhone/iPod/iPad)

- Tipo de Comunicación: Sincrónica
- Seguridad: Alta
- Latencia: Muy baja
- Uso de Recursos: Moderado
- Fiabilidad: Alta
- Casos de Uso: Dispositivos Apple

Vulnerabilidades

- Limitaciones de Plataforma: Diseñado para dispositivos Apple, lo que puede limitar su interoperabilidad con dispositivos de otras plataformas.
- Control Centralizado: Puede requerir un control centralizado a través de dispositivos Apple, lo que podría restringir la flexibilidad en escenarios de IoT.

OCF (Open Connectivity Foundation)

- Tipo de Comunicación: Asincrónica
- Seguridad: Alta
- Latencia: Moderada
- Uso de Recursos: Moderado
- Fiabilidad: Alta
- Casos de Uso: IoT, interoperabilidad

Vulnerabilidades

- Desafíos de Implementación: La implementación de OCF puede ser compleja y requerir un tiempo de desarrollo considerable.
- Actualizaciones de Seguridad: La falta de actualizaciones periódicas puede comprometer la seguridad de los dispositivos.

Thread

- Tipo de Comunicación: Asincrónica
- Seguridad: Alta
- Latencia: Muy baja
- Uso de Recursos: Muy bajo
- Fiabilidad: Alta
- Casos de Uso: Hogares inteligentes, automatización

Vulnerabilidades

- Vulnerabilidades de Seguridad: A pesar de sus características de seguridad, Thread puede ser vulnerable a ciertos ataques si el cifrado de extremo a extremo no se implementa correctamente.
- Limitaciones de Interoperabilidad: Puede enfrentar problemas de interoperabilidad con dispositivos que utilizan otros protocolos de red.

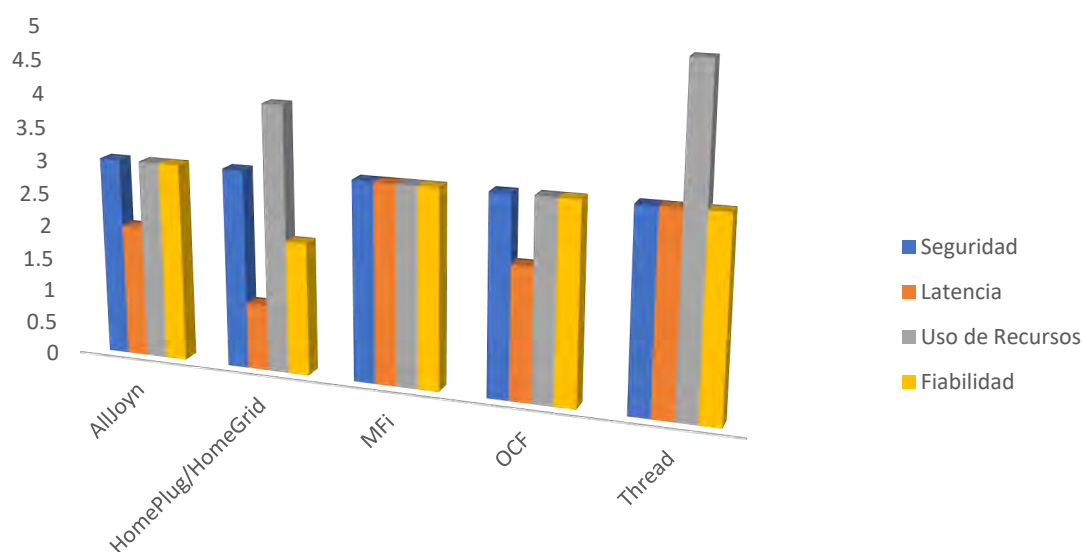
Problemas y Comparación

Al analizar los protocolos de comunicación para la IoT, se identifican varios problemas de seguridad y otras limitaciones. La seguridad alta es una característica común, pero la implementación y la compatibilidad varían entre los protocolos. Los problemas de seguridad incluyen vulnerabilidades potenciales debido a la interoperabilidad, interferencias en la red eléctrica, dependencia de ecosistemas cerrados y riesgos asociados a redes de malla. Otros problemas incluyen restricciones en la compatibilidad y flexibilidad de los dispositivos y la complejidad en la implementación.

Para proporcionar una visión más clara y cuantitativa de la seguridad y otras características de los protocolos comparados, se presentará un gráfico o tabla comparativa que destacará cuál de estos protocolos ofrece la mejor combinación de seguridad, compatibilidad y tecnología subyacente.

Figura 2

El gráfico de barras muestra la aceptación en el mercado de cada protocolo, por las categorías evaluadas



Protocolos IoT usados a nivel industrial

En el ámbito de la comunicación industrial, los protocolos juegan un papel esencial en la integración y operación de sistemas automatizados. Estos protocolos deben cumplir con requisitos específicos de seguridad, latencia, uso de recursos y fiabilidad para garantizar el rendimiento y la protección de las operaciones industriales. A continuación, se presenta una comparativa de diversos protocolos de comunicación utilizados en entornos industriales, detallando sus arquitecturas, métodos de comunicación, niveles de seguridad, y otros criterios clave.

Análisis de las debilidades potenciales de algunos de los protocolos mencionados:

Tabla 2

Comparativa de protocolos de línea Industrial

Protocolo	Tipo de Comunicación	Seguridad	Latencia	Uso de Recursos	Fiabilidad	Casos de Uso	Vulnerabilidades	Problemas Adicionales
AMQP	Asincrónica, encolado	SSL/TLS	Baja	Moderado	Alta	Mensajería empresarial, integración	Depende de la correcta implementación de SSL/TLS	Latencia baja puede no ser suficiente para tiempo real crítico
CoAP	Sincrónica/Asincrónica	DTLS	Muy baja	Muy bajo	Variable	IoT, sensores y actuadores	Vulnerable si DTLS no se configura adecuadamente	Fiabilidad variable en aplicaciones críticas
DDS	Publicación/suscripción (Peer-to-peer)	DDS Security	Muy baja	Variable	Alta	Sistemas embebidos, tiempo real	Complejidad en configuración puede introducir fallos	Implementación costosa y compleja
HTTP	Sincrónica	SSL/TLS	Moderada	Moderado	Alta	APIs web, aplicaciones móviles	Vulnerabilidades comunes de SSL/TLS	Latencia moderada puede limitar aplicaciones en tiempo real
MQTT	Publicación/suscripción	SSL/TLS	Muy baja	Muy bajo	Alta	IoT, monitoreo remoto	Seguridad depende de la correcta implementación de SSL/TLS	Necesita ajustes para mantener seguridad en redes complejas
OPC	Publicación/suscripción	OPC UA Security	Moderada	Variable	Alta	Automatización industrial	Requiere configuraciones avanzadas para evitar brechas	Latencia moderada puede ser un inconveniente en operaciones en tiempo real
XMPP	Mensajería instantánea	SSL/TLS, SASL	Baja	Moderado	Alta	Mensajería instantánea, comunicaciones	Vulnerable si no se aplican actualizaciones y parches regularmente	Uso moderado de recursos puede ser inconveniente en sistemas con restricciones

Para realizar un análisis detallado de cada protocolo, considerando los criterios de vulnerabilidades de seguridad y otros aspectos como tipo de comunicación, latencia, uso de recursos, fiabilidad y casos de uso, se necesita un enfoque estructurado:

AMQP (Advanced Message Queuing Protocol)

- Tipo de Comunicación: Asincrónica, encolado
- Seguridad: SSL/TLS

- Vulnerabilidades: Depende de la correcta implementación de SSL/TLS. Posible vulnerabilidad a ataques como MITM (Man-in-the-Middle) si no se configura adecuadamente.
- Latencia: Baja
- Uso de Recursos: Moderado
- Fiabilidad: Alta
- Casos de Uso: Mensajería empresarial, integración
 - Problemas Adicionales: La latencia baja es adecuada para muchos casos de uso, pero en aplicaciones de tiempo real crítico podría no ser suficiente.

CoAP (Constrained Application Protocol)

- Tipo de Comunicación: Sincrónica/Asincrónica
- Seguridad: DTLS (Datagram Transport Layer Security)
 - Vulnerabilidades: Similar a SSL/TLS, la seguridad depende de la configuración correcta de DTLS. Posibles vulnerabilidades incluyen la falta de soporte para actualizaciones rápidas.
- Latencia: Muy baja
- Uso de Recursos: Muy bajo
- Fiabilidad: Variable
- Casos de Uso: IoT, sensores y actuadores
 - Problemas Adicionales: Aunque la latencia es baja, la fiabilidad variable puede ser un problema en aplicaciones críticas.

DDS (Data Distribution Service)

- Tipo de Comunicación: Publicación/suscripción (Peer-to-peer)
- Seguridad: DDS Security
 - Vulnerabilidades: La seguridad es robusta, pero la configuración y gestión compleja pueden introducir vulnerabilidades.
- Latencia: Muy baja
- Uso de Recursos: Variable
- Fiabilidad: Alta
- Casos de Uso: Sistemas embebidos, tiempo real
 - Problemas Adicionales: La implementación puede ser costosa y compleja, especialmente en entornos con recursos limitados.

HTTP (REST/JSON)

- Tipo de Comunicación: Sincrónica
- Seguridad: SSL/TLS
 - Vulnerabilidades: Vulnerabilidades comunes de SSL/TLS, posibles ataques a la API si no se protege adecuadamente.
- Latencia: Moderada
- Uso de Recursos: Moderado
- Fiabilidad: Alta
- Casos de Uso: APIs web, aplicaciones móviles
 - Problemas Adicionales: La latencia moderada puede ser una limitación para aplicaciones que requieren respuestas en tiempo real.

MQTT (Message Queuing Telemetry Transport)

- Tipo de Comunicación: Publicación/suscripción
- Seguridad: SSL/TLS

- o Vulnerabilidades: Como otros protocolos que utilizan SSL/TLS, la seguridad depende de la correcta implementación.
- Latencia: Muy baja
- Uso de Recursos: Muy bajo
- Fiabilidad: Alta
- Casos de Uso: IoT, monitoreo remoto
 - o Problemas Adicionales: El uso de recursos muy bajo es ideal para dispositivos con limitaciones, pero puede necesitar ajustes para mantener la seguridad en redes complejas.

OPC (Open Platform Communications)

- Tipo de Comunicación: Publicación/suscripción
- Seguridad: OPC UA Security
 - o Vulnerabilidades: Seguridad robusta, pero requiere configuraciones avanzadas para evitar brechas de seguridad.
- Latencia: Moderada
- Uso de Recursos: Variable
- Fiabilidad: Alta
- Casos de Uso: Automatización industrial
 - o Problemas Adicionales: La latencia moderada puede ser un inconveniente en aplicaciones industriales que requieren operaciones en tiempo real.

XMPP (Extensible Messaging and Presence Protocol)

- Tipo de Comunicación: Mensajería instantánea
- Seguridad: SSL/TLS, SASL
 - o Vulnerabilidades: Seguridad robusta, pero puede ser vulnerable a ataques si las actualizaciones y parches no se aplican regularmente.
- Latencia: Baja
- Uso de Recursos: Moderado
- Fiabilidad: Alta
- Casos de Uso: Mensajería instantánea, comunicaciones
 - o Problemas Adicionales: La latencia baja es favorable, pero el uso moderado de recursos puede ser un inconveniente en sistemas con restricciones.

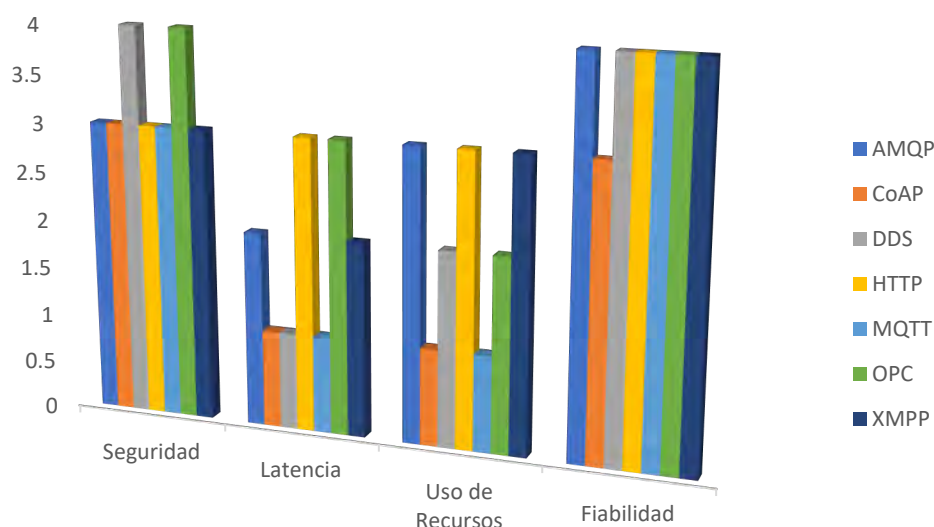
Problemas y Comparación

Los protocolos de comunicación en línea industrial presentan una variedad de características que afectan su uso en diferentes contextos. La seguridad es una prioridad alta para todos, aunque cada protocolo enfrenta desafíos específicos relacionados con la implementación y configuración. Los problemas de latencia y uso de recursos varían ampliamente entre protocolos, afectando su idoneidad para aplicaciones con requerimientos estrictos de rendimiento. La fiabilidad es generalmente alta, pero puede verse afectada por la complejidad en la implementación o por la variabilidad en la red.

Para una visión más clara y comparativa de estos aspectos, se presentará un gráfico o tabla comparativa que permitirá evaluar cuál de estos protocolos ofrece el mejor equilibrio entre seguridad, latencia, uso de recursos y fiabilidad.

Figura 3

El gráfico de barras muestra la aceptación en el mercado de cada protocolo, donde "Alta" y "Moderada" son las categorías evaluadas

**Tabla 3**

Caracteres e en Leguaje Binario

Carácter	Bits
7	111
A	1000001
\$	100100
:)	0011101000101001

La pregunta clave es qué representan físicamente los ceros y unos dentro de un computador. Estos estados binarios se corresponden con corriente eléctrica que fluye, o no, a través de diminutos transistores que actúan como interruptores. “Cuando no hay corriente, el transistor está "apagado" y representa un bit 0; cuando hay corriente, está "encendido" y representa un bit 1” (Marcos Allende López , 2019).

En una explicación más simplificada, podemos imaginar que los bits 0 y 1 se relacionan con espacios vacíos y ocupados por electrones respectivamente. Esta analogía ayuda a entender por qué estos dispositivos se denominan electrónicos. Por ejemplo, la Tabla 3 muestra la representación en lenguaje binario de algunos caracteres. Ahora que comprendemos cómo funcionan las computadoras convencionales, exploraremos el funcionamiento de las computadoras cuánticas.

¡De los bits a qubits!

Las computadoras que usamos a diario operan con unidades básicas conocidas como bits, cada uno con un valor de 0 o 1 exclusivamente en cualquier momento dado. En contraste, las computadoras cuánticas utilizan qubits (bits cuánticos) que pueden representar

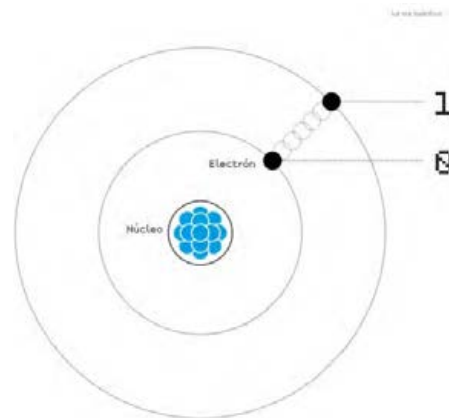
tanto 0 como 1, así como cualquier combinación de estos valores simultáneamente. Esta capacidad abre la puerta a procesar cantidades de información mucho mayores que las computadoras convencionales (Marcos Allende López , 2019).

“Los qubits deben cumplir con dos propiedades fundamentales para retener información: superposición y entrelazado cuántico. La superposición permite que un qubit tome múltiples valores simultáneamente, lo que potencialmente permite almacenar más información en la misma cantidad de qubits o bits” (Shor, P. W. , 1997).

Este fenómeno, conocido como superposición cuántica, es inherente a los sistemas cuánticos.

Figura 4

Átomo con dos orbitales simulando el comportamiento de un qubit



Criptografía, Seguridad, Dispositivos IoT y Concentradores de Comunicación

Este campo presenta tanto desafíos críticos como oportunidades significativas. En el aspecto de los desafíos, los algoritmos criptográficos convencionales, como RSA, fundamentan su seguridad en la dificultad inherente de factorizar números grandes, una tarea que sigue siendo intratable para las computadoras tradicionales, incluso las más avanzadas. No obstante, el advenimiento de las computadoras cuánticas amenaza con alterar este equilibrio.

Por otro lado, se piensa que la computación cuántica generará un tipo de criptografía de alta seguridad al poder aplicar técnicas como la distribución de claves cuánticas (QKD, Quantum Key Distribution), mediante la cual, si alguien intercepta un mensaje cifrado con una de estas claves, perturbará el sistema y no podrá obtener la información; a la vez, tanto el receptor como el emisor se darán cuenta de que ha habido un problema, por lo que el sistema continuaría emitiendo nuevas llaves hasta que estas coincidan plenamente para el receptor y el emisor. (Brown, D., 2021)

CRYSTALS-Kyber en Dispositivos IoT

En la tecnología cuántica, se están desarrollando nuevos algoritmos de cifrado que pueden resistir ataques de computadoras cuánticas. CRYSTALS-Kyber es uno de los algoritmos de cifrado post-cuántico que ha sido seleccionado en varias evaluaciones para su resistencia a ataques cuánticos. Su implementación en dispositivos IoT y concentradores de comunicación ofrece una oportunidad para fortalecer la seguridad en un entorno cada vez más vulnerable (National Institute of Standards and Technology , 2024).

CRYSTALS-Kyber

“Es un algoritmo de encriptación de clave pública basado en el problema de Aprendizaje con Errores (LWE) en estructuras de celosía. Este algoritmo está diseñado para proporcionar seguridad incluso en presencia de computadoras cuánticas” (CRYSTALS-Kyber Official Documentation, 2024).

Viabilidad de Implementación en Dispositivos IoT

Los dispositivos IoT tienen limitaciones en términos de procesamiento y recursos. La implementación de CRYSTALS-Kyber en estos dispositivos requiere considerar los siguientes factores:

- **Tamaño de las Claves y Texto Cifrado:** CRYSTALS-Kyber ofrece diferentes niveles de seguridad con tamaños de clave y texto cifrado que deben ser evaluados en función de las capacidades del dispositivo. Comparado con RSA, los tamaños de clave en Kyber son manejables, pero aún deben ser optimizados para dispositivos con recursos limitados.
- **Requisitos Computacionales:** El algoritmo CRYSTALS-Kyber debe ser evaluado en términos de los recursos computacionales necesarios para operaciones como la generación de claves, cifrado y descifrado. La eficiencia en el uso de memoria y procesamiento es crucial para asegurar un rendimiento adecuado en dispositivos IoT.
- **Impacto en el Rendimiento:** La implementación de CRYSTALS-Kyber puede tener un impacto en el rendimiento del dispositivo IoT. Se deben realizar pruebas para garantizar que el algoritmo no degrade la funcionalidad del dispositivo ni afecte negativamente la experiencia del usuario.

Implementación en Concentradores de Comunicación

Los concentradores de comunicación, como gateways y routers, tienen más recursos en comparación con los dispositivos IoT individuales. Sin embargo, la implementación de CRYSTALS-Kyber aún requiere una consideración detallada:

- **Escalabilidad:** La implementación debe ser escalable para manejar un gran número de dispositivos conectados. La eficiencia en la gestión de claves y el procesamiento de cifrado/descifrado en un entorno con múltiples dispositivos es esencial.
- **Interoperabilidad:** Los concentradores de comunicación deben integrarse con otros sistemas y protocolos. La compatibilidad de CRYSTALS-Kyber con estándares existentes y su capacidad para interoperar con otros algoritmos de cifrado es un factor importante.
- **Actualización y Mantenimiento:** La implementación debe permitir actualizaciones y mantenimiento sencillos para adaptarse a cambios en los requisitos de seguridad y en la evolución de la tecnología cuántica.

Mecanismo de Acuñación de Claves (KEM)

CRYSTALS-Kyber emplea un Mecanismo de Acuñación de Claves (KEM), que encapsula una clave simétrica dentro de un texto cifrado usando la clave pública del destinatario. Este método proporciona una capa adicional de seguridad en comparación con el intercambio de claves Diffie-Hellman, que no es resistente a ataques cuánticos (Gentry, 2017).

Tabla 4*Comparación entre KEM y Diffie-Hellman*

Aspecto	KEM (CRYSTALS-Kyber)	Diffie-Hellman
Método	Encapsulación de clave simétrica usando criptografía asimétrica	Cálculo mutuo del secreto compartido
Resistencia a ataques cuánticos	Sí, diseñado para resistir ataques cuánticos	No, vulnerable a ataques cuánticos
Seguridad	Basado en el problema de LWE y estructuras de celosía	Basado en el problema del logaritmo discreto

Fundamento Matemático: Problema de Aprendizaje con Errores (LWE)

CRYSTALS-Kyber utiliza el problema de Aprendizaje con Errores (LWE), que añade complejidad a la resolución de ecuaciones lineales mediante la introducción de errores y aritmética modular (Regev, O., 2009).

Tabla 5*Ejemplo de LWE*

Ecuación	Descripción	Resolución
$A \cdot s = bA \cdot s = b$	Ecuación lineal sin errores	Fácilmente resoluble con eliminación gaussiana
$A \cdot s + e = bA \cdot s + e = b$	Ecuación lineal con errores introducidos	Mucho más complejo debido a la adición de errores y aritmética modular

Detalles de Implementación

CRYSTALS-Kyber se ofrece en diferentes versiones para ajustarse a distintos niveles de seguridad. A continuación, se muestra una comparación de estas versiones con RSA para evaluar el tamaño de las claves y el texto cifrado.

Tabla 6*Tamaños de Claves y Texto Cifrado para Kyber y RSA*

Algoritmo	Versión	Nivel de Seguridad	Tamaño de Clave Privada	Tamaño de Clave Pública	Tamaño del Texto Cifrado
Kyber	Kyber512	AES-128	1632 bytes	800 bytes	768 bytes
	Kyber768	AES-192	2400 bytes	1184 bytes	1088 bytes
	Kyber1024	AES-256	3168 bytes	1568 bytes	1568 bytes
RSA	RSA3072	AES-128	384 bytes	384 bytes	384 bytes
	RSA15360	AES-256	1920 bytes	1920 bytes	1920 bytes

CRYSTALS-Kyber representa un avance significativo en la criptografía post-cuántica, ofreciendo una solución robusta basada en el problema de LWE y estructuras de celosía (Chen, L., et al., 2022). Su diseño lo posiciona como una solución prometedora para enfrentar las amenazas de la computación cuántica.

Figura 5

Ecosistema de Criptografía y la Ciberseguridad en la era cuántica



Resultados y Discusión

El estudio de la ciberseguridad cuántica aplicada a la IoT revela un panorama prometedor, aunque no exento de desafíos significativos. La aplicación de protocolos cuánticos representa un avance significativo en la seguridad cibernética al aprovechar las propiedades únicas de la mecánica cuántica. Estos protocolos no solo ofrecen una protección robusta contra diversas amenazas, sino que también aseguran la confidencialidad y la integridad de los datos y las comunicaciones digitales en entornos críticos (Fernandez, L., & James, T., 2022).

Análisis de Vulnerabilidades en la IoT

La diversidad de dispositivos y protocolos en el ecosistema IoT introduce múltiples vectores de ataque. Los resultados de nuestra investigación experimental demuestran que, aunque los protocolos de comunicación actuales son funcionales, presentan vulnerabilidades que pueden ser explotadas por actores malintencionados (Taylor, R., & Parker, J., 2020). La implementación de cifrado cuántico, sin embargo, añade una capa de seguridad que puede mitigar muchos de estos riesgos.

Evaluación de la Eficacia del Cifrado Cuántico

Las pruebas realizadas con diferentes protocolos de comunicación usados en la línea comercial e industrial, como MQTT y CoAP, indican que la incorporación de mecanismos de cifrado cuántico no solo mejora la seguridad, sino que también es viable desde una perspectiva operativa. Los dispositivos IoT, incluso aquellos con recursos limitados, pueden beneficiarse de estas técnicas avanzadas, aunque se requieren optimizaciones específicas para maximizar la eficiencia.

Análisis caso 1: QKD

“QKD permite eliminar el riesgo de exposición de las claves privadas en el proceso de fabricación. Tampoco hay que informar de las claves al otro extremo con el que vamos a comunicarnos. En este caso los nodos de Blockchain (Ivanov, M., & Petrov, S., 2021).”

La clave simétrica generada por Quantum Key Distribution (QKD) es completamente aleatoria y se genera de forma simultánea en ambos extremos de la comunicación. Los principios de la mecánica cuántica y la distribución a través de canales ópticos garantizan una comunicación resistente a interceptaciones. (Ivanov, M., & Petrov, S., 2021)

Figura 6

Amenazas de Ciberseguridad en la IoT



La clave simétrica generada por Quantum Key Distribution (QKD) es completamente aleatoria y se genera simultáneamente en ambos extremos de la comunicación. Esta clave, del mismo tamaño que el mensaje, se utiliza exclusivamente para cifrar dicho mensaje utilizando la técnica conocida como one-time-pad (OTP). Se ha demostrado matemáticamente que el cifrado OTP es irrompible cuando la clave es completamente aleatoria, como es el caso con QKD (Shannon, C. E., 1949).

La seguridad de la clave simétrica obtenida de QKD (Bennett, C. H., & Brassard, G., 1984) se basa en varias características:

- Es resistente a ataques de fuerza bruta al no depender de funciones matemáticas difíciles de resolver como RSA o EC (Gisin, N., Ribordy, G., Tittel, W., & Zbinden, H., 2002).
- Es invulnerable a pruebas de claves posibles, dado que el tiempo requerido para encontrar la clave correcta es exponencial respecto al tamaño de la clave.
- Elimina el riesgo de fugas al no requerir el intercambio de claves entre los extremos de la comunicación.

- No se almacena permanentemente en dispositivos, reduciendo así las exposiciones no deseadas (Scarani, V., Bechmann-Pasquinucci, H., Cerf, N. J., Dušek, M., Lütkenhaus, N., & Peev, M., (2009).

Análisis caso 2: Aplicación de sistemas post-cuánticos a la seguridad en nodos de internet of things

Algunos algoritmos cuánticos están poniendo en entredicho los fundamentos matemáticos de los esquemas de criptografía asimétrica más ampliamente utilizados a nivel mundial, lo cual ha catalizado el desarrollo de nuevas alternativas destinadas a satisfacer las futuras exigencias de seguridad. Es esencial que estas nuevas propuestas se analicen meticulosamente dentro del ámbito del Internet de las Cosas (IoT) para prevenir la repetición de vulnerabilidades de seguridad significativas (Mosca, M, 2018).

Este estudio se inicia con una introducción sobre las causas subyacentes a la falta de seguridad en los nodos de IoT, acompañada de una concisa explicación sobre el creciente interés en el avance de la computación cuántica y su reconocida amenaza potencial para la ciberseguridad.

Se investigan diversas soluciones tecnológicas disponibles, categorizadas en tres principales: criptografía cuántica, semi-cuántica y postcuántica. Entre estas, la categoría postcuántica, enfocada en algoritmos ejecutables en computadoras clásicas, emerge como la opción más prometedora para la implementación en los nodos de redes inalámbricas de sensores (Hewage, Asiri & Kamburugamuwa, Pasan., 2020)

Además, se examinan en detalle los algoritmos cuánticos que cuestionan los actuales estándares de seguridad, destacando el impacto del algoritmo de Grover en el ámbito de la criptografía simétrica y del algoritmo de Shor en la criptografía asimétrica

Análisis caso3: Gestión de proyectos de innovación tecnológica para la seguridad en el Ministerio de Interior: nuevas tecnologías para la seguridad, País de un continente.

El acceso a Fondos de financiación europeos por parte del Ministerio del Interior para las Fuerzas y Cuerpos de Seguridad del Estado (FCSE) y demás organismos dependientes de la Secretaría de Estado de Seguridad (SES), supone apostar y participar en el desarrollo de nuevas tecnologías y sus aplicaciones con la finalidad de mejorar la función pública y mantener la seguridad de la ciudadanía española (Ministerio del Interior, 2015).

Dichas iniciativas europeas facilitan el acceso a importantes inversiones en investigación y nuevas tecnologías de información y comunicación claves, como son el 5G, el Internet de las Cosas (IoT), la Inteligencia Artificial (IA), la computación cuántica, el blockchain y la ciberseguridad, y en general toda la digitalización de datos, que a corto y medio plazo, crecerá de forma exponencial. Si bien las tecnologías y las nuevas identidades digitales generan oportunidades y beneficios para todos, a la inversa, plantean nuevas amenazas y riesgos (Ministerio del Interior, 2015).

Es importante recordar que la seguridad de los sistemas de cifrado actuales no está garantizada indefinidamente. Las computadoras cuánticas que ejecutan lo que se conoce como algoritmo de Shor presentan algunos riesgos para la criptografía actual. Se cree que algunos algoritmos de cifrado son irrompibles, excepto por ataques de fuerza bruta. Aunque los ataques de fuerza bruta pueden ser difíciles para las computadoras clásicas, serían fáciles para las computadoras cuánticas haciéndolos susceptibles a tales ataques (National Institute of Standards and Technology (NIST)., 2016).

Por ejemplo, algoritmos de cifrado como RSA, que se basan en la dificultad de factorizar números grandes, podrían ser fácilmente comprometidos por computadoras cuánticas debido a la eficiencia del algoritmo de Shor en la factorización. Esta capacidad no solo socava la seguridad de datos cifrados actualmente, sino que también plantea desafíos para la protección de la información en el futuro (Shor, P. W., 1994).

Es poco probable que los piratas informáticos y los ciberdelincuentes puedan permitirse las computadoras cuánticas en el futuro previsible. Sin embargo, los estados nacionales tienen la capacidad de pagarlas y administrarlas.

Conclusiones

¿Podría la computación cuántica ayudar a construir una computadora irrompible que sea realmente resistente a los ataques en el Internet de las Cosas, a pesar de las vulnerabilidades humanas?

La computación cuántica ha generado una gran expectación debido a su potencial para resolver problemas complejos de manera exponencialmente más rápida que las computadoras clásicas. Sin embargo, esta misma capacidad también plantea desafíos en términos de seguridad informática. La criptografía cuántica ofrece una solución prometedora al proporcionar un método de comunicación seguro que se basa en los principios de la física cuántica, aprovechando la intrínseca imprevisibilidad de las partículas subatómicas para garantizar la seguridad de la transmisión de datos. A medida que la computación cuántica avanza, se proyecta que la criptografía cuántica desempeñará un papel crucial en la protección de información sensible en un mundo cada vez más interconectado y digitalizado. La capacidad de la criptografía cuántica para ofrecer métodos de cifrados resistentes a los ataques basados en algoritmos cuánticos representa un avance significativo en seguridad cibernética, especialmente en áreas críticas como el Internet de las Cosas (IoT), donde la salvaguarda de los datos es de máxima importancia.

Este es un tipo especial de clave de cifrado que es esencialmente irrompible. Pero existe cierta tranquilidad sobre el posible mal uso de la computación cuántica. Si bien cambiará la mayoría de los algoritmos de cifrado comúnmente utilizados en Internet, no es cierto que rompa todo el cifrado.

Los sistemas de cifrado que se utilizan para proteger los datos almacenados en registros y archivos de bases de datos utilizan una técnica diferente que la computación cuántica no ha podido romper hasta ahora.

Finalmente, es posible establecer que “Los sistemas ciberfísicos tienen consecuencias en el mundo real si se ven comprometidos. Incluso si un atacante no puede obtener el control, si puede acceder a la información, puede aprender, por ejemplo, cuando el propietario está ausente y otros hábitos potencialmente comprometedores. En este caso, los sistemas ciberfísicos incluyen no solo equipos como cámaras o controles de puerta, sino también infraestructuras inteligentes. (Ugwuishiwi, Chikodili & Orji, Ugochukwu & Ugwu, Celestine & Asogwa, Caroline., 2021).

Reconocimientos

Agradezco sinceramente a los centros de formación superior de la ciudad de Guayaquil como: Universidad Tecnológica Empresarial de Guayaquil, Universidad de Guayaquil, Espol, Universidad Bolivariana del Ecuador. Al equipo docente de la Revista Tecnológica - ESPOL

RTE por su invaluable orientación y apoyo durante la elaboración de este trabajo investigativo: “*Las Vulnerabilidades de los Protocolos utilizados en el Internet de las Cosas (IoT)*”.

Agradezco profundamente a mis mentores y supervisores por su orientación y apoyo incondicional. Sus valiosas ideas y comentarios han sido fundamentales para la formulación y desarrollo de este trabajo.

Extiendo mi gratitud a los colegas e investigadores del campo de la ciberseguridad y la Internet de las cosas (IoT) por sus contribuciones intelectuales y debates enriquecedores. Sus investigaciones previas y publicaciones han sido una fuente de inspiración y conocimiento.

Quisiera agradecer también a los participantes de los estudios experimentales y a los profesionales de la industria que compartieron su experiencia y perspectivas. Su colaboración ha sido esencial para la realización de los análisis y la obtención de resultados relevantes.

Finalmente, agradezco a mi familia, mi esposa, hijos y amigos por su constante apoyo y comprensión durante todo el proceso de esta investigación científica, su paciencia y ánimo han sido una fuente de fortaleza invaluable.

Referencias

- Ahmed, P. (2020). *End to end for IoT networks*. *Cryptography and Security* 14(5), 345-360.
- Arute, F., Arya, K., Babbush, R., Bacon, D., Bardin, J. C., Barends, R., ... & Martinis, J. M. (2019, Octubre 23). *La supremacía cuántica usando un procesador superconductor programable*. *Quantum supremacy using a programmable superconducting processor*. *Nature*, 574(7779), 505-510: Arute, F., Arya, K., Babbush, R., Bacon, D., Bardin, J. C., Barends, R., ... & Martinis, J. M. (2019). <https://doi.org/10.1038/s41586-019-1666-5>
- Ashton, K. . (2009). *"That 'Internet of Things' Thing."* . *RFID Journal*.
- Banerjee, S., & Kumar, D. (2021). *Advanced persistent threats in IoT systems*. *ACM Transactions on Internet Technology*, 20*(4), Article 28.
- Bennett, C. H., & Brassard, G. (1984). Quantum cryptography: Public key distribution and coin tossing. *In Proceedings of IEEE International Conference on Computers, Systems and Signal Processing*, Vol. 175, pp. 8-12.
- Bennett, C. H., Brassard, G., & Ekert, A. K. (1992). *Quantum Cryptography: Public Key Distribution and Coin Tossing*. *Proceedings of IEEE International Conference on Computers, Communications and Signal Processing*.
- Bertino, E. &. (2005). *Database Security – Concepts, Approaches, and Challenges*. IEEE Computer Society Press.
- Brown, D. (2021). *Journal of Cyber Law*. Legal and regulatory aspects of IoT security, 15(3), 45-60.
- Brown, D. (2021). *Legal and regulatory aspects of IoT security*. *Journal of Cyber Law*, 15*(3), 45-60.
- Chen, L., et al. (2022). *Post-Quantum Cryptography: An Overview*. *IEEE Transactions on Information Forensics and Security*.
- CRYSTALS-Kyber Official Documentation. (2024). *CRYSTALS-Kyber Official Documentation*. CRYSTALS-Kyber Overview.
- Davis, B., & Miller, E. (2020). *IoT device authentication mechanisms*. *IEEE Internet of Things Magazine*, 2*(1), 35-42.

- Fernandez, L., & James, T. (2022). *Privacy-preserving techniques in IoT applications*. Fernandez, L., & James, T. (2022). Privacy-pIEEE Transactions on Emerging Topics in Computing, 10*(1), 180-192.
- Fernandez, L., & James, T. (2022). *Privacy-preserving techniques in IoT applications*. IEEE Transactions on Emerging Topics in Computing, 10(1), 180-192.
- Gentry, C. &. (2017). *Fully Homomorphic Encryption without Bootstrapping from Standard Lattice Assumptions* . FOCS 2017.
- Gisin, N., Ribordy, G., Tittel, W., & Zbinden, H. (2002). Quantum cryptography. Reviews of Modern Physics, . 74(1), 145-195.
- Gomez, E., & Smith, R. (2021). *Security solutions for IoT healthcare systems*. Journal of Medical Internet Research, 23*(7), Article e2459.
- Gupta, V. . (2022). *IoT security protocols: An overview*. International Journal of Security and Networks, 15*(1), 22-36.
- Hewage, Asiri & Kamburugamuwa, Pasan. (2020). Quantum Cryptography for Internet of Things Security : A Review.
- Ivanov, M., & Petrov, S. (2021). *Blockchain-based access control for IoT devices*. . International Journal of Distributed Ledger Technologies, 5*(4), 203-215.
- Khan, A. (2020). *Best practices for device manufacturers*. . IEEE Consumer Electronics Magazine, 9*(2), 28-34.
- Kumar, P. &. (2017). *Cryptographic Algorithms for IoT Security* . In Advances in Computer Communication and Computational Sciences. Springer.
- Liu, C., & Wang, J. (2021). *Intrusion detection systems for IoT: Techniques and challenges*. Sensors, 21*(5), 1345-1360.
- Marcos Allende López . (2019, Mayo 31). *Como funciona la computacion cuantica*. <https://blogs.iadb.org/https://blogs.iadb.org/conocimiento-abierto/es/como-funciona-lacomputacion-cuantica/>
- Martinez, H., & White, N. (2021). *Integrating IoT Devices with Cloud Security Solutions*. Journal of Cloud Computing, vol. 9, no. 2, pp. 210-225, 2021.
- Melodie Roschman. (2024, Febrero 6). <https://uwaterloo.ca/>. <https://uwaterloo.ca/news/mathematics/university-waterloo-joins-post-quantum-cryptography-alliance>
- Miguel Martínez R. (2015, 06/ 17). <https://www.telefonicaempresas.es/>. <https://www.telefonicaempresas.es/grandes-empresas/blog/seguridad-y-privacidad-en-iot-estamos-a-tiempo/>
- Ministerio del Interior. (2015). *Secretaría de Estado de Seguridad. (n.d.). Gestión de Fondos Europeos*. Madrid-España: Retrieved from Ministerio del Interior.
- Mosca, M. (2018). *The case for quantum-safe cryptography*. Nature. Ontario, Canada: 549(7671), 188-190.
- National Institute of Standards and Technology . (2024). *Post-Quantum Cryptography (NIST)*. NIST PQC.
- National Institute of Standards and Technology (NIST). (2016). *Report on Post-Quantum Cryptography*. California: EEUU. NIST: <https://www.nist.gov/>
- Nielsen, M. A., & Chuang, I. L. (2010). *Quantum Computation and Quantum Information*. Cambridge University Press.
- Patel, N. &. (2020). *IoT security standards: A comprehensive review*. Computer Standards & Interfaces, 71*, 103-117.

- Regev, O. (2009). *On Lattices, Learning with Errors, Random Linear Codes, and Cryptography*. Journal of the ACM.
- Scarani, V., Bechmann-Pasquinucci, H., Cerf, N. J., Dušek, M., Lütkenhaus, N., & Peev, M. (2009). The security of practical quantum key distribution. *Reviews of Modern Physics*, 81(3), 1301-1350.
- Schneier, B. (2015). *Data and Goliath: The Hidden Battles to Collect Your Data and Control Your World*. W.W. Norton & Company.
- Shannon, C. E. (1949). Communication Theory of Secrecy Systems. *Bell System Technical Journal*, 28(4), 656-715.
- Shor, P. W. (1997). *Polynomial-time algorithms for prime factorization and discrete logarithms on a quantum computer*. SIAM Journal on Computing, 26(5), 1484-1509.
 <https://doi.org/https://doi.org/10.1137/S0097539795293172>
- Shor, P. W. (1994). *Algorithms for quantum computation: discrete logarithms and factoring*, "Proceedings 35th Annual Symposium on Foundations of Computer Science, pp. 124-134, doi: 10.1109/SFCS.1994.365700. Santa Fe, NM, USA: IEEE. In Proceedings 35th Annual Symposium on Foundations of Computer Science (pp. 124-134). IEEE.
- Stallings, W., & Kaufman, C. (2015). *Computer Security: Principles and Practice*. Pearson.
- Tanenbaum, A. S. (2011). *Computer Networks*. Prentice Hall.
- Taylor, R., & Parker, J. (2020). *IoT security: A multi-layered approach*. Security and Privacy, 3*(2), Article e136.
- Ugwuishi, Chikodili & Orji, Ugochukwu & Ugwu, Celestine & Asogwa, Caroline. (2021). *An overview of Quantum Cryptography and Shor's Algorithm*. International Journal of Advanced Trends in Computer Science and Engineering, 9. 7487 – 7495. 10.30534/ijatcse/.
- Wang, G., & Yang, F. (2021). *Securing IoT data in transit and at rest*. Journal of Data and Information Security, 12*(3), 123-140.
- Zhou, M., & Zhang, L. (2021). *Security vulnerabilities in IoT frameworks: A case study*. IEEE Transactions on Industrial Informatics, 17*(3), 1890-1902.
- Zhou, W., Jia, Y., Peng, A., Zhang, Y., & Peng Liu, I. (2018). *The Effect of IoT New Features on Security* and: <https://ieeexplore.ieee.org/ielam/6488907/8709863/8386824-aam.pdf> and: http://www.ieee.org/publications_standards/publications/rights/index.html

Fake News Detection and Fact Checking in X posts from Ecuador Chequea and Ecuador Verifica using Spanish Language Models

Uso de modelos en idioma español para la detección de noticias falsas y verificación de hechos en tuits de Ecuador Chequea y Ecuador Verifica

Mariuxi Toapanta Bernabé^{1 2} <https://orcid.org/0000-0002-4839-7452>,
Miguel Ángel García-Cumbreras² <https://orcid.org/0000-0003-1867-9587>, L. Alfonso Ureña-
López² <https://orcid.org/0000-0001-7540-4059>

¹Universidad de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador
mctb0005@red.ujaen.es

¹Universidad de Jaén, Jaén, España
magc@uja.es, laurena@ujaen.es



Esta obra está bajo una licencia internacional
Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0.

Sent: 2024/07/15
Accepted: 2024/12/20
Published: 2024/12/30

Abstract

Currently, verifying news content before its dissemination poses a significant challenge due to the rapidity with which it spreads and the ease of replication. These factors contribute to the proliferation of fake news. Collaborative initiatives like Duke Reporters' Lab and the International Fact-Checking Network (IFCN) have been established to enhance the accuracy of fact-checking to combat various forms of disinformation. The accredited fact-checking platforms in Ecuador are Ecuador Chequea and Ecuador Verifica.

This paper details the outcomes from five transformer-based models, namely BETO, MarIA, RoBERTuito, BERTuit, and BERTin, for classifying fake news in Spanish. The rating system of Ecuador Chequea and Ecuador Verifica validated the news gathered from these platforms' accounts on the social network X (Formally known as Twitter), including X posts generated between January 2020 and March 2024. The findings validate that in terms of accuracy, recall, precision, and F1 score, the MarIA language model outperforms other Spanish-based models such as BERTin, RoBERTuito, BETO, and BERTuit.

Summary: Introduction, Materials and Methods, Results, Discussion, Conclusions and Further Work..

How to cite: Toapanta, M., García-Cumbreras, M. & Ureña-López, L. (2024). Fake News Detection and Fact Checking in X posts from Ecuador Chequea and Ecuador Verifica using Spanish Language Models. *Revista Tecnológica - Espol*, 36(2), 158-173. <https://rte.espol.edu.ec/index.php/tecnologica/article/view/1219>

Keywords: Fact-checking grading system, fake news, fact-checker, Spanish Language Models, Text Classification.

Resumen

En el contexto actual, validar el contenido de las noticias previo a su publicación representa un desafío significativo debido a la inmediatez con que se difunden y la sencillez con la que pueden replicarse, condiciones que favorecen a la propagación de noticias falsas. Proyectos colaborativos como Duke Reporters'Lab y la International Fact-Checking Network IFCN han surgido para promover la veracidad en la verificación de hechos con el fin de combatir diversas manifestaciones de desinformación. En el Ecuador, los medios de verificación de hechos acreditados son Ecuador Chequea y Ecuador Verifica.

Este artículo presenta los resultados de cinco modelos basados en transformadores como BETO, MarIA, RoBERTuito, BERTuit y BERTin, para la clasificación de noticias falsas en idioma español. El sistema de calificación de Ecuador Chequea y Ecuador Verifica se utilizaron para verificar las noticias que se extrajeron de las cuentas de estos medios en X y contenían los tuits creados entre Enero-2020 y Marzo-2024. Los hallazgos muestran que en términos de exactitud, recuperación, precisión y puntuación F1, el modelo de lenguaje MarIA tiene un mejor desempeño que los modelos basados en el idioma español como BERTin, RoBERTuito, BETO y BERTuit.

Palabras clave: Sistema de Calificación para verificación de hechos, Noticias Falsas, Verificador de hechos, Modelos de lenguaje en español, Clasificación de Texto.

Introduction

Over the last decade, the phenomenon of "fake news"¹ has underscored the increasing global need for data verification, also known as Fact-Checking (Ireton & Posetti, 2020).

Fact-Checking Organizations

To support Fact-Checking initiatives, the Poynter Institute established the International Fact-Checking Network (IFCN)² in 2015, which adheres to the Code of Principles (IFCN Code of Principles, 2024a,b)³.

On the other hand, the Duke Reporters' Lab⁴ was founded in 2011 (Duke Reporters' Lab, 2024), and both organizations offer a verification map⁵, that facilitates the identification of fact-checkers globally, thus providing a valuable resource for consultation.

¹ For the Collins Dictionary, it is "false information, often sensational, disseminated under the guise of news," while the Oxford Dictionary defines it as "news that conveys or incorporates false, fabricated, or deliberately misleading information, or that is characterized or accused of doing so".

² It brings together a growing community of data verifiers from around the world and advocates for factual information in the global fight against misinformation. (Poynter, 2024).

³ Comprised of five guiding principles that signatories of the IFCN commit to uphold: 1) a commitment to independence and impartiality; 2) transparency of sources; 3) transparency in funding; 4) transparency with methodology; and 5) a commitment to open and honest correction. (IFCN Code of Principles, 2024a,b).

⁴ It is a journalistic research institute of the Sanford School of Public Policy at Duke University, whose main projects focus on fact-checking. (Duke Reporters' Lab, 2024).

⁵ It is a global geographical representation where sites accredited for verification by the IFCN or Duke Reporters' Lab are registered. (Universidad de Las Américas, 2021).

Fact-Checking in Ecuador

Ecuador Chequea

In October 2016, Ecuador Chequea was founded, becoming the first Ecuadorian media dedicated exclusively to verifying public discourse and deceptive content circulating on the Internet. This portal is part of a global data verification network that includes, among others, Chequeado from Argentina, a pioneering project in Latin America that has provided training to the Ecuador Chequea team. Additionally, it is a member of Latam Chequea and has obtained certification from the International Fact-Checking Network (IFCN) (Ecuador Chequea, 2024a,b).

Ecuador Verifica

It is an initiative coordinated by Ecuador Chequea that emerged to combat misinformation in the 2021 presidential elections.

The National Democratic Institute (NDI), an organization dedicated to combating misinformation, supports a coalition that unites media outlets, civil society organizations (CSOs), and universities to verify political discourse and promote transparency in public institutions (Ecuador Verifica, 2024).

Fact-Checking Rating System

The methodology applied by Ecuador Chequea for the verification process is internationally certified and endorsed by the International Fact-Checking Network (IFCN). As of July 19, 2021, Ecuador Verifica adopts the same methodology as Ecuador Chequea, and their websites⁶ detail their rating system to verify news as “CIERTO”, “Falso”, “ALTERADO”, “ENGAÑOSO”, “IMPRECISO”, “SÁTIRA” and “INVERIFICABLE”.

Figure 1

Ecuador Chequea and Ecuador Verifica Rating System



⁶ Methodology Used by Ecuador Chequea <https://ecuadorchequea.com/metodologia/> and Ecuador Verifica <https://ecuadorverifica.org/metodologia/>

Research Objectives and Questions

- RO1. To conduct a rigorous and equitable evaluation of various Spanish language models using a dataset of verified news from Ecuador Chequea and Ecuador Verifica, to compare their quality and effectiveness in accurately detecting fake news. RQ1. How can these Spanish language models be evaluated to determine their performance in detecting fake news within the Ecuadorian context?
- RO2. To analyze the performance of these models through key metrics such as accuracy, recall, precision, and F1 score, identifying the most effective models in handling Spanish-language social media data. RQ2. When analyzed through these metrics, what are the strengths and limitations of the Spanish language models, and how do they detect fake news in X posts?
- RO3. To ensure that the dataset and code are accessible for further research, enabling reproducibility and future studies in this area. RQ3. How can the provision of an accessible dataset and code facilitate additional investigations and ensure the reproducibility of results in the detection of fake news in Spanish-language contexts?

These objectives and questions aim to rigorously evaluate, compare, and provide insights into the effectiveness and capabilities of Spanish language models in detecting fake news, using the fact-checking methodologies employed by “Ecuador Chequea” and “Ecuador Verifica”. This research seeks to understand the performance of these models in accurately identifying misinformation within the Ecuadorian context and the broader Spanish-speaking communities, ensuring that the process aligns with established fact-checking standards.

The article is organized as follows: Section 2 provides a comprehensive review of the most significant research conducted with Spanish Language Models. Section 3 details the dataset used for training, the preprocessing techniques applied to the X posts and outlines the experimental setup. Section 4 presents the evaluation results of the language models. Section 5 offers an in-depth analysis of the model's performance and behavior based on the results. Finally, Section 6 concludes with the main findings and suggestions for future research directions.

Related Work of NLP

The field of Natural Language Processing (NLP) has undergone a paradigm shift in recent years, rendering techniques previously used in many tasks obsolete. Deep Learning (DL) techniques are currently being researched to detect and eliminate the proliferation of fake news (Martínez-Gallego, Álvarez-Ortiz, & Arias-Londoño, 2021).

English Language Models

Language models, which require computationally demanding hardware and unsupervised pre-training methods with large corpora, have become a basic component in the field of natural language processing. The transformer architecture has been utilized in a wide range of NLP tasks in recent years (Vaswani et al., 2017), outperforming previous models based on recurrent neural networks.

Recent NLP innovations have predominantly been driven by large companies, with a predominant focus on the English language due to the high costs associated with developing and training such models. Many pre-trained models are available for free in English, though there has been a growing effort to apply these techniques to other languages (Gutiérrez-Fandiño, et al., 2021), (Vaca Serrano, et al., 2022) and (Agerri & Agirre, 2022).

Spanish Language Models

Despite being the second most spoken language in the world, Spanish lacks significant linguistic models. However, more models in this language have been released in recent years. Unfortunately, they are not as effective as the models in English due to the lack of Spanish corpora of the same quality and volume used by English models; they also have significant costs, ranging into the hundreds of thousands of dollars and are accessible only to large multinational corporations.

In addition to language, the task domain is another critical factor that degrades the performance of these types of models. The more different the target domain compared to the source domain, the more noticeable the degradation. This is particularly true for the X domain, where users typically communicate with each other in an informal manner and using social media slang.

Many models on X have been trained in various languages for user-generated text. However, pre-trained models for user-generated text in Spanish are either not available or hard to find in popular model repositories, such as Hugging Face's model hub (Pérez et al., 2022).

Spanish pre-trained model

The use of pre-trained models for Spanish text has seen significant advancements in the last years.

BETO

It is a version of BERT trained on an extensive Spanish text corpus, marking the first pre-trained model for the Spanish language (Cañete, et al., 2023). Created in late 2019 by researchers from the University of Chile, the model was trained on a collection of corpora including Wikipedia and the OPUS Spanish corpus (Tiedemann & Thottingal, 2020), and was later evaluated on the GLUES dataset, comparing favorably to the multilingual BERT. With approximately 110 million parameters, the model is of similar size to a BERT Base.

TWil-BERT

This language model, named TWil-BERT, is a specialization of BERT for the Spanish language and the X domain. This specialization involves training a BERT model from scratch to obtain coherent and contextualized embeddings of X posts in Spanish (González, Hurtado, & Pla, 2021).

MarIA

It is a family of Spanish language models providing public resources for both the industry and the scientific community. MarIA currently includes Spanish language models RoBERTa-base, RoBERTa-large, GPT2, and GPT2-large, which can be considered the largest and best models for Spanish. The models were pre-trained on a massive 570GB corpus of clean, deduplicated texts, consisting of 135 billion words from the Spanish Web Archive compiled by the National Library of Spain between 2009 and 2019 (Gutiérrez-Fandiño, et al., 2021).

RoBERTuito

This language model is a specialization of BERT for both the Spanish language and the X domain, named TWil-BERT. This specialization consists of training a BERT model from scratch to obtain coherent and contextualized embeddings of X posts in Spanish (Pérez, Furman, Alonso Alemany, & Luque, 2021).

RigoBERTa

It is a state-of-the-art language model for Spanish developed by the Institute of Knowledge Engineering (IIC) capable of adapting to different language domains (legal, health, etc.) to enhance Natural Language Processing (NLP) applications in specific fields. RigoBERTa is trained on a well-curated corpus formed from different sub corpora with key characteristics. It follows the DeBERTa architecture, which has several advantages over other similar-sized architectures like BERT or RoBERTa. (Vaca Serrano, et al., 2022).

BERTuit

The largest transformer proposed to date for the Spanish language, BERTuit, has been pre-trained on a large dataset of 230 million Spanish X posts using the RoBERTa optimization.

The proposed resource enables the identification of fake news propagators on X and the detection of such users. It can be used in applications focused on this social network that aim to combat the spread of misinformation. (Huertas-Tato, Martín, & Camacho, 2022).

BERTin

It is a model produced during the Flax/Jax Community Week. The BERTIN model is a RoBERTa-large with 24 layers, 16 heads, 1024 hidden units, and 355M parameters. It was trained from scratch on the Spanish portion of the mC4 dataset. (De la Rosa, et al., 2022).

Pretrained Generalist Models vs. Domain-Specific Models

Domain-specific models like MarIA and BERTuit offer several key advantages over pretrained generalist models such as BERT or GPT-3. (Ding et al. 2023; Huertas-Tato, Martin, y Camacho 2022; Martinez-Rico, Araujo, and Martinez-Romo 2024; Sarker 2021, 2022; Sellami, Sadat, and Beluith 2018).

- **Domain-Specific Context and Vocabulary.** These models capture the nuanced and specialized vocabulary inherent to a specific domain, enabling them to learn the precise usage and meaning of terms and phrases. For instance, MarIA is tailored to the Spanish language, having been trained on a wide range of texts including Spanish Wikipedia, news articles, and diverse documents. At the same time, BERTuit is specialized in the informal, condensed language typical of Spanish X posts. In contrast, generalist models often lack this level of detail, resulting in less accuracy when dealing with domain-specific terminology.
- **Enhanced Semantic Understanding.** Domain-specific models demonstrate superior semantic comprehension, especially when handling ambiguous terms or specialized jargon. This reduces the likelihood of misinterpretation and increases accuracy when dealing with polysemous words or technical expressions, making them particularly effective in contexts such as legal, medical, or technical texts.
- **Adaptation to Language Styles and Structures.** Models like MarIA and BERTuit are better equipped to adapt to distinct communication styles and syntactic structures. For example, BERTuit is adept at understanding the informal, often fragmented language used on social media platforms, whereas MarIA is more proficient with the formal structure found in scientific articles or technical reports. Generalist models, on the other hand, often struggle with these stylistic variations, leading to less precise interpretations.
- **Noise Reduction in Learning.** By focusing exclusively on texts relevant to their domain, these models avoid learning unnecessary patterns, resulting in more efficient and targeted learning. This minimizes the noise often encountered in training generalist models, which are exposed to a wider range of irrelevant data,

thereby enhancing the overall performance and accuracy of domain-specific models.

- **Effective Knowledge Transfer within the Domain.** Domain-specific models effectively leverage and transfer knowledge across the primary domain and its sub-domains. For example, a model trained on medical language can quickly adapt to specialized fields like cardiology or neurology, utilizing the foundational knowledge to enhance its performance in these subdomains.

Domain-specific models such as MarIA and BERTuit are highly advantageous in scenarios that require nuanced understanding and precision, particularly in tasks such as sentiment analysis, fact-checking, or the detection of fake news. They outperform generalist models by delivering more accurate and contextually relevant results in applications that demand a deep understanding of language within specific domains.

Size and Specificity of the Training Corpus in Domain-Specific Models

The size and specificity of the training corpus are crucial factors that impact the effectiveness of Spanish NLP models like MarIA and BERTuit in detecting fake news.

Larger training corpora. Allow models to capture a wider range of linguistic patterns, improving their ability to generalize and accurately detect fake news, especially on dynamic platforms like X.

Domain-specific corpora. Enhance precision by training models on the particular vocabulary, context, and patterns of a specific domain (e.g., politics or health), making them more effective in identifying misinformation in those areas.

Research supports that models trained on large, domain-specific data achieve superior performance in fake news detection (Peña et al. 2023). This approach maximizes accuracy and allows models to handle diverse misinformation more effectively. (Garrido-Muñoz, Martínez-Santiago, and Montejo-Ráez 2023)

Advantages and Disadvantages of Preprocessing and Fine-Tuning in NLP for Social Media Analysis

Advantages

- **Better Handling of Informal Language:** Fine-tuning models like BERTuit allows them to capture the nuances of social media language, improving accuracy in text analysis. (Peña et al. 2023)
- **Adaptation to Specific Domains:** Models like MarIA perform better when fine-tuned with domain-specific data, making them more effective in detecting fake news in targeted contexts. (Peña et al. 2023)
- **Efficiency:** Preprocessing reduces noise and saves computational resources, enhancing the training process for large datasets. (Garrido-Muñoz, Martínez-Santiago, and Montejo-Ráez 2023)

Disadvantages

- **Loss of Important Information:** Overly aggressive preprocessing can remove crucial context, such as emojis, affecting sentiment analysis. (Garrido-Muñoz, Martínez-Santiago, and Montejo-Ráez 2023)
- **Risk of Bias:** Fine-tuning can amplify biases present in the training data, leading to skewed results. (Garrido-Muñoz, Martínez-Santiago, and Montejo-Ráez 2023)

- **Complexity:** Fine-tuning requires high-quality data and expertise, making it more challenging to implement.

Preprocessing and fine-tuning techniques offer clear advantages in adapting NLP models to the unique and often complex language used on social media, making them particularly effective for tasks such as fake news detection in Spanish. Models like MarIA and BERTuit benefit from these techniques by achieving greater accuracy and domain-specific understanding. However, these methods carry the risk of amplifying biases, losing important contextual information, and requiring significant expertise and computational resources to implement effectively. Striking the right balance between thorough preprocessing and maintaining linguistic nuances is essential for ensuring that these models remain both accurate and unbiased, providing reliable results in dynamic environments like X.

Materials and Methods

Dataset

The dataset comprises posts on X that were verified by Ecuador Chequea @ECUADORCHEQUEA and Ecuador Verifica @ecuadorverifica between January 1, 2020, and March 25, 2024.

The Apify platform, which extracts data from websites, is used to collect data from posts on X. Tasks are created with the required filters for execution. The information from the X posts is downloaded in CSV format after completing the task.

Cleaning and Preprocessing

The cleaning and preprocessing process for the news from the @ECUADORCHEQUEA and @ecuadorverifica accounts begins once the dataset is loaded.

The preprocessing aims to make the data easier for the algorithm to process and is an important step involving data manipulation before execution to increase efficiency. Performance may decrease if the target domain is very different from the domain used in pre-training.

This is the case with X, where users communicate informally, using typical social media slang expressions, often with lexical-syntactic errors or adding special tokens like hashtags, user mentions, and emojis. Additionally, some of the most used NLP techniques such as Stop Words, Stemming, Tokenization, and Padding are included.

Data Cleaning

The data standardization process known as Text Normalization removed irrelevant elements, such as links, mentions, hashtags, emojis, and punctuation marks, in addition to using a series of regular expressions to preprocess the text.

For data cleaning, the X posts-preprocessor library is used instead of writing the X post-cleaning logic. The clean method performs X post cleaning by removing URLs, mentions, reserved words (RT, FAV), hashtags, emojis, smileys, and numbers by default unless you specify only some of the options.

Continuing with the cleaning process, the text is converted to lowercase, punctuation marks and extra spaces are removed.

Preprocessing

Next, the preprocessing process is carried out.

- Tokenization begins using TweetTokenizer, which is a specialized tokenizer designed to handle X posts and other social media texts.
- Stopwords uses the NLTK library to remove empty words using the Spanish corpus.
- Lemmatization uses the STANZA library. This text normalization technique aims to reduce words to their root (lemma).

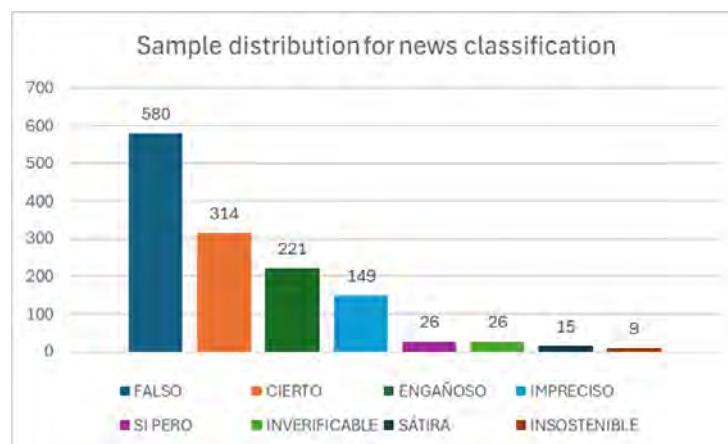
Experiments design

Dataset

The Spanish news corpus contains 1340 news items in Spanish, consisting of 580 “FALSO”, 314 “CIERTO”, 221 “ENGAÑOSO”, 149 “IMPRECISO”, 26 “SI PERO”, 26 “INVERIFICABLE”, 15 “SÁTIRA” y 9 “INSOSTENIBLE”. Figure 2 shows through a chart the corresponding distribution for each news.

Figure 2

Sample distribution for Ecuador Chequea and Ecuador Verifica news classification



The split of the dataset was set to a ratio of train: 80% / test: 20%. Based on the outcomes of the initial analysis, among the techniques for balancing the dataset, oversampling of the minority classes was chosen, which led to the use of SMOTE (Synthetic Minority Over-sampling Technique). Table 1 shows the values after balancing the dataset.

Table 1

Training arguments for transformers-based models

Classification News	Number of News
FALSO	580
CIERTO	580
ENGAÑOSO	580
IMPRECISO	580
SI PERO	580
INVERIFICABLE	580
SÁTIRA	580
INSOSTENIBLE	580
Total	4640

Experiment setup

Fine-tuning a pre-trained model and adjusting TrainingArguments are crucial steps in a machine learning project, especially when you are working with language models like BERT, GPT, or RoBERTa.

TrainingArguments is a class provided by the Hugging Face's transformers library, offering a comprehensive set of parameters for configuring the training process of machine learning models, particularly those related to natural language processing (NLP). The most frequent values are explained below:

- **output_dir**: Specifies the directory where the model checkpoints and training outputs will be saved. This is essential for model persistence and later evaluation or use.
- **per_device_train_batch_size**: Determines the batch size for training on each device (GPU/CPU). Smaller batch sizes require less memory but can lead to longer training times and potentially more noise during the training process.
- **per_device_eval_batch_size**: Sets the batch size for evaluation on each device. This is similar to **per_device_train_batch_size** but used during the model evaluation phase.
- **num_train_epochs**: Defines the total number of training epochs. An epoch represents one complete pass through the entire training dataset. Adjusting the number of epochs can affect the model's performance and training time.
- **warmup_steps**: The number of steps to increase the learning rate from 0 to the initial learning rate set via **learning_rate**. This can help improve model performance and stability in the initial phase of training.
- **weight_decay**: A regularization parameter to prevent overfitting by applying penalties on large weights during optimization. Adjusting this can help improve the generalization of the model.
- **learning_rate**: The initial learning rate for the optimizer. The choice of learning rate can significantly impact model performance and convergence speed.
- **evaluation_strategy**: Determines when the model evaluation should occur. Options include "no" (no evaluation), "steps" (after a set number of training steps), and "epoch" (after each training epoch).
- **save_strategy**: Similar to **evaluation_strategy**, but for saving model checkpoints. This can be set to "no", "steps", or "epoch".
- **logging_dir**: Directory where the training logs will be stored. Useful for monitoring the training process through tools like TensorBoard.
- **logging_steps** is a parameter within TrainingArguments that specifies the frequency at which training, and evaluation metrics are logged. This parameter is particularly useful for monitoring the model's performance and the training process in real-time or through logging frameworks like TensorBoard.
- **load_best_model_at_end**: Whether to load the model checkpoint with the highest evaluation metric or the final model at the end of training. Useful for automatically selecting the best model.
- **metric_for_best_model**: Specifies the metric to use when **load_best_model_at_end** is True. The model with the best value of this metric will be loaded at the end.

The Table 2 shows the parameterized values in TrainingArguments for Fine-tuning a pre-trained model.

Table 2
Training arguments for transformers-based models

Model	Training arguments
BETO ⁷	output_dir='./results', per_device_train_batch_size=16, per_device_eval_batch_size=64, num_train_epochs=4, warmup_steps=500, weight_decay=0.01, learning_rate=1e-5, evaluation_strategy="epoch", save_strategy='epoch', logging_dir='./logs', logging_steps=100, load_best_model_at_end=True, metric_for_best_model="accuracy"
MarIA ⁸	output_dir='./results', per_device_train_batch_size=16, per_device_eval_batch_size=16, num_train_epochs=3, warmup_steps=500, weight_decay=0.01, learning_rate=1e-5, evaluation_strategy="epoch", save_strategy='epoch', logging_dir='./logs', logging_steps=100, load_best_model_at_end=True, metric_for_best_model="accuracy"
RoBERTuito ⁹	output_dir='./results', per_device_train_batch_size=8, per_device_eval_batch_size=8, num_train_epochs=3, warmup_steps=500, weight_decay=0.01, learning_rate=2e-5, evaluation_strategy="epoch", save_strategy='epoch', logging_dir='./logs', logging_steps=100, load_best_model_at_end=True, metric_for_best_model="accuracy"
BERTuit ¹⁰	output_dir='./results', per_device_train_batch_size=8, per_device_eval_batch_size=8, warmup_steps=500, weight_decay=0.01, learning_rate=1e-5, evaluation_strategy="epoch", save_strategy='epoch', logging_dir='./logs', logging_steps=100, load_best_model_at_end=True, metric_for_best_model="accuracy"
BERTin ¹¹	output_dir='./results', per_device_train_batch_size=8, per_device_eval_batch_size=8, num_train_epochs=3, warmup_steps=500, weight_decay=0.01, learning_rate=1e-5, evaluation_strategy="epoch", save_strategy='epoch', logging_dir='./logs', logging_steps=100, load_best_model_at_end=True, metric_for_best_model="accuracy"

Results

Model fine-tuned

According to the results, the MarIA model outperformed the other models, achieving an Accuracy of 0.9601, indicating its high efficiency in correctly classifying fake news, as shown in Table 7. Additionally, the metrics obtained during the training of the remaining models are detailed in Table 3, 4, 5, 6, 7 and 8, providing a comprehensive comparison of their performance.

Table 3
Train Output BETO Model

Epoch	Training Loss	Validation Loss	Accuracy	Precision	Recall	F1 Score
1	1.9099	1.460454	0.575431	0.519867	0.575431	0.517765
2	0.9221	0.627142	0.789871	0.792705	0.789871	0.780918
3	0.5125	0.306508	0.911638	0.914206	0.911638	0.910657
4	0.2155	0.22554	0.935345	0.934864	0.935345	0.934516

⁷ bert-base-spanish-wwm-uncased <https://huggingface.co/dccuchile/bert-base-spanish-wwm-uncased>

⁸ PlanTL-GOB-ES/roberta-base-bne <https://huggingface.co/PlanTL-GOB-ES/roberta-base-bne>

⁹ pysentimiento/robertuito-base-cased <https://huggingface.co/pysentimiento/robertuito-base-cased>

¹⁰ bertin-project/bertin-roberta-base-spanish <https://huggingface.co/bertin-project/bertin-roberta-base-spanish>

¹¹ bertin-project/bertin-roberta-base-spanish <https://huggingface.co/bertin-project/bertin-roberta-base-spanish>

Table 4*Train Output MarIA Model*

Epoch	Training Loss	Validation Loss	Accuracy	Precision	Recall	F1 Score
1	0.0398	0.185121	0.954741	0.954894	0.954741	0.953861
2	0.0156	0.35076	0.929957	0.943936	0.929957	0.926845
3	0.028	0.214479	0.960129	0.95985	0.960129	0.959735

Table 5*Train Output RoBERTuito Model*

Epoch	Training Loss	Validation Loss	Accuracy	Precision	Recall	F1 Score
1	0.8486	0.59158	0.782328	0.827286	0.782328	0.772328
2	0.2734	0.257701	0.90625	0.908591	0.90625	0.901669
3	0.1322	0.211828	0.935345	0.935905	0.935345	0.933532

Table 6*Train Output BERTuit Model*

Epoch	Training Loss	Validation Loss	Accuracy	Precision	Recall	F1 Score
1	0.3602	0.348519	0.881466	0.887611	0.881466	0.872059
2	0.1818	0.259604	0.923491	0.924281	0.923491	0.92049
3	0.1032	0.254212	0.934267	0.933133	0.934267	0.932568

Table 7*Train Output BERTin Model*

Epoch	Training Loss	Validation Loss	Accuracy	Precision	Recall	F1 Score
1	1.1841	0.801565	0.693966	0.750559	0.693966	0.664146
2	0.2706	0.205788	0.9375	0.938318	0.9375	0.936755
3	0.064	0.150867	0.954741	0.954394	0.954741	0.954364

Table 8*Train Output Models*

Model	Accuracy	Precision	Recall	F1 Score
BETO	0.9353	0.9349	0.9353	0.9345
MarIA	0.9601	0.9599	0.9601	0.9597
RoBERTuito	0.9353	0.9359	0.9353	0.9335
BERTuit	0.9343	0.9331	0.9343	0.9326
BERTin	0.9547	0.9544	0.9547	0.9544

Discussion

Research involving Spanish language models for text classification, specifically in the detection of fake news, has achieved notable results using datasets drawn from verified X posts by Ecuador Chequea and Ecuador Verifica. The experiments were designed to assess how effectively these models can classify news based solely on text data from X, without incorporating multimedia elements, following the fact-checking criteria established by these Ecuadorian verifiers.

The study focused on rigorously evaluating the models' ability to classify news as “CIERTO”, “Falso”, “ALTERADO”, “ENGAÑOSO”, “IMPRECISO”, “SÁTIRA” and “INVERIFICABLE”, adhering strictly to the verification methodologies employed by “Ecuador Chequea” and “Ecuador Verifica”. This process is crucial for understanding the nuances of misinformation in the Spanish language, especially within the Ecuadorian context, where fake news can impact public discourse.

The performance metrics—such as accuracy, precision, recall, and F1 score—offer a comprehensive view of how effectively the Spanish language models can handle text-based analysis on X. These metrics not only provide valuable insights into the strengths and potential improvements of the models when applied to real-world fact-checking and verification tasks but also highlight their potential as powerful tools in the fight against disinformation. The ability of these models to distinguish between factual and fabricated content with such high accuracy and precision is crucial for automating the detection of fake news, thereby enhancing the reliability of information disseminated across digital platforms.

Accuracy

The model achieved an accuracy rate of 0.9601, demonstrating a high degree of reliability in correctly identifying the veracity of news across the entire test dataset. This metric reflects the model's overall effectiveness in accurately classifying both genuine (true) and misleading (fake) news, making it a strong candidate for real-world applications.

Precision

With a precision score of 0.9599, the model effectively returns relevant results, indicating that when it classifies news as fake, it is accurate 95.99% of the time. This high precision is essential for minimizing false positives, ensuring that legitimate news is not incorrectly flagged as fake, which is critical for maintaining credibility in content moderation.

Recall

The model's recall score of 0.9601 indicates its strong ability to identify nearly all instances of fake news within the dataset. In practical terms, this means the model successfully captures 96.01% of fake news cases, showcasing its efficiency in detecting a broad spectrum of misleading content with minimal oversight.

F1 Score

The model achieved an F1 score of 0.9597, which represents the harmonic mean of precision and recall. This balanced metric confirms the robustness and overall effectiveness of the model, indicating that it maintains both high precision and recall. An F1 score close to 1 underscores the model's reliability in distinguishing between truthful and false content.

Conclusions and Further Work

The research demonstrates that Spanish language models, particularly MarIA and BERTuit, offer significant advantages in accurately detecting fake news on social media

platforms like X. These models, trained on large, domain-specific datasets—such as X posts verified by Ecuador Chequea and Ecuador Verifica—show exceptional performance compared to generalist language models, particularly in capturing the nuances of the Spanish language and the cultural context of misinformation.

The study's key findings highlight the importance of domain-specific training and fine-tuning techniques, which enable the models to adapt effectively to the informal and diverse language used on social media. The achieved accuracy of 0.9601 by the MarIA model, demonstrates its effectiveness in identifying false information within the Spanish-speaking context.

However, the integration of fine-tuning techniques allowed the model to adapt to the informal language, abbreviations, and slang typical of social media posts, particularly X posts, further enhancing its ability to detect misleading content.

Overall, this study confirms the potential of domain-specific models as robust solutions for automating fake news detection, contributing to enhancing the reliability of information disseminated across digital platforms in Spanish-speaking contexts.

For further work the following is suggest:

- Expand the dataset by collecting a broader range of verified X posts from @ECUADORCHEQUEA and @ecuadorverifica to enhance the robustness of the analysis.
- Incorporate additional X post elements that were not covered in this study, such as metadata or user interaction patterns, to provide a more comprehensive understanding of the context.
- Develop a comprehensive labeling guide to standardize the annotation process for the dataset used in this research, ensuring consistency and reliability in future analyses.
- Integrate a labeling feature within the Support System for Fact-Checkers, allowing fact-checkers to directly label X posts. This feature should align with the rating criteria used by “Ecuador Chequea” and “Ecuador Verifica” to maintain uniformity
- Utilize the trained language models within the proposed Support System, providing “Ecuador Chequea” and “Ecuador Verifica” with advanced tools for fact-checking and enhancing the accuracy of X post verification.

Acknowledgements

This research is part of the proposal presented at the Call for Research Project Proposals of the Internal Competitive Fund (FCI) 2023, which was approved on February 22, 2023, by the members of the Scientific Council who attended the Ordinary Session No. 1-2023 held under a hybrid modality according to the Opinion of the Research Council of the Faculty of Industrial Engineering and is currently in process due to the extension of the call according to RESOLUTION NO. CCIPI-SE-003-08-2022. Also, CONSENSO (PID2021-122263OBC21), MODERATES (TED2021-130145B-I00), and SocialTOX (PDC2022-133146-C21) funded by Plan Nacional I+D+i from the Spanish Government.

The authors declare equal contribution and sharing of authorship roles for this publication.

References

- Agerri, R., & Agirre, E. (2022). Lessons learned from the evaluation of Spanish Language Models. *arXiv preprint arXiv:2212.08390*. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2212.08390>
- Cañete, J., Chaperon, G., Fuentes, R., Ho, J.-H., Kang, H., & Pérez, J. (2023). Spanish pre-trained bert model and evaluation data. *arXiv preprint arXiv:2308.02976*. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2308.02976>
- De la Rosa, J., Ponferrada, E. G., Villegas, P., González de Prado Salas, P., Romero, M., & Grandury, M. (2022). Bertin: Efficient pre-training of a spanish language model using perplexity sampling. *arXiv preprint arXiv:2207.06814*. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2207.06814>
- Ding, J., Li, B., Xu, C., Qiao, Y., & Zhang, L. (2023). Diagnosing crop diseases based on domain- adaptive pre-training BERT of electronic medical records. *Applied Intelligence*, 53(12), 15979-15992. <https://doi.org/10.1007/s10489-022-04346-x>
- Duke Reporters' Lab. (2024). *About the Lab*. <https://reporterslab.org/about-the-lab/>
- Duke Reporters' Lab. (2024). *Global Fact-Checking sites*. <https://reporterslab.org/fact-checking/>
- Ecuador Chequea. (2024a, September 3). *Metodologia - Ecuador Chequea*. <https://ecuadorchequea.com/metodologia/>
- Ecuador Chequea. (2024b, September 13). *Nuestra historia - Ecuador Chequea*. <https://ecuadorchequea.com/historia/>
- Ecuador Verifica. (2024, February 17). *QUIÉNES SOMOS - Ecuador verifica*. <https://ecuadorverifica.org/quienes-somos/>
- Garrido-Muñoz, I., Martínez-Santiago, F., & Montejo-Ráez, A. (2023). MarIA and BETO are sexist: Evaluating gender bias in large language models for Spanish. *Language Resources and Evaluation* 58, 1387–1417. <https://doi.org/10.1007/s10579-023-09670-3>
- González, J., Hurtado, L.-F., & Pla, F. (2021). TWilBert: Pre-trained deep bidirectional transformers for Spanish. *Neurocomputing*, 426, 58-69. <https://doi.org/10.1016/j.neucom.2020.09.078>
- Gutiérrez-Fandiño, A., Armengol-Estapé, J., Pàmies, M., Llop-Palao, J., Silveira-Ocampo, J., Pio Carrino, C., . . . Villega, M. (2021). Maria: Spanish language models. *{arXiv preprint arXiv:2107.07253}*. <https://doi.org/10.26342/2022-68-3>
- Huertas-Tato, J., Martín, A., & Camacho, D. (2022). BERTuit: Understanding Spanish language in X through a native transformer. *arXiv preprint arXiv:2204.03465*. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2204.03465>
- IFCN Code of Principles. (2024a). *The commitments of the code of principles*. <https://www.ifcncodeofprinciples.poynter.org/>
- IFCN Code of Principles. (2024b). *Verified signatories of the IFCN code of principles*. <https://www.ifcncodeofprinciples.poynter.org/signatories>
- Ireton, C., & Posetti, J. Eds. (2020). *Periodismo, “noticias falsas” & desinformación: Manual de Educación y Capacitación en periodismo*. París; Santo Domingo, Francia: Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura UNESCO y el Ministerio de la Presidencia de la República Dominicana. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000373349>
- Martínez-Gallego, K., Álvarez-Ortiz, & Arias-Londoño, J. (2021). Fake News Detection in Spanish Using Deep Learning Techniques. *arXiv preprint arXiv:2110.06461v1*. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2110.06461>
- Martínez-Rico, J. R., Araujo, L., & Martínez-Romo, J. (2024). Building a framework for fake news detection in the health domain. *PLOS ONE*, 19(7), e0305362. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0305362>

- Peña, A., Morales, A., Fierrez, J., Serna, I., Ortega-Garcia, J., Puente, Í., Córdova, J., & Córdova, G. (2023). Leveraging Large Language Models for Topic Classification in the Domain of Public Affairs. En M. Coustaty & A. Fornés (Eds.), *Document Analysis and Recognition – ICDAR 2023 Workshops* (pp. 20-33). Springer Nature Switzerland. https://doi.org/10.1007/978-3-031-41498-5_2
- Pérez, J. M., Furman, D. A., Alemany, L. A., & Luque, F. (2022). *RoBERTuito: A pre-trained language model for social media text in Spanish* (No. arXiv:2111.09453). arXiv. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2111.09453>
- Poynter. (2024). *Red Internacional de Verificación de Datos (IFCN)*. <https://www.poynter.org/ifcn/>
- Sarker, I. H. (2021). Deep Learning: A Comprehensive Overview on Techniques, Taxonomy, Applications and Research Directions. *SN Computer Science*, 2(6), 420. <https://doi.org/10.1007/s42979-021-00815-1>
- Sarker, I. H. (2022). AI-Based Modeling: Techniques, Applications and Research Issues Towards Automation, Intelligent and Smart Systems. *SN Computer Science*, 3(2), 158. <https://doi.org/10.1007/s42979-022-01043-x>
- Sellami, R., Sadat, F., & Beluith, L. H. (2018). Building and Exploiting Domain-Specific Comparable Corpora for Statistical Machine Translation. En K. Shaalan, A. E. Hassanien, & F. Tolba (Eds.), *Intelligent Natural Language Processing: Trends and Applications* (pp. 659-676). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-67056-0_31

Evaluación de la Seguridad de Certificados Digitales en las Plataformas Financieras de Ecuador

Assessment of the Security of Digital Certificates in the Financial Platforms in Ecuador

David Peñarrieta¹ <https://orcid.org/0009-0003-4888-0000>,
Marlon Navia² <https://orcid.org/0000-0001-9775-3778>, Eliana García² <https://orcid.org/0009-0002-0857-8977>,
Dannyl Zambrano² <https://orcid.org/0000-0003-4413-4425>

¹Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Junín, Junín, Ecuador
d.penarrieta@junin.gob.ec

²Universidad Técnica de Manabí, Portoviejo, Ecuador
marlon.navia@utm.edu.ec, eliana.garcia@utm.edu.ec,
michellc.zambrano@utm.edu.ec



Esta obra está bajo una licencia internacional
Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0.

Enviado: 2024/07/24
Aceptado: 2024/12/24
Publicado: 2024/12/30

Resumen

Este artículo muestra un diagnóstico de la aplicación de los certificados digitales en los servicios de banca virtual del Ecuador. La importancia de esta temática se fundamenta en los crecientes ataques a los servicios electrónicos de plataformas financieras en la región y el mundo, a causa de la explotación de vulnerabilidades descubiertas por ciberdelincuentes, en la frágil aplicación de los conjunto de cifrados. El objetivo de la investigación es mostrar el nivel de seguridad que poseen estos portales de banca online (personas), en la aplicabilidad de los protocolos SSL/TLS, con sus respectivos suites de cifrados del lado del servidor. Para ello, se analizaron 18 entidades financieras, mediante la herramienta en línea SSL server Test de Qualys SSL Labs. Se encontró que el 20% de las entidades bancarias analizadas presentan debilidad en la aplicabilidad de los certificados digitales, lo que podría ocasionar ataques informáticos a dichas plataformas virtuales, durante el proceso de comunicación entre cliente/servidor a través del servicio de internet. La confidencialidad, integridad y disponibilidad de los datos son características indispensables de la seguridad de la información que un usuario debe recibir en el servicio de banca virtual personas. Como aporte adicional de

Sumario: Introducción, Materiales y Métodos, Resultados y Discusión, Conclusiones.

Como citar: Peñarrieta, D., Navia, M., García, E. & Zambrano, D. (2024). Evaluación de la Seguridad de Certificados Digitales en las Plataformas Financieras de Ecuador. *Revista Tecnológica - Espol*, 36(2), 174-189. <https://rte.espol.edu.ec/index.php/tecnologica/article/view/1222>

este trabajo, se realiza una revisión de las recomendaciones de uso de certificados digitales de acuerdo con las regulaciones que emite la IETF a través de los respectivos RFC.

Palabras clave: Ataques, banca electrónica, conjunto de cifrado, SSL, TLS, vulnerabilidades.

Abstract

This article presents a diagnosis of the application of digital certificates in the virtual banking services of Ecuador. The importance of this topic is based on the increasing attacks on electronic services of financial platforms in the region and the world, due to the exploitation of vulnerabilities discovered by cybercriminals in the weak application of cipher suites. The objective of the research is to show the level of security of these online banking portals (individuals), in the applicability of SSL/TLS protocols, with their respective cipher suites on the server side. Eighteen financial entities were analyzed using the online tool SSL Server Test by Qualys SSL Labs. It was found that 20% of the analyzed banking entities show weaknesses in the applicability of digital certificates, which could lead to cyberattacks on these virtual platforms during the client/server communication process over the internet. Confidentiality, integrity, and availability of data are indispensable characteristics of information security that a user should receive in the virtual banking service. Additionally, this work reviews the recommendations for the use of digital certificates according to the regulations issued by the IETF through the respective RFCs.

Keywords: Attacks, Electronic Banking, Cipher Suite, SSL, TLS, Vulnerabilities.

Introducción

Ingresar credenciales de acceso en un formulario de un sitio web es un requisito necesario para utilizar los servicios de una plataforma electrónica, ello implica introducir datos de carácter personal, por lo tanto, esta información se supone que es confidencial, ajena a cualquier agente externo, por lo que, no debería ser conocido por nada o nadie. Los usuarios no sofisticados se preocupan poco por la seguridad de los sitios electrónicos.

Las aplicaciones web implementadas por las instituciones financieras, ya sean estas públicas o privadas, han marcado un antes y un después en la manera tradicional de hacer banca, cada día acrecienta la cantidad de clientes que acceden a este medio electrónico; pero este proceso de modernización genera ciertas interrogantes a los clientes de los servicios de banca online, ¿es confiable este servicio? ¿es segura esta aplicación web?; es aquí cuando aparecen términos conocidos, concernientes a la seguridad como: vulnerabilidades, ataques cibernéticos, hackers, ciberdelincuencia, todos ellos correlacionados de alguna manera.

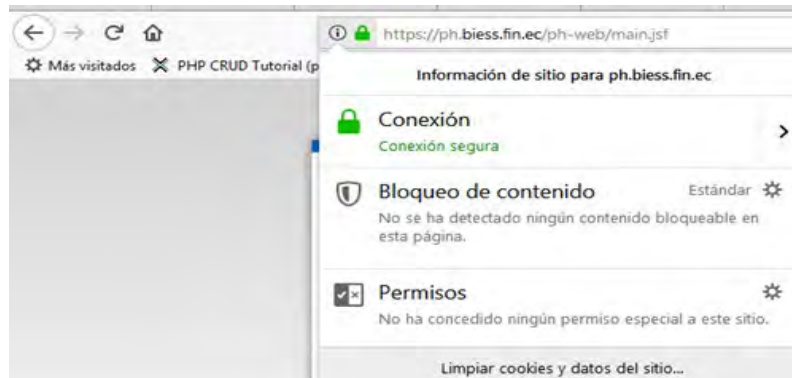
Los profesionales informáticos y directivos de las entidades financieras constantemente pretenden disminuir las debilidades en el servicio de banca virtual, por ejemplo, se destaca la implementación de varios factores de autenticación, aplicación de seguridad en la capa de transporte (encriptación de la información que transita en el internet, desde el cliente hacia el servidor y viceversa), entre otras. La confidencialidad, integridad y disponibilidad de los datos son características indispensables de la seguridad de la información que un usuario debe recibir en el servicio de estos canales virtuales, de allí que se hace imprescindible el uso de los protocolos de seguridad para acceder a estos portales web.

La Figura 1 muestra un ejemplo de una aplicación de banca virtual, cuya URL utiliza el protocolo HTTPS (Hypertext Transfer Protocol Secure) que es la versión segura del protocolo HTTP, ampliamente utilizado para la transmisión de datos en la web. En este

ejemplo, el navegador Mozilla reconoce que esta página web utiliza un certificado digital seguro, la información que transita desde y hacia el servidor viaja cifrada, gracias al uso del protocolo de seguridad TLS (Transport Layer Security), la aplicación de certificados de seguridad, técnicas de encriptación, uso de llaves simétricas y asimétricas, la combinación de suites de cifrados convierten al protocolo HTTP en HTTPS (S de security), evitando que personas mal intencionadas intercepten y utilicen los datos para usos indebidos.

Figura 1

Conexión segura de un sitio web, a través de un dominio con https



Ante este contexto, el propósito de este trabajo de investigación es evaluar el nivel de seguridad de los certificados digitales en el servicio de banca electrónica, en lo referente al protocolo de seguridad TLS y sus versiones correspondientes, el beneficio que este conlleva, así como, las consecuencias que produciría el no aplicar una configuración adecuada del lado del servidor. También se busca promover a los usuarios no sofisticados la masificación de esta temática, que cada día cobra más valía en el servicio de banca en línea.

Este manuscrito presenta un diagnóstico del uso de las suites de cifrados de varias bancas virtuales del Ecuador, en ciertos casos denotan debilidad o fortaleza en la aplicación de los certificados digitales; además, se presenta el tipo de vulnerabilidades a las cuales son susceptibles o inmunes.

El documento está constituido en varias secciones. La sección I muestra la introducción sobre el entorno del problema, antecedentes y propósito relevante del artículo; además tópicos relacionados a la seguridad en la capa de transporte, las vulnerabilidades más conocidas, recomendaciones de la aplicabilidad de suites de cifrados, para entender con mayor objetividad el tema presentado.

La sección II describe las herramientas y los métodos utilizados para obtener los datos. En la sección III se muestran los resultados del diagnóstico realizado a las entidades financieras mediante el uso de test de certificados digitales en línea. Y, por último, la sección IV concluye este trabajo y discute las direcciones de trabajos futuros.

Secure Sockets Layer

SSL es un protocolo de encriptación que fue concebido para establecer seguridad en las comunicaciones por internet, fue desarrollado originalmente por Netscape, quienes lo introdujeron para su plataforma comercial Netscape Navigator (Ristić, 2014).

SSL v1.0 fue la primera versión del protocolo, pero no salió a producción porque la comunidad criptográfica realizó muchas observaciones, haciendo énfasis en la aplicación de algoritmos criptográficos débiles.

Transport Layers Security

En mayo de 1996, se conformó un grupo de trabajo para migrar SSL de Netscape a IETF (Ristić, 2014). El proceso fue lento debido a las luchas políticas entre Microsoft y Netscape, una consecuencia de la disputa más grande para dominar la Web (Ristić, 2014). TLS 1.0 fue finalmente lanzado en enero de 1999, IETF realizó la publicación formal del protocolo a través del RFC (Request for Comments) 2246 (Dierks & Allen, 1999). Aunque las diferencias con SSL 3 no eran grandes, el nombre fue cambiado para complacer a Microsoft (Ristić, 2014).

TLS v1.2 fue aprobado mediante RFC 5246 en agosto de 2008 (Dierks and Rescorla, n.d.), esta especificación del protocolo, proporciona privacidad e integridad de los datos entre dos aplicaciones que se comunican, el protocolo es compuesto por dos capas: el protocolo de registro TLS y el protocolo de enlace TLS.

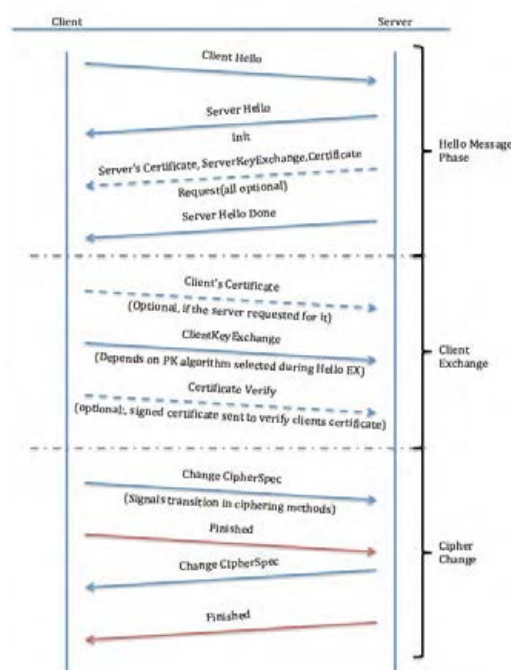
El protocolo se define en varias normas por la IETF (The Internet Engineering Task Force (IETF), n.d.) , incluyendo entre otras RFCs 2246, 3546, 4346, 4366, 4680, 4492, 5246, 5288, 5746, 6176 y 6655.

TLS se basa en la tecnología Infraestructura de Clave Pública (PKI), la cual garantiza que el tráfico se envíe al destinatario correcto (Ristić, 2014). Es el protocolo de cifrado más utilizado en Internet, tiene como objetivo garantizar la integridad y confidencialidad del mensaje, el cual transita por la red en la capa de transporte. Permite la comunicación segura de extremo a extremo, evitando la interceptación y alteración de la información.

La Figura 2 muestra la negociación de estos parámetros en un caso genérico. Hace uso de los siguientes intercambios entre el cliente y el servidor.

Figura 2

Transacción e intercambio de paquetes entre cliente/servidor, mediante SSL (Cisco, 2017)



1. El cliente inicia una consulta enviando un mensaje de tipo *ClientHello*, que contiene en particular los conjuntos de cifrado que admite.
2. El servidor responde con un *ServerHello* que contiene la suite retenida.
3. El servidor envía un mensaje de Certificado que, en particular, contiene su clave pública dentro de un certificado digital.
4. El servidor transmite en un *ServerKeyExchange* un valor efímero que firma usando la clave privada asociada con la clave pública anterior.
5. El servidor manifiesta que está en espera con un *ServerHelloDone*.
6. Después de la verificación del certificado y la autenticación del valor anterior, el cliente, a su vez, elige un valor efímero que cifra mediante la clave pública del certificado y luego lo transmite en un *ClientKeyExchange*;
7. El servidor señala que activa la suite completamente con un *ChangeCipherSpec*.
8. El cliente envía un mensaje (*Finished*) finalizado, el primer mensaje está protegido de acuerdo con el conjunto de cifrado y los secretos proceden del intercambio de claves efímeras.
9. El servidor señala la activación de la misma suite con un *ChangeCipherSpec*.
10. El servidor envía a su vez un mensaje (*Finished*) finalizado, su primer mensaje seguro.

En agosto de 2018 se aprobó definitivamente TLS v1.3 (Rescorla, 2018), luego de 28 revisiones realizadas por el grupo de trabajo de la IETF.

En TLS, toda la seguridad comienza con la identidad de cifrado del servidor. Se necesita una clave privada fuerte para evitar que los ciberdelincuentes lleven a cabo ataques de suplantación. Es primordial tener un certificado válido y fuerte, que otorgue a la clave privada el derecho a representar un nombre de un host en particular. Sin estos dos elementos fundamentales, ninguna otra cosa puede estar segura.

De acuerdo a la información mostrada en el portal SSL Pulse (2019), de 135.254 sitios encuestados en julio de 2023, el 61,9% son denominados sitios seguros, de estas plataformas electrónicas el 63.5% admiten el protocolo TLS v1.3 (+0,5% en comparación con junio de 2023), el 99,9% del total soportan TLS v1.2. En ese mismo contexto, el 38, 1% restante tienen una seguridad inadecuada, del lado del servidor permite el uso de versiones declaradas obsoletas (Dell & Farrell, 2021) TLS v1.1, TLS v1.0 y de esta porción un grupo minoritario 2,1% aún permiten el uso de SSL v3.0 y SSL v2.0 (SSL Pulse, 2019).

Conjunto de cifrados

Es un grupo de algoritmos y reglas utilizadas para cifrar y descifrar información. Están diseñados para garantizar la seguridad y confidencialidad de los datos mediante la transformación de la información en un formato legible con la clave correspondiente.

Con la idea de lograr mejor seguridad a través de la capa de transporte en el modelo TCP IP, estos protocolos ofrecen servicios de autenticación, encriptación, intercambio de claves de cifrado e integridad. Para gestionar cada una de estas características, se puede parametrizar un algoritmo específico en función de las necesidades a nivel de servidor.

La Figura 3 modela un ejemplo de cómo se conforma un Conjunto de Cifrado en el protocolo TLS 1.2.

Figura 3*Componentes de un Conjunto de Cifrados TLS 1.2*

La Tabla 1 muestra los componentes combinables de los conjuntos de suites de cifrados considerados por IANA (Internet Assigned Numbers Authority) (Rescorla, 2008), exclusivos para el protocolo TLS en su versión 1.2.

Tabla 1

Posibles valores combinables en los Conjunto de Cifrados TLS 1.2 (Rescorla, 2008)

Componente	Valores posibles
Protocolo	TLS
Intercambio de claves	ECDH, ECDHE
Autenticación	ECDSA, RSA
Algoritmo de cifrado	AES
Longitud de clave	128, 256
Modo de cifrado	CBC, GCM
Algoritmo de Hash	SHA256, SHA384

En la versión de TLS 1.3 existen diferencias en la estructura del conjunto de cifrado, son más cortos que los respectivos conjuntos TLS 1.2, no hacen referencia al tipo de certificado, y al mecanismo de intercambio de claves, por lo que el número de negociaciones necesarias para determinar los parámetros de cifrado ha disminuido. Los conjuntos de cifrado en TLS 1.3 tienen el siguiente aspecto, según se observa en la Figura 4.

Figura 4*Componentes de un conjunto de cifrados TLS v1.3*

Los esquemas de cifrados con autenticación AE (Authenticated Encryption) utilizan un cifrador simétrico (de bloque o de flujo) y un mecanismo MAC. AEAD (Authentication Encryption with Associated Data) que ofrece la capacidad de aplicar el cifrado solo a la autenticación (Centro Criptológico Nacional, 2017).

Los esquemas AE/AEAD autorizados para uso recomendado son según el Centro Criptológico Nacional (2017):

- Cifrador de bloque AES: (EAX, GCM y CCM).
- Cifrador de flujo CHACHA20 :(POLY1305).

En TLS v1.3, los conjuntos basados en cifrado de bloque y cifrado de flujo incluyen: TLS_AEAD_SHA256 y TLS_AEAD_SHA384 (Rescorla, 2018).

La Tabla 2 muestra los conjuntos de suites de cifrados exclusivo para el protocolo TLS en su versión 1.3, considerados por IANA en el RFC8446 apéndice B.4 (Rescorla, 2018).

Tabla 2

Conjuntos de cifrados para TLS 1.3 - Consideraciones IANA (Rescorla, 2018)

Conjunto de Cifrados TLS 1.3	
Descripción	Valor
TLS_AES_128_GCM_SHA256	{0x13,0x01}
TLS_AES_256_GCM_SHA384	{0x13,0x02}
TLS_CHACHA20_POLY1305_SHA256	{0x13,0x03}
TLS_AES_128_CCM_SHA256	{0x13,0x04}
TLS_AES_128_CCM_8_SHA256	{0x13,0x05}

Debilidades y Amenazas

Las organizaciones y empresas ven como su superficie de ataque aumenta en un panorama de intimidaciones cada vez más hostil. Existen varias amenazas descubiertas desde la invención del protocolo SSL ahora TLS, las que han evolucionado en el tiempo, muchas han sido resueltas con las versiones actualizadas del protocolo. Los ciberdelincuentes actúan aprovechando debilidades técnicas descubiertas.

Las versiones anteriores de TLS 1.2 (incluido las versiones SSL) contienen vulnerabilidades.

Algunas configuraciones del servidor son expuestas a *exploits*. Ataques como Beast, Crime, Breach, Heartbleed, Poodle, Freak, Logjam son susceptibles a las debilidades presentadas al aplicar configuraciones básicas en los certificados digitales de los servidores web. A continuación se abordarán algunos tipos de posibles ataques a los que son expuestos, sobre todo, las detectadas en el proceso de investigación.

Poodle SSL v3

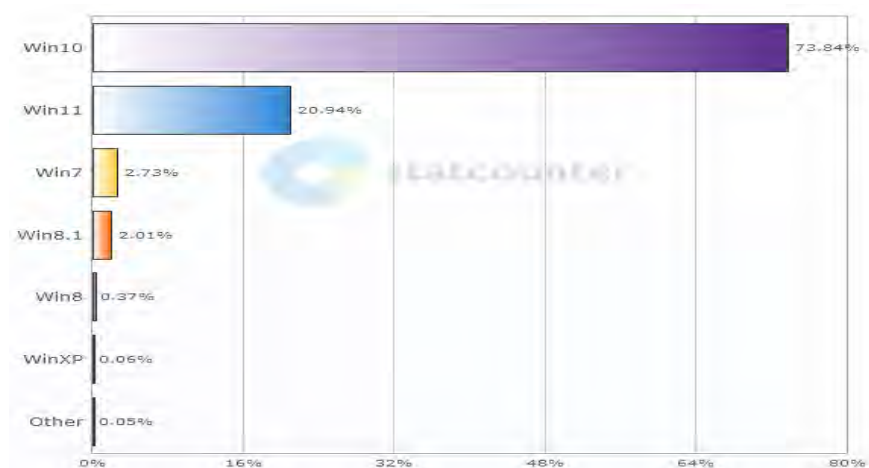
Poodle posee la capacidad de que un atacante (MITM) pueda bajar la versión actualizada de los navegadores modernos y forzar el uso de SSL3, alterando su versión a una desactualizada en sus conexiones en todo el trayecto hasta que puede ser vulnerada. Hay una solución a este problema, a través del indicador de TLS_FALLBACK_SCSV (Advisory, 2014), este es un mecanismo que resuelve los inconvenientes causados por reintentar conexiones fallidas y, por lo tanto, evita que los ciberdelincuentes induzcan a los navegadores usar SSL 3.0; debe ser implementada en los clientes y del lado del servidor con el fin de ser eficaz.

En un funcionamiento normal, SSL3 no debe ser permitido su uso del lado del servidor. Aunque existe un grupo de clientes que usan Sistemas Operativos desactualizados, ello conlleva a utilizar versiones de navegadores obsoletos, es el caso de Internet Explorer 6 en Windows XP.

La Figura 5 (Statcounter, 2023) muestra que en Ecuador hay un grupo minoritario aproximadamente un 6 % de ordenadores que aún utilizan versiones de Sistemas Operativos Windows (XP, 7, 8, 8.1), respectivamente. A corto plazo, es posible mitigar varias técnicas de ataques en este caso Poodle, evitando el uso de suites con modos de cifrados CBC.

Figura 5

Uso de SO. Microsoft Desktop en Ecuador, período (septiembre 2022- septiembre 2023)



Ataque Freak

La vulnerabilidad Freak (Factoring RSA Export Keys) es posible si el servidor implementa alguno de los cifrados de exportación de claves (Ristić, 2014), un atacante podrá recuperar la clave RSA para luego interceptar la comunicación entre cliente y servidor usando técnicas de tipo MITM (Man in the Middle), y dado que, el atacante es capaz de cifrar y descifrar toda la conversación, el cliente no será advertido en ningún momento, perdiendo la integridad y la confidencialidad de la información.

Para mitigar esta vulnerabilidad, es altamente recomendable Factoring & Export (1990):

- Del lado del servidor: Desactivar el soporte para versiones TLS del tipo EXPORT, desactivar SSL y versiones TLS inferiores a la versión 1.2.
- Los clientes: mantener actualizado los navegadores con la versión más reciente.

Ataque Drown

Básicamente el atacante se aprovecha de que un servidor permita conexiones SSLv2, para capturar las sesiones TLS y descifrar las claves RSA. Se necesitan capturar aproximadamente 1.000 sesiones TLS utilizando intercambios de claves RSA, después hacer unas 40.000 conexiones SSLv2 y realizar 2^{50} operaciones de cifrado simétrico, para descifrar 1 sesión TLS (Aviram et al., 2016). Este ataque para ser efectivo requiere de un poco de paciencia, de lograr el objetivo, un atacante puede obtener información valiosa.

Ataque Beast

Las versiones del protocolo criptográfico TLS (v1.1 y v1.2) son inmunes al exploit (Rizzo & Duong, 2011). El ataque extrae pequeñas partes de datos encriptados, trabajo basado en la debilidad previamente conocida en la construcción predecible del vector de inicialización (IV) como se usa en TLS 1.0 (Ristić, 2014). Beast es el primer ataque que realmente descripta las comunicaciones HTTPS, dado que el resto de amenazas SSL se han basado, por lo general, en el robo de identidad de sitios certificados como seguros.

Ataque Crime

Es otro tipo de ataque a SSL/TLS, a través del cual se podría obtener cookies de sesiones pese a estar realizándose vía HTTPS, mediante el uso de malware JavaScript para extraer las cookies del cliente en un ataque MITM activo (Ristić, 2014). La debilidad que permite descifrar tal información, se da por la compresión, la cual funciona localizando secuencias que se repiten, acortándolas en forma de token. Cuando una cadena de texto contiene otra subcadena que se repite en otro punto del texto, ambas serán sustituidas por el token.

En el caso de enviar una petición por HTTPS, con la compresión DEFLATE activada, todo lo enviado será comprimido y cifrado, tanto las cabeceras como el cuerpo. El problema de la compresión ya es comentado en el RFC 3749 (Transport Layer Security Protocol Compression Methods) (The Internet Engineering Task Force (IETF), 2004), donde en el apartado 'Security Considerations' explican que la compresión puede llegar a ser utilizada para deducir el mensaje que había sido cifrado.

Openssl Padding Oracle (CVE-2016-2107)

Es un ataque que utiliza la validación de relleno de un mensaje criptográfico para descifrar el texto cifrado.

En esta vulnerabilidad se determinó que OpenSSL filtraba la información de temporización al descifrar los registros encriptados del protocolo TLS/SSL, cuando la conexión utiliza el conjunto de cifrado AES_CBC y el servidor compatible con AES-NI (OpenSSL, 2016). Un atacante MITM podría usar esta debilidad para recuperar texto sin formato de paquetes cifrados mediante el uso de un servidor TLS/SSL (OpenSSL, 2016).

Padding Oracle se introdujo como parte de la solución incorrecta del ataque Lucky 13 (CVE-2013-0169) (*Blog de Internet Security Auditors: Seguridad SSL/TLS: LUCKY 13*, n.d.). La revisión de relleno se reescribió para que se realice en tiempo constante, asegurándose de que siempre se lean los mismos bytes y se comparen con los bytes MAC o los de relleno.

Return Of Bleichenbacher's Oracle Threat (Robot)

Esta vulnerabilidad permite realizar operaciones de descifrado en firma RSA con la clave privada de un servidor TLS. En 1998, Daniel Bleichenbacher (Bleichenbacher, 1998) descubrió que los mensajes de fallos dados en los servidores SSL por errores en el relleno PKCS # 1 v1.5 permitían un ataque de texto cifrado elegido de forma adaptativa; este ataque rompe por completo la confidencialidad de TLS cuando se utiliza con encriptación RSA. Los hosts HTTPS que admiten intercambios de clave de cifrado RSA son vulnerables; un atacante puede registrar pasivamente el tráfico y luego descifrarlo. Este ataque afecta los modos de cifrado TLS que usan cifrado RSA (Böck et al., 2017). La gran mayoría de las conexiones TLS actuales usan el intercambio de claves Elliptic Curve Diffie Hellman y necesitan RSA solo para firmar. Para las suites de cifrados que no utilizan ECDHE es recomendable mejor deshabilitar los modos de encriptación RSA. Al deshabilitar el cifrado RSA se refiere a todos los cifrados que comienzan con TLS_RSA; se excluye los cifrados que usan TLS_ECDHE_RSA ellos no se ven afectados por Bleichenbacher's (Böck et al., 2017).

Zombie POODLE y GOLDENDOODLE

Es un exploit de pilas TLS modernas mediante la técnica clásica del oráculo de relleno CBC, descrita por Serge Vaudenay (Vaudenay, 2002); aplicables solo si el servidor usa la versión del protocolo TLS 1.2, TLS 1.1 y TLS 1.0 cuyos conjuntos de cifrados usan el modo de encadenamiento de bloques de cifrado CBC (Sannegowda, 2019).

Estas vulnerabilidades afectan a los servidores que usan el protocolo HTTPS, con modos criptográficos que deberían haber quedado obsoletos, sin embargo, inexplicablemente aún son compatibles con TLSv1.2 (Young, 2019a).

Las debilidades son expuestas por CVE - MITRE (2014). Un servidor configurado con un perfil cliente SSL/TLS puede ser vulnerable a un ataque de texto cifrado elegido contra conjuntos CBC (Cipher Block Chaining). Cuando se explota, puede resultar en la recuperación de texto sin formato de mensajes cifrados a través de un ataque MITM, a pesar de que el atacante no haya obtenido acceso a la clave privada del servidor.

GOLDENDOODLE se puede usar para secuestrar sesiones TLS autenticadas si el servidor revela la validez del relleno de los registros de datos de la aplicación, de tal manera que un atacante MITM pueda reconocer el relleno bien formado independientemente de un Código de Autenticación de Mensaje (MAC) válido (Young, 2019b).

La diferencia entre GOLDENDOODLE y Zombie POODLE o POODLE TLS es el rendimiento (Young, 2019a).

Recomendaciones de aplicación de suites de cifrados

Como se especifica en el RFC 8446 (Rescorla, 2018), se recomienda aplicar y configurar del lado del servidor TLS 1.3 y TLS 1.2. Es suficiente si se requiere la compatibilidad con clientes, cumpliendo con las directivas del servidor, configurando correctamente suites de cifrado sólidas, es importante realizar constantemente auditorías internas mediante sistemas de monitoreo de amenazas. Adicional a ello, se deben deshabilitar las versiones anteriores de TLS 1.2.

Hay varios parámetros obsoletos que deben ser evitados (Ristic, 2017):

- Los conjuntos Diffie-Hellman Anónimos (ADH) no proporcionan autenticación.
- Los conjuntos de cifrado NULL no proporcionan cifrado.
- Evitar el modo de cifrado TLS que usa cifrado RSA (TLS_RSA).
- Exportar conjuntos de cifrado es inseguro cuando se negocian en una conexión.
- Suites débiles (típicamente de 40 y 56 bits) usan cifrado que puede romperse fácilmente.
- RC4 es inseguro.
- 3DES es lento y débil.
- Evitar el uso de OpenSSL en versiones desactualizados.

Desactivar los suites de cifrado que aplican modo CBC en los certificados de seguridad de los servidores, empresas como IBM han encontrado ciertas vulnerabilidades (Merget et al., 2019).

Para la mayoría de los sitios web, la seguridad proporcionada por las claves RSA de 2048 bits es suficiente. En 2048 bits, estas claves proporcionan alrededor de 112 bits de seguridad (Centro Criptográfico Nacional, 2023). Si se desea más seguridad, hay que considerar que las claves RSA no se adaptan muy bien. Para obtener 128 bits de seguridad, es necesario claves RSA 3072 bits, provocando un proceso de cifrado de información más lento.

ECDSA proporcionan una alternativa que ofrece una mayor seguridad y un mejor rendimiento. Las claves ECDSA, en 256 bits, proveen 128 bits de seguridad (Centro Criptográfico Nacional, 2023). Un pequeño número de clientes más antiguos no son

compatibles con ECDSA, a diferencia de los clientes modernos. Es posible conseguir lo mejor de ambos mundos y desplegar claves simultáneamente RSA y ECDSA, obviando la sobrecarga de administración de tal configuración.

Otro aspecto fundamental es confiar principalmente en las suites AEAD (en TLS 1.2 son los que usan los algoritmos AES-GCM y ChaCha20-Poly1305), las cuales proporcionan una autenticación fuerte, un intercambio de claves, un secreto avanzado y un cifrado de al menos 128 bits (Centro Criptográfico Nacional, 2023).

Estas especificaciones de cifrado admiten el intercambio de claves de curva elíptica efímera, el cifrado en modo AES-GCM y los algoritmos de integridad de mensajes basados en SHA-256 y SHA-384 (IBM, 2021).

Con base a estas recomendaciones, IETF exhorta a aplicar el uso de los siguientes conjuntos de cifrados del protocolo TLS 1.2 en los servidores como primera opción, (Tabla 3).

Tabla 3

Conjunto de Cifrados TLS 1.2 (Recomendación) (Sheffer et al., 2022)

Recomendación - Conjunto de Cifrados TLS 1.2	
Descripción	Valor
TLS_ECDHE_ECDSA_WITH_AES_128_GCM_SHA256	={}0xC0,0x2B;
TLS_ECDHE_ECDSA_WITH_AES_256_GCM_SHA384	={}0xC0,0x2C;
TLS_ECDHE_RSA_WITH_AES_128_GCM_SHA256	={}0xC0,0x2F;
TLS_ECDHE_RSA_WITH_AES_256_GCM_SHA384	={}0xC0,0x30;

Otra recomendación importante para los servidores que utilizan TLS para proteger el tráfico HTTP (es decir, HTTPS) es incluir el uso HSTS (HTTP Strict Transport Security), como se especifica en RFC 6797 (Hodges et al., 2012). Se debe aplicar esta especificación para mitigar muchas vulnerabilidades, de esta forma, se mejora notablemente la seguridad.

Con HSTS habilitado, los navegadores ya no permiten hacer clic en los errores de advertencia del certificado, que normalmente son triviales de explotar. Además, ya no enviarán solicitudes inseguras (texto sin formato), incluso si se les solicita.

HSTS define un mecanismo que permite a los sitios electrónicos declarar accesibles solo a través de conexiones seguras, impide que un atacante convierta una conexión HTTPS en HTTP. El mecanismo instruye al UA (user agent) finalizar la conexión con el servidor de destino, si ocurre algún error mientras intenta establecer comunicación mediante el protocolo (TLS) (Hodges et al., 2012).

La política HSTS define una nueva cabecera HTTP llamada 'Strict-Transport-Security' que puede ser enviada por un servidor web a sus clientes, con el fin de especificar una política con respecto a cómo el navegador va a manejar las conexiones futuras. Además, el host de un recurso web puede declarar que su política se aplica a todo el subárbol de nombres de dominio enraizado en su nombre de host. Esto permite que (HSTS) proteja las llamadas "cookies de dominio", que se aplican a todos los subdominios del nombre de host de un recurso web determinado.

Materiales y Métodos

La investigación adoptó un enfoque cuantitativo y descriptivo, ya que se analizó métricas de seguridad de los certificados digitales en los dominios de las 18 entidades financieras que ofrecen servicios de banca electrónica personas, mediante la herramienta SSL Server Test, obteniendo datos esenciales y categóricos. Se aplicó el enfoque evaluativo, dado que los resultados fueron interpretados para determinar el nivel de seguridad de los sitios electrónicos.

Se evaluó un total de 15 bancos del sector privado y 3 del sector público. La selección de estas entidades se basó en su relevancia y representatividad en el mercado financiero actual.

SSL Server Test

Es una herramienta de test en línea desarrollada por Qualys SSL Labs (Qualys, 2015), un esfuerzo de investigación no comercial, su creador y director es Ivan Ristic. Este instrumento expone la funcionalidad completa del servidor sobre el uso del protocolo SSL/TLS de forma inmediata, permitiendo la evaluación de la configuración del servidor a los administradores de los sitios web, de esta forma se pueden tomar los correctivos necesarios para mejorar la seguridad en la capa de transporte. Incluye un simulador de handshake, el cual realiza simulaciones entre los suites de cifrados soportados, de acuerdo a los protocolos permitidos por la configuración del lado del servidor, corroborando la compatibilidad de los diferentes navegadores con sus respectivas versiones del lado del cliente.

La elección de SSL Server Test se basó en la amplia aceptación de la comunidad de seguridad informática, su capacidad para realizar evaluaciones exhaustivas y detalladas, y su continua actualización de mejores prácticas. Los informes generados por SSL Labs proporcionaron una visión completa de la configuración SSL/TLS de cada sitio, permitiendo identificar fortalezas y debilidades.

Procesamiento de Datos

Los datos recolectados mediante la herramienta SSL Server Test fueron registrados en una hoja de cálculo y procesados utilizando tablas dinámicas, las cuales posibilitaron agrupar y filtrar la información de manera flexible, identificar patrones y tendencias en la configuración de los certificados digitales. Los datos útiles organizados permitieron modelar los resultados de manera gráfica.

Resultados y Discusión

En este trabajo se obtuvieron resultados importantes sobre la aplicación de los certificados digitales en los sitios web de banca electrónica (personas) del país, ello fue posible gracias al uso de la herramienta en línea SSL Server Test.

Para efecto de esta investigación, los bancos ecuatorianos objeto de este estudio se los clasificó de acuerdo a su calificación de riesgo de instituciones financieras, obtenidas en el sitio web de la Superintendencia de Bancos, con corte de septiembre del año 2022 (Superintendencia de Bancos, 2023). Siendo la mejor ponderación “AAA” y la menor “E”.

SSL Server Test de SSL Labs también posee valoraciones de calificación, donde “A+” es la mayor y “F” es la menor para este caso de estudio.

Tabla 4

Calificación SSL Labs obtenida en el estudio realizado a los servicios de banca online

Clasificación de Riesgo Financiero	Calificación SSL Labs					Total
	F	C	B	A	A+	
-A		1			1	2
AA				1		1
AA+			1		3	4
AAA-	1		1	4	3	9
AAA				1	1	2
Total	1	1	2	6	8	18

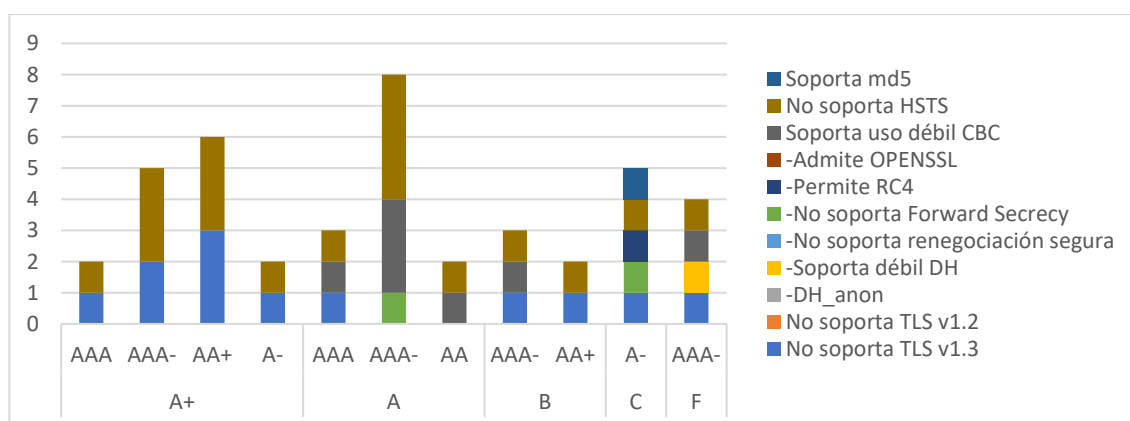
La Tabla 4 muestra las calificaciones obtenidas por los bancos públicos y privadas del sistema financiero del Ecuador, en pocos casos se denotó cierta debilidad en la configuración de los conjuntos de cifrados de sus respectivas plataformas electrónicas.

El 80 % de las bancas virtuales en línea analizadas propiciaron una buena aplicación del uso del certificado de seguridad. Existieron dos entidades bancarias con la mejor calificación de riesgo financiero “AAA”, una de ellas obtuvo calificación “A+” en el test de SSL Labs, como se manifestó anteriormente. Eso significa que posee una buena parametrización en la aplicación del conjunto de cifrados del protocolo TLS del lado del servidor y el restante se adjudicó “A”. Tres entidades crediticias pertenecientes al grupo de riesgo financiero “AAA-” obtuvieron la mejor calificación SSL Labs “A+”, determinando seguridad en su proceso de comunicación cliente/servidor a través de la capa de transporte.

El 20% del total de las plataformas bancarias virtuales que se analizaron obtuvieron un grado considerable de vulnerabilidad, esto se debe a la permisibilidad del uso de protocolos TLS/SSL considerados obsoletos, el intercambio de llaves, algoritmos y modos de encriptación débiles.

Figura 6

Debilidades en la aplicación de suite de cifrados de las diferentes bancas en línea



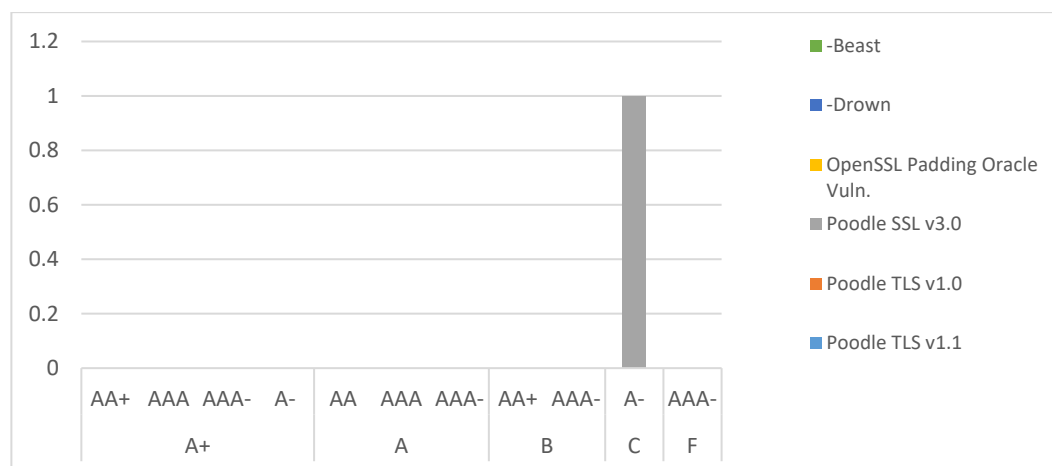
La Figura 6 muestra las debilidades que presentaron las entidades financieras en la aplicación de suites de cifrados en las respectivas configuraciones de los servidores. En algunos casos no soportaron el protocolo TLS en sus versiones 1.3 (actual) y 1.2 (versión aún. segura), muchos no aplican la política de HSTS, varios no soportan Forward Secrecy, otros usan conjuntos de cifrados con el modo CBC, Renegociación Segura, otras debilidades

importantes, varias entidades permitieron el uso de OpenSSL, Diffie Helman y DH_anon, además soportaron el cifrado RC4.

La Figura 7 devela los ataques a los que fueron susceptibles ciertas entidades financieras ecuatorianas, que aplican débiles configuraciones en las suites de cifrados del lado del servidor. Ello es mucho más permisible cuando se utilizan sistemas operativos o navegadores web obsoletos, los que se muestran vulnerables ante cualquier amenaza de ataque, orquestado por algún ciberdelincuente u organización delictiva.

Figura 7

Ataque a los que están expuestos las plataformas financieras virtuales ecuatorianas



Algo interesante es que no necesariamente la calificación financiera del banco tiende a estar relacionada con la calificación de la evaluación SSL/TLS. Es así que, de las entidades con calificación AAA-, la segunda mejor del grupo analizado, se encontraron casos con la mejor y la peor evaluación de seguridad.

Conclusiones

Se concluye que el 80% de las entidades financieras objetos de esta investigación se muestran seguras en sus respectivas plataformas de banca electrónica personas, gracias a las configuraciones de fuertes conjuntos de cifrados del lado del servidor.

De acuerdo a la información obtenida en esta investigación, se determinó que existe cierta debilidad en la aplicabilidad de los certificados digitales del lado del servidor en varias de las entidades financieras del Ecuador. El 20% de las plataformas de banca virtual (personas), posee vulnerabilidades, es decir, que son propensos a sufrir ataques cibernéticos, a causa de las configuraciones débiles existentes en las suites de cifrados implementados.

El análisis de los datos obtenidos afirma que existen un grupo minúsculo de personas en el Ecuador que hacen uso de sistemas operativos y navegadores obsoletos, a ello, se suma que ciertas entidades financieras permiten el acceso a las plataformas de banca personas con estas herramientas desactualizadas por la aplicación de suites de cifrados débiles, lo cual, se convierte en una amenaza por parte de los ciberdelincuentes.

En el contexto de los servicios de banca electrónica, la seguridad en la capa de transporte es un pilar fundamental para proteger la confidencialidad, integridad y disponibilidad de las transacciones financieras. Por ello, es necesario la implementación de

protocolos criptográficos robustos, mecanismos de autenticación multifactor y sistemas de detección de intrusos. La combinación de estos mecanismos de seguridad informática es esencial para mitigar las amenazas cibernéticas y garantizar la confianza de los clientes. Además, es crucial realizar evaluaciones de vulnerabilidad periódicas y mantener los sistemas actualizados para responder de manera proactiva a la evolución del panorama de amenazas en la red informática más insegura conocida como internet.

Sería importante complementar este estudio con un trabajo futuro, para analizar la seguridad en el proceso de autenticación, en las aplicaciones en los canales electrónicos de banca personas de las entidades financieras del país. Otra investigación podría ir enfocada a las políticas de seguridad que aplican estas entidades.

Reconocimientos

Los autores declaran la contribución y participación equitativa de roles de autoría para esta publicación.

Referencias

- Advisory, S. (2014). This POODLE Bites : Exploiting The. *Google Security Blog*. <https://security.googleblog.com/2014/10/this-poodle-bites-exploiting-ssl-30.html>
- Aviram, N., Schinzel, S., Somorovsky, J., Heninger, N., Dankel, M., Steube, J., Valenta, L., Adrian, D., Halderman, J. A., Dukhovni, V., Käsper, E., Cohney, S., Engels, S., Paar, C., & Shavitt, Y. (2016). Drown: Breaking TLS using SSLv2. *Proceedings of the 25th USENIX Security Symposium*, 689–706. <https://drownattack.com/drown-attack-paper.pdf>
- Bleichenbacher, D. (1998). A Chosen Ciphertext Attack against Protocols based on the RSA Encryption Standard PKCS \textsf{symbol351}. *Proc. of Crypto '98*, 1462, 1–12.
- Blog de Internet Security Auditors: Seguridad SSL/TLS: LUCKY 13*. (n.d.). Retrieved January 7, 2024, from <https://blog.isecauditors.com/2020/04/seguridad-ssl-tls-lucky13.html>
- Böck, H., Somorovsky, J., & Young, C. (2017). Return Of Bleichenbacher's Oracle Threat (ROBOT). *Cryptology EPrint Archive*.
- Centro Criptográfico Nacional. (2023). *Guía de Seguridad de las TIC CCN-STIC 221 Guía de Mecanismos Criptográficos autorizados por el CCN*. <https://www.ccn-cert.cni.es/es/guias-de-acceso-publico-ccn-stic/6954-ccn-stic-221-guia-de-mecanismos-criptograficos-autorizados-por-el-ccn-1/file.html>
- Centro Criptológico Nacional. (2017). *Guía de Seguridad de las TIC CCN-STIC 811. Interconexión en el ENS*. <https://www.ccn-cert.cni.es/es/series-ccn-stic/800-guia-esquema-nacional-de-seguridad/521-ccn-stic-811-interconexion-en-el-ens/file?format=html>
- Cisco. (2017). *SSL Introduction with Sample Transaction and Packet Exchange - Cisco*. 1–8. <https://www.cisco.com/c/en/us/support/docs/security-vpn/secure-socket-layer-ssl/116181-technote-product-00.html#anc6>
- CVE - MITRE. (2014). *CVE Record | CVE*. CVE - MITRE. <https://cve.mitre.org/cgi-bin/cvename.cgi?name=CVE-2019-6593>
- Dell, K. M., & Farrell, E. S. (2021). RFC 8996 Deprecating TLS 1.0 and TLS 1.1. *Internet Engineering Task Force*, 3329, 8422. <https://www.rfc-editor.org/info/rfc8996>
- Dierks, T., & Allen, C. (1999). *The TLS Protocol Version 1.0* (Issue 2246). <https://www.ietf.org/rfc/rfc2246.txt>
- Dierks T. and Rescorla E. (n.d.). *The Transport Layer Security (TLS) Protocol Version 1.2 [RFC 5246]*. Retrieved May 10, 2022, from <https://www.rfc-editor.org/rfc/pdf/rfc5246.txt.pdf>
- Factoring, F., & Export, R. S. A. (1990). *Vulnerabilidad Freak de SSL*. <https://www.ecucert.gob.ec/wp-content/uploads/2021/07/Ficha-Tecnica-Freak-SSL.pdf>

- Hodges, J., Jackson, C., & Barth, A. (2012). HTTP Strict Transport Security (HSTS). In *IETF - Internet Engineering Task Force*. <https://doi.org/10.17487/rfc6797>
- IBM. (2021). *Cipher suite considerations when upgrading to TLS V1.2 - IBM Documentation*. <https://www.ibm.com/docs/en/zos/2.4.0?topic=protocols-cipher-suite-considerations-when-upgrading-tls-v12>
- Merget, R., Somorovsky, J., Aviram, N., Young, C., Fliegenschmidt, J., Schwenk, J., & Shavitt, Y. (2019). Scalable Scanning and Automatic Classification of TLS Padding Oracle Vulnerabilities. *USENIX Security Symposium*.
- OpenSSL. (2016). *Memory corruption in the ASN.1 encoder (CVE-2016-2108)*. <https://www.openssl.org/news/secadv/20160503.txt>
- Qualys, I. (2015). *SSL Server Test*. Projects. <https://www.ssllabs.com/ssltest/>
- Rescorla, E. (2008). [ECC] TLS Elliptic Curve Cipher Suites with SHA-256/384 and AES Galois Counter Mode (GCM) [RFC 5289]. *RFC 5289*, 1–6. <https://datatracker.ietf.org/doc/html/rfc5289>
- Rescorla, E. (2018). *The Transport Layer Security (TLS) Protocol Version 1.3 [RFC 8446]*. <https://doi.org/https://doi.org/10.17487/rfc8446>
- Ristic, I. (2017). SSL and TLS Deployment Best Practices. Wiki, 4(December), 1–14. <https://github.com/ssllabs/research/wiki/SSL-and-TLS-Deployment-Best-Practices>
- Ristić, I. (2014). *Bulletproof SSL and TLS: Understanding and Deploying SSL/TLS and PKI to Secure Servers and Web Applications* (Feisty Duck Limited (Ed.); Vol. 2015, Issue build 592). <https://www.feistyduck.com/books/bulletproof-tls-and-pki/bulletproof-tls-and-pki-2ed-sample.pdf>
- Rizzo, J., & Duong, T. (2011). *The Beauty (RC4) and The BEAST (TLS) – HACKMAGEDDON*. Hakmagenon. <https://www.hackmageddon.com/2011/09/25/the-beauty-rc4-and-the-beast-tls/>
- Sannegowda, Y. (2019). *Zombie POODLE and GOLDENDOODLE Vulnerabilities* | Qualys Security Blog. <https://blog.qualys.com/product-tech/2019/04/22/zombie-poodle-and-goldendoodle-vulnerabilities>
- Sheffer, Y., Saint-Andre, P., & Fossati, T. (2022, November). *Recommendations for Secure Use of Transport Layer Security (TLS) and Datagram Transport Layer Security (DTLS)*. <https://doi.org/10.17487/RFC9325>
- SSL Pulse. (2019). *Qualys SSL Labs - SSL Pulse*. SSL Pulse. <https://www.ssllabs.com/ssl-pulse/>
- Statcounter. (2023). Desktop Windows Version Market Share Ecuador | Statcounter Global Stats. In *Statcounter Global Stats*. <https://gs.statcounter.com/windows-version-market-share/desktop/ecuador/#monthly-202209-202309-bar>
- SUPERINTENDENCIA DE BANCOS. (2023). *Calificación de Riesgo Instituciones Financieras*. Web Page. <https://www.superbancos.gob.ec/bancos/calificacion-de-riesgo-instituciones-financieras-2022/>
- The Internet Engineering Task Force (IETF). (n.d.). *Introduction to the IETF*. Retrieved January 5, 2024, from <https://www.ietf.org/about/introduction/>
- The Internet Engineering Task Force (IETF). (2004). *RFC 3749 - TLS Compression Methods*. <https://www.rfc-editor.org/rfc/pdf/rfc3749.txt.pdf>
- Vaudenay, S. (2002). Security flaws induced by cbc padding – Applications to SSL, IPSEC, WTLS. *Lecture Notes in Computer Science (Including Subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, 2332, 534–545. https://doi.org/https://doi.org/10.1007/3-540-46035-7_35
- Young, C. (2019a). *Introducing Zombie POODLE and GOLDENDOODLE*. Tripwire. <https://www.tripwire.com/state-of-security/zombie-poodle-goldendoodle>
- Young, C. (2019b). “TripWire Vert, What is GOLDENDOODLE Attack?” <https://www.tripwire.com/state-of-security/goldendoodle-attack>

**Reportes
Técnicos: 1er
Simposio de Auditoría y
Asesoría *Reflexiones desde
el Contexto Educativo
Ecuatoriano* / Technical
Reports: 1st Symposium on
Auditing and Consulting
*“Reflections from the
Ecuadorian Educational
Context”***



Plan de Mejoras Educativas en "San Francisco Javier" enfocado en Necesidades y Desafíos Actuales

Educational Improvement Plan at "San Francisco Javier" focused on Current Needs and Challenges

Raquel Mite-Rosales¹ <https://orcid.org/0009-0007-8931-1874>,
Washington Sánchez-Carcelén¹ <https://orcid.org/0009-0009-3796-742X>

¹Universidad de Especialidades Espíritu Santo, Samborondón, Ecuador
raquel.mite@uees.edu.ec,
washington.sanchez@uees.edu.ec



Esta obra está bajo una licencia internacional
Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0.

Enviado: 2024/08/28

Aceptado: 2024/12/26

Publicado: 2024/12/30

Resumen

La auditoría educativa desempeña un papel crucial en el desarrollo y la mejora de las instituciones educativas del país. Estas prácticas permiten evaluar y fortalecer los procesos pedagógicos, la gestión institucional y la calidad educativa en general. Sin embargo, en la actualidad existen diversos desafíos y necesidades específicas que requieren una evaluación exhaustiva y una mejora constante en la asesoría y auditoría educativa. Este trabajo tiene como propósito analizar y proponer estrategias para optimizar estas prácticas en las instituciones educativas, teniendo en cuenta las necesidades y desafíos actuales. Además, se abordan aspectos como la implementación de nuevas tecnologías, la capacitación continua del personal y la participación activa de la comunidad educativa. Al identificar áreas de mejora y diseñar intervenciones adecuadas, se busca garantizar una educación más efectiva y adaptada a las demandas del entorno moderno. Este enfoque integral permite una mayor transparencia, rendición de cuentas y, en última instancia, una mejora significativa en la calidad educativa.

Palabras clave: asesoría, auditoría, calidad educativa, mejora, educación.

Sumario: Introducción, Método y Materiales, Metodología, Resultados de la Auditoría, Discusión, Conclusiones.

Como citar: Mite-Rosales, R. & Sánchez-Carcelén, W. (2024). Plan de Mejoras Educativas en "San Francisco Javier" enfocado en Necesidades y Desafíos Actuales. *Revista Tecnológica - Espol*, 36(2), 191-205.
<https://rte.espol.edu.ec/index.php/tecnologica/article/view/1231>

Abstract

Educational auditing plays a crucial role in developing and improving educational institutions. These practices facilitate evaluating and enhancing pedagogical processes, institutional management, and overall educational quality. However, contemporary challenges and specific needs necessitate a thorough assessment and subsequent improvement of educational auditing and advisory practices. This work aims to analyze and propose strategies to optimize these practices within educational institutions, considering current needs and challenges. Additionally, this article addresses aspects such as implementing new technologies, continuous staff training, and active community participation. Identifying areas for improvement and designing appropriate interventions aims to ensure more effective education that meets modern demands. This comprehensive approach enhances transparency, accountability, and ultimately, the quality of education.

Keywords: Advisory, audit, education improvement, quality.

Introducción

En el presente proyecto se analizó la información sobre los Estándares de Calidad aplicados en la Unidad Educativa *San Francisco Javier*, los cuales son la base para diagnosticar el funcionamiento del proceso que se lleva a cabo en la institución. Estos estándares tienen como objetivo orientar, apoyar y monitorear las actividades desarrolladas en el ámbito de la gestión escolar, el desempeño profesional directivo y docente.

La calidad educativa en Ecuador ha sido objeto de preocupación en los últimos años, especialmente tras la pandemia de COVID-19, que agravó las brechas de acceso y calidad en la educación. Según datos del INEC (Instituto Nacional de Estadística y Censos), en 2022 la tasa de deserción escolar en nivel secundario alcanzó el 5,4%, afectando principalmente a estudiantes de áreas rurales y de bajos recursos. Además, estudios del Banco Mundial señalan que los estudiantes ecuatorianos han experimentado una pérdida significativa en el aprendizaje, equivalente a casi un año de escolaridad debido al cierre prolongado de escuelas.

El informe de PISA (Programa Internacional de Evaluación de Estudiantes) de 2018 posicionó a Ecuador por debajo del promedio de la OCDE en áreas clave como lectura, matemáticas y ciencias. Esto subraya la necesidad urgente de mejoras en la calidad educativa, no solo en el acceso, sino también en los resultados del aprendizaje.

Frente a estos desafíos, la auditoría educativa se vuelve crucial para garantizar que los recursos destinados a la educación se utilicen de manera eficiente y que las políticas implementadas mejoren efectivamente la calidad del sistema educativo. A través de la auditoría, es posible identificar fallas en la asignación de recursos, evaluar el impacto de programas educativos y hacer recomendaciones basadas en evidencia.

Los estándares están compuestos por las siguientes dimensiones: Gestión Administrativa, Gestión Pedagógica, Convivencia, Participación Escolar y Cooperación, y Seguridad Escolar. Cada dimensión está conformada por componentes específicos. Para la Gestión Administrativa, se aplicarán los siguientes componentes: C1. Organización Institucional, C2. Desarrollo Profesional, C3. Información y Comunicación, y C4. Infraestructura, Equipamiento y Servicios Complementarios. En la Dimensión de Gestión Pedagógica, se considerarán los componentes: C1. Enseñanza y Aprendizaje y C2. Consejería Estudiantil y Refuerzo Académico. En la dimensión de Convivencia, Participación Escolar y Cooperación, se aplicarán los componentes: C1. Convivencia Escolar y Participación Escolar

y C2. Alianzas Estratégicas de Cooperación para el Desarrollo. Finalmente, la Dimensión de Seguridad Escolar estará conformada por el componente C1. Gestión de Riesgos y Protección.

Los estándares evalúan los resultados esperados de cada actor involucrado en la institución. El indicador principal es el grado de cumplimiento o la calidad del estándar. Por último, los medios de verificación permiten evaluar o identificar el nivel de logro del estándar, que deriva directamente de la gestión de la institución educativa. (LOEI, 2023)

Los Estándares de Calidad tienen un sustento legal basado en el Acuerdo Ministerial 450-13, que aborda dos aspectos fundamentales: asesorar a la institución educativa en cuanto al desempeño en este proceso y auditar el desarrollo de cada uno de los componentes que conforman los estándares. Además, la aplicación de estos estándares está establecida en la Ley Orgánica de Educación Intercultural (LOEI), específicamente en su Artículo 14, que menciona los estándares de calidad educativa, indicadores de calidad educativa e indicadores de calidad de evaluación.

La educación desempeña un papel vital en la formación de individuos y sociedades. La calidad educativa es un factor clave para determinar el éxito en este ámbito. Las instituciones educativas son responsables de brindar una educación de alta calidad que dote a los estudiantes de los conocimientos, habilidades y competencias necesarios para su desarrollo personal y profesional.

El proceso de auditoría comienza con la recopilación y revisión exhaustiva de la documentación institucional, que incluye planes educativos, programas de estudio, registros académicos, políticas y procedimientos internos. Esta revisión permite identificar posibles desviaciones o brechas en relación con los estándares de calidad establecidos.

A continuación, se realiza una inspección física de las instalaciones educativas para verificar que cumplan con los requisitos de seguridad, infraestructura adecuada, recursos tecnológicos y materiales didácticos necesarios para el desarrollo de las actividades académicas.

Posteriormente, se lleva a cabo un análisis de los procesos pedagógicos implementados en la institución. Este análisis incluye la metodología de enseñanza, la evaluación del aprendizaje, la atención a la diversidad, la formación docente y la participación de la comunidad educativa. Esta evaluación permite determinar si los estándares de calidad educativa se están cumpliendo de manera efectiva.

Durante el proceso de auditoría, se realizaron entrevistas con el personal docente, administrativo, estudiantes y padres de familia. Esto permitió recopilar información adicional y evaluar la percepción de los distintos actores sobre la calidad educativa de la institución.

Una vez recopilada toda la información relevante, se elaboró un informe de auditoría que incluye hallazgos, recomendaciones y acciones correctivas necesarias para mejorar el cumplimiento de los estándares de calidad. Este informe fue presentado a la dirección de la institución educativa, la cual es responsable de implementar las acciones correctivas y dar seguimiento a su ejecución.

En conclusión, el proceso de auditoría de los estándares de calidad en la Unidad Educativa San Francisco Javier resulta fundamental para garantizar que la institución cumpla con los requisitos establecidos y brinde una educación de calidad. La implementación de las

acciones correctivas derivadas de la auditoría asegura la mejora continua y el crecimiento constante en la búsqueda de la excelencia educativa.

Objetivos

Objetivo general

Desarrollar estrategias concretas, mediante la propuesta del plan de mejora dirigido al personal directivo y docente con el fin de elevar la calidad educativa.

Objetivos específicos

- Diseñar estrategias específicas que aborden las áreas de mejora identificadas.
- Desarrollar un plan de mejora detallado que incluya las estrategias propuestas.
- Presentar el plan de mejora al personal directivo y docente, asegurando su comprensión y compromiso.

Método y Materiales

El método descrito en el trabajo de auditoría educativa en la Unidad Educativa "San Francisco Javier" se basa en una serie de pasos sistemáticos para evaluar el cumplimiento de los Estándares de Calidad, tales como:

Revisión Documental

Objetivo: Evaluar la documentación institucional para identificar el cumplimiento con los estándares de calidad.

Materiales: Planes educativos, programas de estudio, registros académicos, políticas y procedimientos internos.

Inspección Física

Objetivo: Verificar las condiciones físicas de las instalaciones educativas para asegurar que cumplan con los requisitos de seguridad e infraestructura.

Materiales: Listas de verificación para seguridad, infraestructura, recursos tecnológicos y materiales didácticos.

Análisis de Procesos Pedagógicos

Objetivo: Evaluar la calidad de los procesos pedagógicos implementados en la institución, incluyendo metodología de enseñanza y evaluación del aprendizaje.

Materiales: Planes de lecciones, métodos de evaluación, registros de formación docente.

Entrevistas

Objetivo: Recoger opiniones y percepciones del personal docente, administrativo, estudiantes y padres de familia sobre la calidad educativa.

Materiales: Guías de entrevistas y cuestionarios.

Elaboración de Informe

Objetivo: Documentar hallazgos, recomendaciones y acciones correctivas necesarias para mejorar el cumplimiento de los estándares.

Materiales: Plantillas de informes y herramientas de análisis de datos.

Evaluación y Monitoreo

Objetivo: Implementar y hacer seguimiento de las acciones correctivas recomendadas para asegurar la mejora continua.

Materiales: Planes de acción, informes de seguimiento.

Se utilizó una combinación de investigación documental, inspección directa, análisis crítico, y retroalimentación de diversos actores educativos para proporcionar una evaluación integral del cumplimiento de los estándares de calidad en la institución.

Metodología

La auditoría educativa se ha consolidado como una herramienta útil en la gestión de instituciones educativas. Diversos autores han desarrollado metodologías de auditoría educativa, ofreciendo enfoques y aportes significativos. El Estado ecuatoriano define la supervisión de las instituciones educativas en el artículo 344 de la Constitución de la República:

El Estado ejercerá la rectoría del sistema a través de la autoridad educativa nacional, que formulará la política nacional de educación; asimismo, regulará y controlará las actividades relacionadas con la educación, así como el funcionamiento de las entidades del sistema (Constitución de la República del Ecuador, 2008, art. 344).

Ecuador implementa un sistema de supervisión destinado a promover la calidad educativa en sus escuelas, de donde surge el término "auditoría" aplicado al contexto educativo. En su sentido general, auditoría se define como "la revisión sistemática de una actividad o situación para evaluar el cumplimiento de las reglas o criterios objetivos que estas deben respetar" (Castillo Prieto, 2016).

Por su parte, Byrne (2019) define la auditoría, según las normas ISO 19011, como un "proceso sistemático, independiente y documentado para obtener evidencias de auditoría y evaluarlas de manera objetiva con el fin de determinar el grado de cumplimiento de los criterios de auditoría" (Normas ISO 19011, 2018). Estas normas de calidad también son aplicables a instituciones educativas que deben cumplir con requisitos legales, normas y procedimientos establecidos por un evaluador conocido como auditor.

La auditoría educativa, más que la asesoría educativa, se basa en la existencia de estándares de calidad educativa (gestión escolar, desempeño profesional de directivos y docentes, aprendizajes e infraestructura). Estos estándares, elaborados por el Ministerio de Educación, deben ser conocidos y compartidos por el equipo de auditoría, los directivos, el personal administrativo, los docentes, los estudiantes y sus familias (LOEI, 2023, art. 108).

El auditor, en su rol de evaluador, observa el desempeño del personal institucional. Esta observación se realiza con base en parámetros y rúbricas de evaluación que miden el cumplimiento de estándares de calidad. La correcta planificación y el seguimiento eficiente de estos parámetros son fundamentales para emitir informes con recomendaciones claras que permitan a los docentes mejorar su desempeño. Por otro lado, una mala práctica en estas visitas podría generar consecuencias negativas que afecten directamente a los estudiantes, quienes son el foco principal del sistema educativo.

Moreno (2019), en su libro *Auditoría educativa*, destaca la importancia de este proceso para evaluar el cumplimiento de los objetivos institucionales y mejorar la calidad educativa.

Asimismo, Cázares y Cruz (2017), en *Auditoría educativa: una propuesta metodológica para el mejoramiento de la gestión escolar*, presentan una metodología específica para la auditoría en instituciones escolares, considerándola una herramienta clave para mejorar la gestión educativa y evaluar la eficacia de los procesos pedagógicos.

En cuanto a la normativa, la Ley General de Educación establece lineamientos generales para la educación en el país, mientras que la Ley Orgánica de Educación Intercultural (LOEI) menciona explícitamente la auditoría educativa como un proceso fundamental para asegurar la calidad en los servicios educativos. En este contexto, se implementan planes de mejora basados en resultados concretos y objetivos.

La metodología utilizada en este estudio incluyó el trabajo de campo, centrado en la recolección de datos en entornos reales. Según Guerra y García (2019), esta metodología permite obtener información detallada sobre problemas específicos en contextos auténticos. Asimismo, se utilizaron enfoques descriptivos, analíticos y experimentales para abordar distintas dimensiones de la calidad educativa.

- El trabajo de campo se centra en la recolección de datos directamente en el entorno en el que ocurren los fenómenos estudiados. Este enfoque permite obtener información precisa sobre problemas específicos.
- El trabajo descriptivo tiene como objetivo describir características o fenómenos particulares sin buscar relaciones causales. Tapia Iturriaga (2016) destaca que este enfoque recopila información detallada sobre variables en un contexto específico.
- El trabajo analítico busca comprender las relaciones entre variables mediante análisis crítico y sistemático. Guerra y García (2019) destacan la utilidad de este método para identificar patrones y causas subyacentes.
- El trabajo experimental, por su parte, manipula variables para observar efectos y probar hipótesis. Ronald Fisher es reconocido por establecer los fundamentos de este enfoque.

Finalmente, la auditoría educativa debe servir como un instrumento para garantizar la calidad en los centros educativos. El informe final de auditoría no debe considerarse solo como un documento archivado; es esencial analizar los hallazgos, implementar recomendaciones y diseñar planes de mejora con la participación activa de todos los actores educativos.

Resultados de la Auditoría

Estos puntajes reflejan la evaluación de cada dimensión, así como el total de los resultados obtenidos en los estándares. La dimensión "Gestión Escolar" no alcanzó puntajes destacados. Por su parte, la dimensión "Directivos" presentó algunos puntajes destacados (1.5), mientras que la dimensión "Docentes" tampoco logró obtener puntajes destacados (1.5).

En términos generales, la evaluación evidencia que existen áreas en las que se están alcanzando resultados satisfactorios, mientras que otras aún requieren mejoras. Los puntajes destacados señalan aspectos positivos dentro de dimensiones específicas. Estos resultados proporcionan una visión integral del desempeño actual de la institución educativa en cada dimensión evaluada y sirven como base para identificar oportunidades de mejora, así como para diseñar e implementar acciones correctivas.

Tabla 1*Análisis de la fiabilidad*

Dimensiones	NO CUMPLE (0)	EN PROCESO (0,5)	SATISFACTORIO (1)	DESTACADO (1.5)
Gestión Escolar	2	6	10	0
Directivos	2	7	10	2
Docentes	3	7	6	0
Total	7	20	26	2

Fuente: Elaboración propia

Tabla 2*Análisis Porcentual por puntaje*

Dimensiones	NO CUMPLE (0%)	EN PROCESO (0,5%)	SATISFACTORIO (1%)	DESTACADO (1.5%)
Gestión Escolar	11%	33%	56%	0%
Directivos	10%	33%	47%	10%
Docentes	19%	43%	38%	0%
Total	13%	36%	47%	4%

Fuente: Elaboración propia

Estos porcentajes representan la distribución de los puntajes obtenidos en cada ítem de la tabla en relación con el total de evaluaciones realizadas.

Gestión Escolar

El 11% de las evaluaciones indica que no se cumplen los estándares de calidad en esta dimensión. El 33% muestra que la gestión escolar está en proceso de mejora para alcanzar dichos estándares, mientras que el 56% refleja que la gestión escolar se encuentra en un nivel satisfactorio en relación con los estándares establecidos. No se registraron evaluaciones que indiquen un desempeño destacado en esta dimensión.

Directivos

El 10% de los resultados revela que los directivos no cumplen con los estándares de calidad. El 33% indica que los directivos están en proceso de mejora y el 47% refleja un desempeño satisfactorio. Finalmente, el 10% de las evaluaciones destaca que los directivos han logrado un desempeño sobresaliente respecto a los estándares de calidad.

Docentes

El 19% de los resultados señala que los docentes no cumplen con los estándares de calidad establecidos. El 43% de las evaluaciones refleja que los docentes están en proceso de mejora, y el 38% indica un desempeño satisfactorio. No se registraron evaluaciones que reflejen un desempeño destacado en esta dimensión.

Estos resultados proporcionan una visión general del cumplimiento de los estándares de calidad en cada dimensión evaluada y en la institución en su conjunto. Se identifican áreas

que requieren atención, como la gestión escolar, donde persiste un porcentaje significativo que no alcanza los estándares establecidos.

Por otro lado, la dimensión de Directivos presenta un porcentaje más alto de resultados satisfactorios y destacados, lo que indica un desempeño superior en comparación con las otras dimensiones. En cuanto a los docentes, aunque una gran parte está en proceso de mejora, todavía existe un porcentaje considerable que no cumple con los estándares. Este análisis puede servir como base para enfocar los esfuerzos en áreas específicas y desarrollar acciones correctivas que permitan elevar la calidad educativa en la institución.

Discusión

El análisis de los resultados revela diversas tendencias y áreas de interés relacionadas con el cumplimiento de los estándares de calidad en la institución educativa. A continuación, se presenta un análisis detallado basado en los porcentajes obtenidos:

Gestión Escolar

El 11% de los indicadores que muestran un incumplimiento sugiere la existencia de deficiencias en la gestión escolar. Es fundamental identificar las áreas específicas que fallan y tomar medidas correctivas oportunas. Por otro lado, el 56% de los indicadores refleja que la gestión escolar cumple satisfactoriamente con los estándares de calidad, lo que sugiere una base sólida en la gestión de recursos y procesos institucionales.

Directivos

El 10% de los indicadores que no cumplen con los estándares destaca la necesidad de analizar más a fondo las prácticas de gestión de los directivos y corregir las deficiencias identificadas.

El 47% de los indicadores que alcanzan un desempeño satisfactorio indica un manejo adecuado en la mayoría de los aspectos relacionados con los directivos, aunque aún existe espacio para mejoras y la búsqueda de un desempeño destacado.

Docentes

El 19% de los resultados refleja áreas problemáticas en el desempeño docente, lo que hace necesario identificar las causas y brindar apoyo a través de programas de formación profesional.

Por otro lado, el 38% de los indicadores satisfactorios muestra que, aunque se cumple en gran medida con los estándares, todavía es necesario reforzar el proceso de mejora continua para alcanzar niveles de excelencia.

Análisis general

Los resultados evidencian un panorama mixto en la institución educativa, con áreas de fortaleza y otras que requieren atención prioritaria.

Smith (2010) señala que los sistemas educativos exitosos no solo identifican las áreas problemáticas, sino que desarrollan estrategias concretas para abordarlas.

Por su parte, Johnson (2015) y Brown (2018) enfatizan la necesidad de implementar acciones enfocadas en tres aspectos clave:

1. Diagnóstico específico: Realizar un análisis exhaustivo que permita identificar las causas subyacentes de los indicadores insatisfactorios, mediante entrevistas, observaciones y revisión de procesos administrativos.
2. Capacitación continua: Invertir en el desarrollo profesional de docentes y directivos con programas formativos adaptados a las necesidades identificadas, priorizando la innovación pedagógica, el liderazgo y el uso de tecnologías educativas.
3. Cultura institucional de mejora: Fomentar un entorno organizacional que valore la mejora continua, la colaboración y la autoevaluación, estableciendo metas claras y promoviendo comunidades de aprendizaje.

En conclusión, el análisis refleja avances importantes en algunas áreas, pero también evidencia la necesidad de específicas para garantizar un mayor cumplimiento de los estándares de calidad.

Las recomendaciones de Johnson (2015) y Brown (2018) proporcionan una guía clara para mejorar la gestión, el liderazgo y la docencia, con el fin de elevar el nivel de calidad educativa en la institución.

Conclusiones

El presente estudio permitió evidenciar el nivel de cumplimiento de los estándares de calidad en las diferentes dimensiones evaluadas en la institución educativa. Los hallazgos más relevantes son:

1. Gestión Escolar: El 56% de los indicadores se encuentra en un nivel satisfactorio, lo que refleja un cumplimiento aceptable con los estándares. No obstante, el 11% de los resultados indica un incumplimiento que requiere medidas de mejora.
2. Directivos: El 47% de los resultados es satisfactorio, mientras que el 10% destaca por su desempeño sobresaliente. Sin embargo, el 10% que no cumple con los estándares debe ser atendido mediante estrategias de fortalecimiento.
3. Docentes: Aunque el 38% de los resultados es satisfactorio, el 19% indica áreas críticas que necesitan ser reforzadas con apoyo y capacitación profesional.

En general, los resultados muestran tanto fortalezas como áreas de mejora dentro de la institución educativa.

Estos porcentajes sirven como base para priorizar acciones correctivas y establecer un seguimiento continuo de los indicadores, lo cual permitirá elevar la calidad educativa y garantizar un mayor cumplimiento de los estándares establecidos.

Recomendaciones

Como grupo auditor presentamos las siguientes recomendaciones:

Gestión Escolar

Capacitación en gestión educativa: Implementar programas de formación para los equipos de gestión escolar, centrándose en áreas como la planificación estratégica, la toma de decisiones basadas en datos y la administración eficiente de los recursos

Directivos

Reconocimiento de buenas prácticas: El 10% de los indicadores destacados revela que ciertos directivos están logrando resultados sobresalientes. Es recomendable compartir estas

buenas prácticas dentro de la institución a través de mentorías, talleres o mesas de trabajo entre directivos para extender las mejoras a otras áreas.

Docentes

Sistema de acompañamiento y supervisión: Establecer un sistema de acompañamiento en el aula, en el cual docentes más experimentados o coordinadores pedagógicos puedan observar, asesorar y ofrecer sugerencias en tiempo real para optimizar la práctica docente.

Otras estrategias que se podrían considerar para obtener la calidad educativa deseada podrían ser:

Monitoreo y seguimiento de los indicadores

Revisión periódica: Realizar revisiones sistemáticas de los indicadores de calidad en todas las áreas con el fin de detectar desviaciones y establecer acciones correctivas de manera oportuna. El monitoreo constante permitirá medir los avances y ajustar las estrategias de mejora según sea necesario.

Uso de herramientas tecnológicas: Incorporar plataformas digitales de evaluación y seguimiento para medir el desempeño tanto de la gestión escolar como del cuerpo docente de manera eficiente. Esto incluye sistemas en línea que facilitan la retroalimentación inmediata y permiten la toma de decisiones informadas.

Cultura de mejora continua

Fomento de la autoevaluación: Incentivar a directivos y docentes a realizar autoevaluaciones periódicas con el objetivo de identificar áreas de mejora. Esto promoverá un ambiente de responsabilidad compartida y proactividad hacia la mejora continua.

Espacios de reflexión y mejora: Establecer espacios regulares de diálogo y reflexión dentro de la institución, donde directivos, docentes y personal administrativo puedan compartir ideas, identificar desafíos y proponer soluciones para las áreas que se encuentran por debajo de los estándares.

Comunicación y participación

Involucrar a la comunidad educativa: Fomentar la participación activa de toda la comunidad educativa (padres, estudiantes y personal) en la toma de decisiones y en la implementación de estrategias de mejora. Esto fortalecerá el sentido de corresponsabilidad y compromiso con el cumplimiento de los estándares de calidad.

Transparencia en los resultados: Compartir los resultados obtenidos con toda la comunidad educativa, explicando los planos de mejora, las acciones y los mecanismos de seguimiento. Esto favorecerá la confianza, la colaboración y el trabajo en equipo.

Estas recomendaciones están orientadas a abordar las áreas de bajo rendimiento y, al mismo tiempo, fortalecer aquellas dimensiones que ya han alcanzado un nivel satisfactorio o destacado. La clave para el éxito será una *implementación consistente* y un *seguimiento constante* de los indicadores, fomentando siempre una *cultura de mejora continua* dentro de la institución educativa.

Tabla 3

Cronograma de actividades para la Asesoría y Auditoría Educativa

ACTIVIDAD	TIEMPO DE DURACIÓN																												
	AGOSTO																			SEPTIEMBRE									
	M A	V I	L U	M A	M I	J U	V I	L U	M A	M I	J U	L U	M A	M I	J U	V I	L U	M I	J U	V I	L U	M A	M I	J U	V I	L U	M A	M I	JU
	01/08/2023	04/08/2023	07/08/2023	08/08/2023	09/08/2023	10/08/2023	11/08/2023	14/08/2023	15/08/2023	16/08/2023	17/08/2023	21/08/2023	22/08/2023	23/08/2023	24/08/2023	25/08/2023	28/08/2023	29/02/2023	31/02/2023	01/09/2023	04/09/2023	05/09/2023	06/09/2023	07/09/2023	08/09/2023	11/09/2023	12/09/2023	13/09/2023	13/09/2023 – EN CURSO
Desarrollar el manual de procedimientos académicos Funciones: orgánico-estructural, funcional y posicional																													
Desarrollar el manual de procedimientos operativos seguridad, emergencia, movilización de estudiantes, uso de espacios y recursos físicos, ausentismo docente, ingreso y salida de estudiantes																													
Verificar Procedimientos académicos y registro de calificaciones y de uso de recursos pedagógicos																													
Elaborar señaléticas de plan de evacuación.																													
Elaborar horario extracurricular.																													
Elaborar matriz de notas con nuevos lineamientos del ministerio de educación.																													
Conformar la Comisión de Autoevaluación.																													
Revisar y ajustar instrumentos de recolección de información																													
Reunión ampliada con la Comunidad Educativa para socialización del proceso educativos.																													
Recolección de Información Documental.																													
Consulta, tabulación y análisis de opiniones																													
Elaboración de Informe de Autoevaluación Preliminar																													
Desarrollar planes de mejora																													
Implementar el plan de mejora																													
Desarrollar e implementar planes de inducción a la capacitación docente, y el plan de comunicación.																													
Implementar mecanismos de acompañamiento y seguimiento al personal que labora en la institución.																													
Elaborar e implementar adaptaciones curriculares para estudiantes con necesidades educativas especiales.																													

ACTIVIDAD	TIEMPO DE DURACIÓN																												
	AGOSTO																		SEPTIEMBRE										
	M A	V I	L U	M A	M I	J U	V I	L U	M A	M I	J U	L U	M A	M I	J U	V I	L U	M I	J U	V I	L U	M A	M I	J U	V I	L U	M A	M I	JU
	01/08/2023	04/08/2023	07/08/2023	08/08/2023	09/08/2023	10/08/2023	11/08/2023	14/08/2023	15/08/2023	16/08/2023	17/08/2023	21/08/2023	22/08/2023	23/08/2023	24/08/2023	25/08/2023	28/08/2023	29/02/2023	31/02/2023	01/09/2023	04/09/2023	05/09/2023	06/09/2023	07/09/2023	08/09/2023	11/09/2023	12/09/2023	13/09/2023	13/09/2023 – EN CURSO
Implementar planes de acompañamiento para estudiantes con necesidades educativas especiales.																													
Implementar estrategias de evaluación.																													
Implementar plan de tutorías																													
Dirigir procesos de investigación, experimentación e innovación pedagógica.																													
Asesorar pedagógicamente a los docentes.																													
Implementar procesos de acompañamiento, seguimiento y evaluación a la práctica docente.																													

Tabla 4

Plan de Mejora

1. PROBLEMAS PRIORIZADOS (¿Qué queremos cambiar?)	2. META (¿Cuál es el propósito?)	3. ACCIONES Y RECURSOS (¿Cómo lo vamos a realizar?)	4. RESPONSABLE (¿Quién toma la iniciativa, decide y rinde cuentas?)	FECHA de inicio	5. ACTIVIDADES SEGUIMIENTO PERMANENTE (¿Avanzamos lo deseado? ¿Qué toca ajustar?)	6. RESULTADO (¿Qué cambio constatamos? ¿Estamos satisfechos?)	SEGUIMIENTO
No existe documento de procedimientos académicos y administrativos institucionales, verificando que estén actualizados y aprobados por el organismo competente	Desarrollar manuales de procedimientos de: a) Funciones: orgánico-estructural, funcional y posicional; b) Procedimientos operativos: seguridad, emergencia, movilización de estudiantes, uso de espacios y recursos físicos, ausentismo docente, ingreso y salida de estudiantes; c) Procedimientos académicos: registro de	Verificación de señaléticas según lo que indica el plan de riesgo para la evacuación segura ante una eventualidad de riesgo. Elaboración de un horario extracurricular. Elaborar una matriz de registro de notas con los nuevos lineamientos del ministerio de educación.	Rectora Docentes Estudiantes Comisiones Jefes de área	Julio 2023	- Actas de reunión de comisiones. - Revisión de informes de rendimiento académico. - Verificación de fotos de simulacros.	- Interés colectivo para mejorar la institución. - Trabajo individual y colectivo.	Manual de procedimientos operativos, manual de procedimientos académicos, plan de comunicación aprobados por la autoridad correspondiente y socializados al personal.

1. PROBLEMAS PRIORIZADOS (¿Qué queremos cambiar?)	2. META (¿Cuál es el propósito?)	3. ACCIONES Y RECURSOS (¿Cómo lo vamos a realizar?)	4. RESPONSABLE (¿Quién toma la iniciativa, decide y rinde cuentas)	FECHA de inicio	5. ACTIVIDADES SEGUIMIENTO PERMANENTE (¿Avanzamos lo deseado? ¿Qué toca ajustar?)	6. RESULTADO (¿Qué cambio constatamos? ¿Estamos satisfechos?)	SEGUIMIENTO
	calificaciones y de uso de recursos pedagógicos d) Jornada extracurricular. e) Procedimientos para socializar todo el proceso de la Unidad Educativa						
No se evidencia el desarrollo correcto de metodologías de autoevaluación institucional	Desarrollar la metodología de autoevaluación institucional.	Conformar la Comisión de Autoevaluación Revisar y ajustar los instrumentos de recolección de información Reunión ampliada con la Comunidad Educativa para la socialización del proceso.	Rectora Gobierno escolar Docentes. Comisiones	Julio 2023	• Actas de reunión del equipo gestor. • Comisión pedagógica • Encuestas realizadas a la comunidad educativa – evaluación docente, eventos institucionales. • Tabulación de resultados.	• Sensibilización de la comunidad educativa respecto a las problemáticas dominantes en un momento dado. • Promover la concienciación social en relación con determinadas problemáticas de la comunidad. • Disminución de ciertas prácticas o enfoques arraigados dentro de los hábitos de la comunidad educativa.	Manual de procedimientos académicos aprobados por la autoridad correspondiente y socializados al personal.
No existe un plan (manual) de inducción donde se indiquen todos los procesos que debe seguir al incorporarse personal nuevo	Desarrollar e implementar planes de inducción para los equipos administrativo, directivo y docentes.	Elaborar el Plan de Inducción a docentes, directivos docentes y administrativos	Rectora Coordinadores de áreas Docentes	Julio 2023	• Reunión del equipo gestor	• Los docentes, y directivos se mantiene informados de las políticas de la Institución	Plan de inducción aprobados por la autoridad correspondiente y socializados al personal.
No existe un plan de acompañamiento docente completo, sólo se evidenció la matriz de observación áulica.	Implementar mecanismos de acompañamiento, seguimiento a la práctica docente.	Elaborar un plan de acompañamiento y seguimiento pedagógico.	Rectora Coordinadores de áreas Docentes	Julio 2023	• Reunión del equipo gestor	• Los docentes realizan procesos adecuados a mejorar la calidad de educación de los estudiantes	Manual de procedimientos académicos (Plan de acompañamiento docente) aprobados por la autoridad correspondiente y socializados al personal.
Falta de implementación de adaptaciones curriculares para estudiantes con NEE, asociados o no a las discapacidades.	Desarrollar e implementar adaptaciones curriculares para estudiantes con necesidades educativas especiales asociadas o no a la discapacidad.	Capacitar a docente y administrativos sobre una adecuada planificación y metodología apropiada para estudiantes que presentan necesidades educativas especiales.	Rector Coordinadores de áreas Docentes Asesor pedagógico	Julio 2023	• Sensibilización y fomentación de una cultura de respeto por las personas con discapacidad • Socialización de los DIAC con el personal docente. • Portafolio docente	• Incorporación de conocimientos a los estudiantes según su necesidad educativa. • Mejoramiento de las relaciones sociales y bienestar individual y colectivo.	Manual de procedimientos académicos y capacitación profesional aprobados por la autoridad correspondiente y socializados al personal.

1. PROBLEMAS PRIORIZADOS (¿Qué queremos cambiar?)	2. META (¿Cuál es el propósito?)	3. ACCIONES Y RECURSOS (¿Cómo lo vamos a realizar?)	4. RESPONSABLE (¿Quién toma la iniciativa, decide y rinde cuentas?)	FECHA de inicio	5. ACTIVIDADES SEGUIMIENTO PERMANENTE (¿Avanzamos lo deseado? ¿Qué toca ajustar?)	6. RESULTADO (¿Qué cambio constatamos? ¿Estamos satisfechos?)	SEGUIMIENTO
Falta de implementación de adaptaciones curriculares para estudiantes con NEE, asociados o no a las discapacidades.	Implementar planes de acompañamiento, efectivos y permanentes para estudiantes con necesidades educativas especiales.	Incrementar docentes que estén capacitados adecuadamente que el alumno obtenga un aprendizaje educativo significativo	Rector Coordinadores de áreas Docentes	Julio 2023	Reunión del equipo gestor.	Socializar con la comunidad educativa el beneficio que será reflejado en la misma	Manual de procedimientos académicos y capacitación profesional aprobados por la autoridad correspondiente y socializados al personal.
No se evidencian instrumentos de evaluación desarrollados de manera participativa debido a que no hay manual de procedimientos académicos	Implementar estrategias de evaluación que orienten a los estudiantes y docentes de manera permanente, oportuna y precisa a lograrlos.	Elaborar instrumentos de evaluación afines a los niveles educativos	Rector Gobierno escolar Docentes. Comisiones.	Julio 2023	- Designar comisión Reunión periódica de comisión - Actas de reunión	- Participación activa de la comisión. - Mejoramiento en el aprendizaje de los educandos	Manual de capacitación profesional y plan de incentivos no remunerado aprobados por la autoridad correspondiente y socializados al personal.
No se evidencia el proceso de refuerzo académico para estudiantes que presentan bajo rendimiento.	Desarrollar un plan de tutorías que garantice el refuerzo académico y que ofrezca una retroalimentación pertinente, detallada y precisa para mejorar el rendimiento en el aprendizaje.	Elaborar un Plan de refuerzo para que los docentes proporcionen el refuerzo académico de manera continua a los estudiantes que no hayan alcanzado las notas mínimas requeridas en las diferentes evaluaciones.	Rector Coordinadores de área Gobierno escolar Docentes Comisiones	Julio 2023	- Clases de refuerzo lideradas por el docente que enseña la asignatura. - Cronograma de actividades que el estudiante debe cumplir en casa con el control de su representante. - Control del cumplimiento de las actividades anteriormente expuestas por parte de la comisión pedagógica.	- Actuar con los alumnos atrasados en lo académico o con fracasos escolares encauzando la solución de sus problemas. - Mejoramiento de la calidad de educación dentro de la institución educativa. - Apoyar al estudiante a hacer elecciones, toma de decisiones, planes e interpretaciones juiciosas en los puntos críticos de su vida.	Manual de procedimientos académicos (Refuerzo académico) aprobados por la autoridad correspondiente y socializados al personal.
No se evidencia reconocimientos no remunerados a la comunidad educativa en general. No existe un plan de incentivo no remunerado.	Dirige la aplicación de procesos de investigación, experimentación e innovación pedagógica en la comunidad educativa.	Efectuar proyectos de educación sobre investigación, experimentación e innovación pedagógica que involucre a la comunidad educativa.	Comunidad educativa.	Julio 2023	- Ejecutar continuos avances en la ejecución del proyecto. - Comprobar si el proyecto es viable y sobre todo que se origine de la necesidad de la comunidad.	Los estudiantes han implantado un proyecto que es para el desarrollo de la comunidad.	Plan de incentivos no remunerado aprobados por la autoridad correspondiente y socializados al personal
No se evidencia retroalimentación ni seguimiento o asesoramiento continuo dentro de las fichas de visita áulica.	Asesora pedagógicamente a los docentes utilizando diversas fuentes de investigación, autoevaluación y evaluación, para su mejoramiento continuo.	Realizar fichas de evaluación de desempeño docente, estudiantes y padres de familia	Comunidad educativa.	Julio 2023	- Capacitar permanentemente a los docentes en el campo pedagógico. - Fichas de visita áulica	Logramos un avance en el asesoramiento pedagógico a los docentes.	Socializar el manual de capacitación profesional, plan de incentivos no remunerado, PEI, código de convivencia aprobados por la autoridad correspondiente y socializados al personal

Reconocimientos

Los autores declaran la contribución y participación equitativa de roles de autoría para esta publicación.

Referencias

- Asamblea Nacional. (2011). *Constitución de la República del Ecuador*. Registro Oficial.
- Brown, A. (2018). *Fundamentos de auditoría*. CIA.
- Byrne, S. A. B. (2019). *Estándares y normas*. Auditoría.
- Cázares, A., & Cruz, G. (2017). *Auditoría educativa: una propuesta metodológica para el mejoramiento de la gestión escolar*. [Sin editorial].
- Guerra, M. E., & García, G. (2019). *Auditoría educativa: fundamentos y aplicaciones*. [Sin editorial].
- International Organization for Standardization (ISO). (2018). *Norma ISO 19011: Directrices para la auditoría de los sistemas de gestión*. International Organization for Standardization.
- Johnson, T. (2015). *Fundamentos de auditoría*. CIA.
- Ministerio de Educación. (2007). *Manual para la implementación y evaluación de los estándares de calidad educativa*. Medios Públicos EP.
- Ministerio de Educación. (2014). *Acuerdo Ministerial N°. 0450-13*. Ministerio de Educación.
- Ministerio de Educación. (2015). *Informe de gestión*. Ministerio de Educación.
- Ministerio de Educación. (2017). *Acuerdo Ministerial N°. 00091-A*. Ministerio de Educación.
- Ministerio de Educación. (2023). *Reglamento General a la Ley Orgánica de Educación Intercultural (RLOEI)*. Ministerio de Educación.
- Ministerio de Educación. (2023). *Ley Orgánica de Educación Intercultural (LOEI)*. Ministerio de Educación.
- Moreno, J. L. (2019). *Auditoría educativa*. [Sin editorial].
- Núñez, B. (1995). *Algunas consideraciones sobre la formación para el trabajo y la incorporación socio-laboral de la población escolar*. [Sin editorial].
- Tapia Iturriaga, L., & Castillo Prieto, R. (2016). *Fundamento de auditoría educativa: aplicación práctica de las Normas Internacionales de Auditoría*. [Sin editorial].

Plan de mejora de la Escuela de Educación Básica Particular Nuestra Señora de Montebello

Improvement Plan for “Nuestra Señora de Montebello” Private Basic Education School

Guido Arquímedes Cedeño Murillo¹ <https://orcid.org/0009-0006-3862-8057>,
Norma Marieta Sanabria Yopez¹ <https://orcid.org/0000-0002-9781-8751>, Ana Elisa Del Carmen
Pérez Finol¹ <https://orcid.org/0000-0003-4781-6122>

¹Universidad de Especialidades Espíritu Santo, Samborondón, Ecuador
guceden@uees.edu.ec, norma.sanabria@uees.edu.ec,
eperezfinol@uees.edu.ec



Esta obra está bajo una licencia internacional
Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0.

Enviado: 2024/08/28

Aceptado: 2024/12/26

Publicado: 2024/12/30

Resumen

El presente trabajo tiene como objetivo evaluar el cumplimiento de los estándares de calidad vigentes emitidos por el Ministerio de Educación del Ecuador. Los datos obtenidos reflejan tanto las fortalezas como las problemáticas existentes en las distintas dimensiones analizadas. Para ello, se utilizó un análisis FODA, que permitió elaborar un plan de mejora enfocado y personalizado en las principales dificultades identificadas, entre ellas, el reconocimiento de méritos y la optimización de los procesos académico-administrativos de la Escuela de Educación Básica Particular “Nuestra Señora de Montebello”.

Cabe destacar que se evidencia un cumplimiento del 74% de los estándares, lo que refleja un alto nivel de adhesión a las normativas educativas. Sin embargo, se identificaron áreas clave que requieren mejoras, tales como la optimización del espacio físico, la gestión de procesos, el reconocimiento de méritos y la capacitación del personal. Aunque los resultados son prometedores, el alcance del estudio se limita a una única institución y a un período breve, lo que resalta la necesidad de realizar investigaciones futuras que abarquen una evaluación más amplia y longitudinal.

Palabras clave: estándares de calidad, auditoría educativa, asesoría educativa, gestión educativa.

Sumario: Introducción, Materiales y Métodos, Resultados y Discusión, Conclusiones.

Como citar: Cedeño, G., Sanabria, N. & Pérez, A. (2024). Plan de mejora de la Escuela de Educación Básica Particular Nuestra Señora de Montebello. *Revista Tecnológica - Espol*, 36(2), 206-217.
<https://rte.espol.edu.ec/index.php/tecnologica/article/view/1234>

Abstract

This work focuses on evaluating the current quality standards issued by the Ministry of Education of Ecuador. The data obtained reflected the strengths and issues existing in the various dimensions analyzed through a SWOT analysis, which directed the development of a focused and personalized improvement plan addressing the identified difficulties, primarily the recognition of merits and the optimization of academic-administrative processes at the “Nuestra Señora de Montebello” Private Basic Education School. It is important to highlight that there is 74% compliance with the standards, demonstrating high level of adherence to educational regulations. However, key areas were identified where improvements can be made, such as optimization of physical space, process management, merit recognition, and staff training. Although the results are promising, the study is limited to one institution and a short period, suggesting the need for future research for a broader and longitudinal evaluation.

Keywords: quality standards, educational audit, educational consulting, educational management.

Introducción

Los estándares de calidad, la auditoría educativa y la gestión educativa se han constituido en pilares fundamentales para asegurar la excelencia y pertinencia en los procesos de enseñanza y aprendizaje. Estos elementos, interrelacionados y complementarios, constituyen una tríada fundamental para lograr una educación que no solo satisfaga las expectativas académicas y sociales, sino que también prepare a los estudiantes para enfrentar los desafíos del presente y del futuro (García, 2021).

A nivel internacional, diversos países han implementado marcos y modelos diseñados para elevar y mantener los estándares de calidad en la educación. Entre estas iniciativas destacan la *Common Core State Standards Initiative* en Estados Unidos, la cual establece normas académicas rigurosas (Smith, 2020); Ofsted en el Reino Unido, que evalúa y regula los servicios educativos (Brown, 2022); y ACARA en Australia, que administra un currículo nacional y un programa de evaluación (Johnson, 2020). Aunque estos sistemas varían en su estructura y enfoque, todos persiguen un objetivo común: mejorar la calidad educativa a través de estándares claramente definidos.

En América Latina, países como Brasil, Chile, México y Argentina han desarrollado y refinado sus sistemas de evaluación educativa con el propósito de elevar los estándares de calidad. En Chile, la Agencia de Calidad de la Educación se encarga de evaluar y mejorar el sistema educativo, con un enfoque centrado en asegurar estándares de calidad y fomentar la equidad (Agencia de Calidad de la Educación, 2019). De manera similar, en México, el Sistema Nacional de Evaluación Educativa evalúa la calidad y los resultados del sistema educativo para orientar las políticas y prácticas de mejora (INEE, 2020). Argentina, por su parte, ha implementado el Plan Nacional de Evaluación Educativa, que establece un marco para la evaluación y la mejora continua en las instituciones escolares (Ministerio de Educación de Argentina, 2021).

En el contexto ecuatoriano, el Modelo Nacional de Apoyo y Seguimiento a la Gestión Educativa (MNASGE) se ha consolidado como un pilar fundamental en la mejora de la calidad educativa. Este modelo se caracteriza por su enfoque integral y por su énfasis en la autoevaluación y mejora continua, ofreciendo herramientas para una gestión educativa efectiva (López Vera, et al., 2020). No obstante, a pesar de su relevancia, la implementación del MNASGE ha sido limitada debido al desconocimiento de sus beneficios por parte de algunos actores del sistema educativo.

La implementación de estándares de calidad educativos permite evaluar de manera objetiva la eficacia y las dificultades que enfrentan las instituciones durante el periodo lectivo. Estos estándares proporcionan un marco normativo que facilita a auditores, asesores, docentes y directivos la alineación de sus esfuerzos con los objetivos institucionales. Las auditorías educativas no solo garantizan la rendición de cuentas, sino que también proporcionan un marco de referencia para la implementación de mejoras continuas en los procesos administrativos y pedagógicos (Tacuri y Arleth, 2024). Las auditorías educativas, que evalúan el cumplimiento de estos estándares, constituyen una herramienta esencial para asegurar la mejora continua y la rendición de cuentas en el sistema educativo (López y Martínez, 2021).

En el contexto educativo, las normas ISO, como la ISO 21001, representan un conjunto de prácticas estandarizadas que promueven la mejora de la gestión de las organizaciones educativas. Estas normas, centradas en la satisfacción y el éxito del estudiante, garantizan que las instituciones ofrezcan servicios educativos de alta calidad. La adopción de sistemas de gestión de calidad basados en estas normas fomenta la mejora continua, propiciando un entorno de aprendizaje eficaz y eficiente (Rodríguez Arroyo, 2024; Gómez y Pérez, 2021).

La gestión educativa eficaz no solo implica la coordinación de recursos, sino también la capacidad de adaptarse a los cambios y desafíos que enfrenta el sistema educativo. En este sentido, el liderazgo es crucial para guiar a las instituciones hacia la mejora continua y la innovación. El liderazgo efectivo en las instituciones educativas ha demostrado ser un factor clave en la implementación exitosa de estándares de calidad, permitiendo una alineación más eficaz entre los objetivos institucionales y los procesos pedagógicos (Álvarez Loaiza y Sánchez Peña, 2024; García, 2021).

Enfoques Internacionales en la Auditoría Educativa y la Gestión de la Calidad

Al comparar los estándares ecuatorianos con los de otros países, se observa que el MNASGE, aunque eficaz en su contexto, podría beneficiarse de la integración de elementos de sistemas internacionales. Por ejemplo, Ofsted en el Reino Unido realiza inspecciones periódicas y rigurosas a las instituciones educativas, ofreciendo un modelo de evaluación externa que podría complementar el enfoque de autoevaluación del MNASGE (Brown, 2022). En Australia, el sistema de evaluación de ACARA incorpora tanto criterios de desempeño académico como indicadores de bienestar estudiantil, proporcionando una visión más integral de la calidad educativa (Johnson, 2020).

En América Latina, los esfuerzos por la estandarización y evaluación de la calidad educativa, como los realizados en Chile y México, ofrecen ejemplos de cómo los sistemas nacionales pueden adaptarse a los contextos locales para mejorar la equidad y la calidad de la enseñanza (Agencia de Calidad de la Educación, 2019; INEE, 2020). La implementación de estos estándares, junto con una auditoría educativa sólida, proporciona un camino claro hacia la mejora de la gestión educativa.

Estudios recientes han demostrado el impacto positivo de las auditorías educativas en la mejora de los estándares de calidad. Por ejemplo, González (2022) destaca que las auditorías regulares han permitido identificar áreas clave de mejora en instituciones educativas de México, promoviendo una cultura de rendición de cuentas y mejora continua. Asimismo, Martínez y Álvarez (2023) subrayan la importancia de las auditorías para asegurar que las políticas educativas se implementen de manera efectiva y que los recursos se utilicen de forma eficiente.

En cuanto a la gestión educativa, investigaciones recientes han explorado cómo las instituciones pueden mejorar su eficiencia y adaptabilidad frente a los desafíos globales. Torres (2023) sugiere que la integración de tecnologías digitales en la gestión educativa no solo mejora la eficacia administrativa, sino que también facilita una enseñanza más personalizada y adaptativa. De igual manera, Pérez y Jiménez (2023) enfatizan la importancia del liderazgo educativo en la implementación de estrategias de mejora continua, señalando que un liderazgo transformacional puede generar cambios significativos en la calidad educativa.

Finalmente, los estudios longitudinales demuestran que la implementación continua de estándares de calidad educativa conduce a mejoras significativas en la gestión escolar y en el rendimiento académico (Banda Poma, et al., 2024).

La implementación de estándares de calidad, auditorías educativas y una gestión educativa efectiva conforman una base esencial para garantizar la excelencia en la educación. Estos componentes, trabajados en sinergia, aseguran que las instituciones educativas estén preparadas no solo para cumplir con los desafíos actuales, sino también para adaptarse a los retos emergentes. La mejora continua, apoyada por auditorías rigurosas y una gestión eficiente, permite que los sistemas educativos sean dinámicos y estén orientados al éxito a largo plazo. Los sistemas de evaluación y auditoría implementados en Ecuador, junto con los ejemplos internacionales, proporcionan una hoja de ruta clara hacia la mejora de la calidad educativa.

La Escuela de Educación Básica Particular "Nuestra Señora de Montebello", ubicada en Guayaquil, Guayas, Ecuador, ha sido una institución comprometida con la excelencia educativa a lo largo de su historia. Sin embargo, como muchas instituciones educativas, ha enfrentado desafíos que han exigido la implementación de estrategias de mejora continua para asegurar la calidad educativa y el bienestar de su comunidad.

Por lo tanto, la finalidad de este estudio es establecer un diagnóstico que permita elaborar un plan de mejora de reconocimientos de méritos alcanzados para este centro educativo, basándose en los estándares de calidad educativos establecidos por el Ministerio de Educación del Ecuador bajo la normativa vigente. De esta manera, se examinará de forma detallada la documentación, práctica y contextualización de estos estándares, proporcionando recomendaciones específicas para mejorar el desempeño de la institución hacia la excelencia educativa.

Este estudio ha sido diseñado no solo para mejorar la calidad educativa de una escuela en particular, sino también para servir como referente y sustento para que la comunidad educativa conozca y ponga en marcha nuevas estrategias, con nuevos modelos y nuevos retos adaptados al contexto educativo. La constante motivación es elegir ser innovadores y superar debilidades de forma crítica, concisa y reinterpretativa para estar a la vanguardia de la sociedad.

Antes de realizar la propuesta de un plan de mejora para la institución, se pudo constatar una Auditoría Especial de Renovación y Control (AERC) realizada el 11 de marzo de 2020 por un Auditor Educativo de la Zona 8 en la Escuela de Educación Básica "Nuestra Señora de Montebello", con código AMIE 09H00949. En esta auditoría se revisaron los siguientes aspectos: la renovación de las autorizaciones de funcionamiento de instituciones educativas, la propuesta pedagógica, el plan de reducción de riesgos, los perfiles del personal docente y directivo, el estudio económico-financiero y las declaraciones juramentadas sobre inhabilidades y prohibiciones legales. Los hallazgos revelaron que la institución cumplió satisfactoriamente con los requisitos esenciales, destacándose por su compromiso con la calidad educativa y la adherencia a las normativas vigentes.

Los esfuerzos previos en la institución han sentado bases sólidas para mantener la gestión y la ruta de éxito hacia los estándares de calidad. Al valorar con precisión los medios de verificación establecidos, surge una pregunta crucial: ¿Qué beneficios proporciona la ejecución del plan de mejora, basados en los estándares de calidad educativos, para el mejoramiento de la gestión administrativa pedagógica de la Escuela de Educación Básica “Nuestra Señora de Montebello”?

Materiales y Métodos

En el presente trabajo se utilizó un enfoque de trabajo mixto, combinando elementos cuantitativos y cualitativos. La metodología cuantitativa permitió evaluar de manera objetiva el cumplimiento de los 55 estándares de calidad educativa proporcionados por el Ministerio de Educación del Ecuador. Paralelamente, se aplicó un enfoque cualitativo para identificar, analizar y comprender el contexto específico de la escuela.

Además, este trabajo es de carácter no experimental y transversal, debido a que la auditoría tuvo una duración de tres días in situ, donde se observaron, interpretaron y registraron los datos para posteriormente establecer el plan de mejora. La revisión documental, la observación y las entrevistas fueron las principales técnicas utilizadas para obtener una comprensión integral y holística de la escuela.

Durante el desarrollo del trabajo, se siguieron rigurosos estándares éticos, como el consentimiento informado de todos los participantes, la participación voluntaria y la garantía de confidencialidad de los comentarios emitidos por los participantes. Esta información se utilizó exclusivamente con fines de investigación y asesoramiento al establecimiento educativo.

Resultados y Discusión

La evaluación en el establecimiento educativo se realizó en base a los estándares de calidad del Ministerio de Educación del Ecuador, enfocándose en: Estándares de Gestión Escolar (GE), Desempeño Profesional Directivo (DI) y Desempeño Profesional Docente (DO). Se analizaron los medios de verificación correspondientes a cada dimensión para establecer y registrar la ponderación. Estas se detallaron con puntajes máximos y mínimos en cuatro categorías distintas descritas de la siguiente manera:

- “No cumple” tiene una ponderación de 0 y se representa con el color rojo.
- “En Proceso” tiene una ponderación de 1 y se representa con el color amarillo.
- “Satisfactorio” tiene una ponderación de 2 y se representa con el color verde.
- “Destacado” tiene una ponderación de 3 y se representa con el color turquesa.

La categoría “Destacado” indica que la institución excede positivamente los estándares y parámetros de verificación. La categoría “Satisfactorio” posee todos los medios de verificación establecidos por los estándares de calidad, demostrando una implementación y comprensión completa de los procedimientos requeridos. La categoría “En Proceso” sugiere la presencia parcial de procedimientos y prácticas adecuadas, con aspectos claves que deben mejorarse para alcanzar la conformidad total con los estándares. La categoría “No cumple” señala una carencia significativa en la implementación o entendimiento de los procedimientos necesarios según los estándares, identificando áreas críticas que requieren atención inmediata y mejoras sustanciales.

El diagnóstico elaborado en la Escuela de Educación Básica “Nuestra Señora de Montebello” permitió registrar de manera precisa y concisa los resultados de la auditoría, los cuales se detallan a continuación:

Tabla 1

Resultados de la auditoría de la Escuela de Educación Básica “Nuestra Señora de Montebello”

Estándares Evaluados (55)	Cumple	Cumple Parcialmente	No Cumple
Gestión Escolar (18)	13	4	1
Desempeño Directivo (21)	13	8	0
Desempeño Docente (16)	14	2	0
Total	40	14	1

Fuente: Autoría propia.

En la Tabla 1, se representa el resultado de la evaluación de los 55 estándares de calidad dentro de los cuales en la Dimensión de Gestión Escolar (GE) mantienen el cumplimiento de 13 estándares de manera efectiva, 4 de ellos se encuentran con un cumplimiento parcial y 1 consta como no cumplido. Por otro lado en Desempeño Directivo (DI) de los 21 estándares evaluados cumplen con 13 y cumple parcialmente con 8; en la Dimensión de Desempeño Docente (DO) de los 16 estándares evaluados cumplen con 14 y cumple parcialmente 2.

Tabla 2

Resultados de la auditoría de la Escuela de Educación Básica “Nuestra Señora de Montebello”

Estándares Evaluados (55)	Cumple	Cumple Parcialmente	No Cumple
Gestión Escolar (18)	72%	22%	6%
Desempeño Directivo (21)	62%	38%	0%
Desempeño Docente (16)	87%	13%	0%
Total	74%	24%	2%

Fuente: Autoría propia.

En la Tabla 2, se detallan los resultados de la auditoría realizada; se puede visualizar que la mayoría de los estándares de calidad se encuentran en cumplimiento, dando un total de 74% el cual resulta favorable para el establecimiento educativo. Por otro lado, con la

semaforización amarilla se encuentra el 24% haciendo referencia a los estándares que cumplen de forma parcial con los requerimientos vigentes. Mientras que el 2% consta la nomenclatura de, no cumple, debido a que existe un estándar en la Gestión Escolar (GE) que no ha sido atendido.

Discusión

Una vez registrados y analizados los resultados del informe de auditoría efectuado en la Escuela de Educación Básica Particular “Nuestra Señora de Montebello” correspondiente al año lectivo 2023-2024, podemos concluir que se alcanzó un 74% de cumplimiento, articulado con el color verde, lo cual demuestra que la gestión en las diferentes dimensiones educativas está en concordancia con la normativa y los requisitos fundamentales de operación hacia la excelencia en el ámbito académico (Ministerio de Educación, 2017, p.14).

Por otro lado, el 24% de los estándares se encuentran con una semaforización amarilla, donde el cumplimiento se da de manera parcial y se sugieren áreas específicas que necesitan mejora. Esto es necesario para lograr el desarrollo de prácticas educativas y administrativas efectivas bajo un plan de mejora continuo, motivando a la escuela a alcanzar los parámetros establecidos por la autoridad central (Mejía-Rosales y Merchán-Narváez, 2023).

El 2% restante, correspondiente al estándar de Gestión Escolar (GE), no se cumple, lo cual es motivo de particular preocupación debido a sus implicaciones significativas en la administración general de la institución y, por ende, en la experiencia educativa de los estudiantes. La atención a este estándar debe ser prioritaria para asegurar una gestión escolar eficiente y efectiva (Ministerio de Educación, 2017).

En conjunto, estos resultados han permitido establecer un diagnóstico general de la Escuela de Educación Básica Particular “Nuestra Señora de Montebello” con el objetivo de elaborar un plan de mejora basado en los resultados del proceso de auditoría, principalmente priorizando los problemas detectados en el contexto educativo y bajo los parámetros establecidos por el ente rector. De tal manera, se elaboraron los siguientes objetivos:

Objetivo general

Elaborar un plan de mejora en la Escuela de Educación Básica Particular “Nuestra Señora de Montebello” mediante la implementación de un plan de reconocimiento a los méritos alcanzados para la optimización de los procesos académicos y administrativos.

Objetivos específicos

- Establecer metas y acciones específicas para solucionar los problemas detectados en la Escuela de Educación Básica Particular “Nuestra Señora de Montebello”.
- Conformar comisiones de trabajo con la comunidad educativa para la elaboración e implementación del plan de reconocimiento de méritos académicos.
- Reconocer los méritos alcanzados por el buen desempeño del personal educativo y la normativa legal vigente a través del manual de procedimientos.

Propuesta de mejora

Una vez revisado el informe de auditoría, se procede a la priorización de los siguientes problemas detectados en base a un FODA institucional:

1. Falta de espacios recreativos amplios para la demanda de estudiantes.
2. Entornos de aprendizaje físicos reducidos para el número de estudiantes por salón.
3. Ausencia de un plan para el reconocimiento de méritos.

4. Carencia de un plan de capacitación profesional adaptado a las necesidades internas.
5. Gestión incompleta de procesos y actividades, con documentación deficiente.
6. Falta de seguimiento en actividades de consejería estudiantil y refuerzo académico.
7. Deficiencia en la documentación de incidentes que afectan la integridad estudiantil.

De estas, se detectaron las siguientes causas:

1. Ausencia de un sistema formal para el reconocimiento de méritos.
2. Carencia de un plan de capacitación profesional adaptado a las necesidades internas.
3. Gestión incompleta de procesos y actividades, con documentación deficiente.
4. Falta de seguimiento en actividades de consejería estudiantil y refuerzo académico.
5. Deficiencia en la documentación de incidentes que afectan la integridad estudiantil.

Produciendo así los siguientes efectos:

1. Riesgo de perder colaboradores clave por falta de reconocimiento y oportunidades.
2. Llamado de atención o sanción por parte del distrito debido al desconocimiento e incumplimiento de la normativa vigente.
3. Posibles problemas legales y de reputación por falta de documentación adecuada.
4. Atracción de estudiantes hacia otras instituciones con mejores ofertas.
5. Repercusiones negativas en la imagen institucional y en la captación de estudiantes debido a deficiencias en la gestión.

Una vez delimitados los problemas, se establecieron acciones, metas, recursos y tiempo concretos para la ejecución del plan de mejora institucional, partiendo de la premisa de lo que se quiere mejorar. Se propone lo siguiente:

- *Plan de reconocimiento de méritos.* La meta principal es implementar al 100% un sistema de reconocimiento para docentes y personal, buscando mejorar la motivación y el rendimiento. Las acciones incluyen la conformación de una comisión diversa, la elaboración de una rúbrica para determinar los ganadores, y el registro de actividades y personas elegibles. Los recursos necesarios son digitales, de papelería y humanos. La fecha de inicio es el 06 de mayo de 2024, con seguimientos regulares a través de evidencias como fotos y certificados. El resultado esperado es un aumento en la motivación y el rendimiento del personal, cuyos medios de verificación serán mediante actas y resoluciones (Monge Hurtado, 2021)
- *Optimización del uso de espacios recreativos.* El plan busca mejorar al 100% el uso de los espacios recreativos, distribuyendo horarios, coordinando con docentes para supervisión, designando espacios para juegos de baja actividad física, estableciendo reglas y sensibilizando a los estudiantes sobre el cuidado de estos. Los recursos incluyen personal docente, diapositivas y juegos de mesa. La implementación comenzará el primer día de clases, el 29 de abril de 2024, bajo una supervisión semanal y reportes de progreso para conseguir espacios recreativos funcionales y seguros.
- *Organización del uso de salones de clases.* Otra meta es organizar al 100% el uso de los salones de clases para optimizar el espacio y la efectividad del aprendizaje. Las acciones incluyen mediciones de aulas, retiro de implementos inutilizables, reorganización de mobiliario y asientos, y adaptación del aula según el tema de clase. Se emplearán recursos humanos y digitales, con los docentes como responsables. Esta función comenzará el 22 de abril de 2024, antes de que los

estudiantes se incorporen al nuevo periodo lectivo. Es importante darle seguimiento a través de inventarios por aula para lograr un aumento en la comodidad y la efectividad del aprendizaje.

- *Capacitación del personal docente y administrativo.* Para mejorar las competencias del personal docente y administrativo, se implementará una capacitación continua durante el periodo lectivo. Las acciones incluyen encuestas virtuales, recopilación de intereses, organización de capacitaciones y registro de actividades. Los recursos abarcan lo digital, la papelería y el personal de la institución. El inicio será el 13 de mayo de 2024, con un cronograma accesible y flexible. Esto busca mejorar la interacción y las competencias del personal, teniendo como medios de verificación los cronogramas y actas de actividades de capacitación.
- *Manual de procesos.* Finalmente, se diseñará un manual de procesos para mejorar la gestión y almacenamiento de la documentación legal, con auditorías internas trimestrales. Las acciones incluyen reuniones, delegación de funciones y organización de documentos. Los responsables son la rectora, secretaria, docentes, DECE y comités de padres y estudiantes. El inicio de este plan será el 15 de abril de 2024, semanas antes de la inauguración del periodo lectivo de los estudiantes. Buscando así la eficiencia en la organización documental de los medios de los procesos como: actas, rendición de cuentas, atención a la diversidad, etc.

Para realizar y cumplir con el plan de mejora, es indispensable contar con el compromiso de toda la comunidad educativa. Es fundamental delegar responsabilidades para llevar el control y seguimiento en el cumplimiento de los procesos, de modo que estos registros permitan incrementar las fortalezas deseadas o modificar acciones en base a la realidad institucional. Con un compromiso sólido por parte de todos los responsables y la sensibilización de toda la comunidad educativa, se podrá alcanzar el éxito deseado, ya que cada miembro debe estar consciente de las expectativas y los objetivos específicos asignados a su rol para mantener una clara y regular comunicación en el proceso de mejora continua y la aplicación del plan de mejora. Quezada-Rodríguez et al. (2020) mencionan que: “Un factor importante a considerar al implementar los diferentes equipos es desarrollar un plan de comunicación interno basado en las necesidades de la organización, el cual debe ser difundido a través de los canales más idóneos para cubrir a todo el personal.”

Además, es importante recalcar que al establecer las responsabilidades solo se está dando un paso; esto debe fusionarse con el seguimiento constante. Este elemento permitirá desarrollar a cabalidad el proceso de mejora, tomando en consideración la revisión periódica del progreso del plan, flexibilizando alternativas o permitiendo identificar áreas donde las acciones no están dando los resultados esperados. De tal manera, el seguimiento debe ser sistemático, basado en el marco legal educativo vigente y trabajado de forma conjunta, facilitando la toma de decisiones informadas, oportunas y ajustadas a la realidad, basadas en estrategias, con adaptabilidad y garantía para abordar los desafíos emergentes en la institución o en la praxis de un plan de mejora relevante y efectivo. Pedró, et al. (2005) explican que el seguimiento, con responsabilidad definida, mantiene flexibilidad y supervisión continua para lograr objetivos, ajustando el plan de mejora, haciéndolo sistemático y coherente.

Aunado a esto, podemos sugerir que se realicen evaluaciones constantes basadas en la praxis del plan de mejora, las cuales deben ser objetivas y basadas en los medios de verificación establecidos en el Anexo 2. Las actividades propuestas son un referente e impulso para todo lo que se puede desarrollar luego de atender los estándares prioritarios. Con una correcta evaluación periódica y sistemática, se pueden generar nuevas ideas, estrategias y visión para la calidad educativa que se desea conseguir.

El diagrama de Gantt planteado en el Anexo 1 explica de forma concreta la categoría y priorización de las áreas de acción para llegar a la meta deseada. Los plazos, la gestión y las actividades a implementar en la escuela seguirán una ruta clara, guiando los esfuerzos hacia las áreas que más lo necesitan y garantizando que el plan de mejora sea estratégico, enfocado y efectivo (Escamilla Martínez y Álvarez Padón, 2019).

Conclusiones

En conclusión, la evaluación exhaustiva efectuada en la Escuela de Educación Básica Particular "Nuestra Señora de Montebello", basada en el MNASGE referente a la aplicación de los estándares de calidad educativos, demuestra que los resultados tienen un cumplimiento significativo en la mayoría de los estándares, reflejando un 74% de conformidad general. Esto indica un alto nivel de adhesión a las normativas educativas y un compromiso con la excelencia académica y administrativa.

Sin embargo, el trabajo también reveló áreas cruciales que requieren mejoras. Entre estas destacan la necesidad de optimizar el uso del espacio físico, mejorar la gestión de procesos y la documentación, así como incrementar el reconocimiento de méritos y la capacitación del personal. El desarrollo de un plan de mejora personalizado, basado en estos hallazgos, sugiere un camino claro para la optimización continua de la escuela.

Es importante reconocer las limitaciones de este estudio para comprender mejor sus resultados. Primero, la evaluación se basó en un período de tiempo limitado, lo que puede haber evadido algunas de las dinámicas y cambios constantes en el entorno educativo. Segundo, el estudio se centró únicamente en una escuela, lo que limita la generalización de sus hallazgos a otras instituciones educativas. Por último, aunque se emplearon métodos cuantitativos y cualitativos, la subjetividad inherente en algunas técnicas cualitativas, como entrevistas y observaciones, podría influir en los resultados.

Además, los hallazgos de la auditoría abren varias vías para posteriores estudios. Sería valioso realizar investigaciones longitudinales que permitan observar la evolución de la implementación del plan de mejora y sus efectos a largo plazo. También se podrían realizar estudios comparativos con otras instituciones educativas para proporcionar una visión más amplia de la eficacia de los estándares de calidad educativa y su aplicabilidad en diferentes contextos. En definitiva, sería interesante explorar en mayor profundidad la relación entre el reconocimiento de méritos, la motivación y el rendimiento del personal docente y administrativo, lo cual podría tener implicaciones significativas para la gestión escolar.

Se recomienda que otras instituciones educativas adapten este modelo a sus contextos específicos, priorizando áreas clave como el reconocimiento de méritos y la capacitación continua del personal. Para garantizar la sostenibilidad de estas mejoras, es crucial que las escuelas desarrollen planes de seguimiento que incluyan auditorías periódicas y la participación activa de toda la comunidad educativa. Además, es importante que se establezcan indicadores claros de éxito que permitan evaluar el impacto de las mejoras a largo plazo.

Este trabajo, focalizado en una escuela específica de Guayaquil, proporciona ideas valiosas sobre la calidad educativa y la gestión escolar, sentando bases para futuras indagaciones que puedan ampliar y profundizar la auditoría, gestión y calidad educativa en los diferentes contextos del área académica. Las escuelas que busquen implementar un plan de mejora similar al desarrollado en este estudio deben considerar primero realizar una auditoría interna que identifique las áreas prioritarias de intervención. Basado en los resultados, se debe estructurar un plan que contemple el reconocimiento de méritos, la optimización de espacios

de aprendizaje y la capacitación del personal. Es fundamental también que el proceso sea colaborativo, involucrando a docentes, directivos y miembros de la comunidad educativa, para asegurar que las soluciones implementadas sean sostenibles y estén alineadas con las necesidades institucionales.

Por lo tanto, este estudio abre múltiples líneas de investigación futuras. Una de las más prometedoras es la realización de estudios longitudinales que permitan evaluar el impacto a largo plazo de los planes de mejora en diferentes tipos de instituciones educativas. También sería valioso llevar a cabo investigaciones comparativas que analicen la efectividad de los estándares de calidad ecuatorianos en relación con otros sistemas internacionales, para identificar mejores prácticas que puedan ser implementadas en el país. Asimismo, se recomienda explorar en mayor profundidad la relación entre la motivación del personal educativo y el reconocimiento de méritos como una estrategia clave para mejorar el rendimiento académico y administrativo en las instituciones.

Reconocimientos

Los autores declaran la contribución y participación equitativa de roles de autoría para esta publicación.

Referencias

- Acuerdo Ministerial 0450. (2013, diciembre 16). *Manual de Apoyo y Seguimiento a la Gestión Educativa. Acuerdo No. 0450 - 13*. Quito, Pichincha, Ecuador. https://educacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/01/ACUERDO_450-131.pdf
- Agencia de Calidad de la Educación. (2019). *Informe anual sobre la calidad educativa en Chile*. Santiago: Ministerio de Educación de Chile.
- Álvarez Loaiza, N. J., & Sánchez Peña, A. (2024). *Navegando por la reforma: Liderazgo educativo, cultura escolar y apropiación del modelo pedagógico*. [Tesis de Maestría, Universidad de los Andes] Colombia <https://hdl.handle.net/1992/74429>
- Banda Poma, B. P., Sánchez Díaz, A. E., & Quintanilla Orma, R. M. (2024). Innovación y Gestión en la Educación: Estrategias para el Siglo XXI. *Revista Científica de Salud y Desarrollo Humano*, 5(3), 725-743. <https://doi.org/10.61368/r.s.d.h.v5i3.292>
- Brown, A. (2022). *The role of Ofsted in UK educational reform*. London: Routledge.
- Escamilla Martínez, P. d., & Alvarez Padón, E. I. (2019). Herramientas de control y evaluación de proyectos para la toma de decisiones en el proceso administrativo. *Revista Contribuciones a la Economía* <https://www.eumed.net/rev/ce/2019/3/decisiones-proceso-administrativo.html>
- Francesc, P., Abad, F., Arboix, E., Chaves, M., Gimeno, S., Gómez, J., ... Vilardell, I. (2005). *Marco general para el establecimiento, el seguimiento y la revisión de los planes de mejora*. Agència per a la Qualitat del Sistema Universitari de Catalunya. <https://gc.scalahed.com/recursos/files/r161r/w24278w/MarcogeneralReviySegPlanMejoraS10.pdf>
- García, M. (2021). *Gestión educativa y calidad en el siglo XXI*. Madrid: Editorial Universitaria.
- Gómez, L., & Pérez, M. (2021). *Calidad educativa y estándares internacionales: El caso de la ISO 21001*. México: Fondo de Cultura Económica.
- González, J. (2022). *Impacto de las auditorías educativas en instituciones mexicanas*. México: UNAM.
- INEE. (2020). *Evaluación de la calidad educativa en México*. Ciudad de México: Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación.

- Johnson, P. (2020). *Australian Curriculum and ACARA's impact on educational standards*. Sydney: Macquarie University Press.
- López, S., & Martínez, R. (2021). *Auditoría educativa y mejora continua en la gestión educativa*. Buenos Aires: Editorial de la Universidad de Buenos Aires.
- López-Vera, L., Demera-Zambrano, K., Zambrano-Romero, M., Alcívar-Vera, N., & Navarrete-Solórzano, D. (2020). Aplicación de los estándares de calidad y su contribución al modelo de gestión educativa del Ecuador. *Polo del Conocimiento*, 5(7), 657-684. doi:10.23857/pc.v5i7.1544
- Martínez, G., & Álvarez, J. (2023). *Políticas educativas y auditorías: Un análisis comparativo*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.
- Mejía-Rosales, M. Y., & Merchán - Narváez, S. B. (2023). La Creatividad de la Gestión Educativa ante los Nuevos Desafíos de los Estándares de Calidad en la Unidad Educativa Fiscomisional “Nuevo Ecuador”. 593 *Digital Publisher CEIT*. <https://doi.org/10.33386/593dp.2023.4.1919>
- Ministerio de Educación. (2017). *Manual para la implementación y evaluación de los estándares de calidad educativa. Gestión Escolar, Desempeño Profesional directivo y Desempeño Profesional Docente*. <https://educacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/12/Manualpara-la-implementacion-de-los-estandaresde-calidad-educativa.pdf>
- Ministerio de Educación de Argentina. (2021). *Plan Nacional de Evaluación Educativa: Una visión hacia el futuro*. Buenos Aires: Ministerio de Educación.
- Ministerio de Educación de Ecuador. (2016). *Manual de Auditoría de Calidad*. https://educacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/03/MANUALAUDITORIAWEB_190314.pdf
- Monge Hurtado, D. (2021). *El Estímulo y Reconocimiento como factor de éxito en el Desempeño Docente de la Educación Básica Alternativa de Anta – Cusco, 2021*. https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/72945/Monge_HD-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Pérez, D., & Jiménez, F. (2023). *Liderazgo transformacional y su impacto en la gestión educativa*. Madrid: Universidad Complutense de Madrid.
- Quezada-Rodríguez, M. R., Quevedo-Barros, M. R., & Torres-Palacios, M. M. (2020). Trabajo en Equipo, Comunicación y Desempeño laboral en las Organizaciones del Sector Público. *Revista Arbitrada Interdisciplinaria KOINONIA*, 5(3), 725–743. <http://dx.doi.org/10.35381/r.k.v5i3.920>
- Rodríguez Arroyo, J. C. (2024). *Modelo de Gestión del Conocimiento articulado a la norma ISO 21001: 2018 para Instituciones Educativas Oficiales del Núcleo 926 de Medellín: Estudio de caso: Institución Educativa Madre María Mazzarello*. [Tesis de Maestría, Instituto Tecnológico Metropolitano] Colombia <https://repositorio.itm.edu.co/bitstream/handle/20.500.12622/6624/JuanCarlosRodr%c3%adguez%20Arroyo2024.pdf?sequence=7&isAllowed=y>
- Smith, J. (2020). *Common Core and its implications for educational quality in the USA*. New York: Springer.
- Tacuri, C., & Arleth, Y. (2024). *Auditoría de gestión integral en el área administrativa-financiera de la unidad educativa Medina Domínguez, cantón Salinas, provincia de Santa Elena, año 2023* [Tesis de Grado, Universidad Estatal Península de Santa Elena]Ecuador.
- Torres, C. (2023). *La integración de la tecnología en la gestión educativa*. Barcelona: Universitat de Barcelona.

Plan de Mejora de la Unidad Educativa San Juan Bosco

Improvement Plan for San Juan Bosco High School

Mayra Bustamante Cevallos¹ <https://orcid.org/0009-0009-2777-3832>,
Jenny Pazmiño Moncada¹ <https://orcid.org/0009-0008-3167-8275>, Ana Elisa Del Carmen Pérez
Finol¹ <https://orcid.org/0000-0003-4781-6122>

¹Universidad de Especialidades Espíritu Santo, Samborondón, Ecuador
mayra.bustamante@educacion.gob.ec, jenny.pazminola@uee.edu.ec,
eperezfinol@uees.edu.ec



Esta obra está bajo una licencia internacional
Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0.

Enviado: 2024/00/00

Aceptado: 2024/00/00

Publicado: 2024/12/30

Resumen

El presente trabajo describe el proceso de auditoría educativa basado en los 55 Estándares de Calidad establecidos por la Autoridad Nacional de Educación en la Unidad Educativa Fiscomisional San Juan Bosco. Este proceso busca identificar áreas de mejora en la gestión escolar, el desempeño profesional docente y directivo, con el objetivo de crear un ambiente escolar más seguro y propicio para el aprendizaje. La auditoría se realizó mediante metodologías de investigación cualitativa y de campo, utilizando técnicas como entrevistas, observación y revisión documental. Los resultados muestran que el 88% de los estándares se cumplen satisfactoriamente, lo que refleja una buena práctica pedagógica. Se identificaron áreas de mejora, como la falta de procedimientos administrativos y académicos documentados, el reconocimiento del trabajo de los docentes y la necesidad de fortalecer el proceso de rendición de cuentas. A través de un plan de mejoras en el que todos sus miembros estén comprometidos, se permitirá trabajar hacia el nivel destacado de los estándares de calidad y contar con el apoyo de asesores educativos para potenciar el propósito misional de la institución en beneficio de los estudiantes.

Palabras clave: estándares de calidad, auditoría educativa, asesoría educativa, educación de calidad, comunidad educativa.

Sumario: Introducción, Materiales y Métodos, Resultados, Discusión, Propuesta de Mejora, Conclusiones.

Como citar: Bustamante, M., Pazmiño, J. & Pérez, A. (2024). Plan de Mejora de la Unidad Educativa San Juan Bosco. *Revista Tecnológica - Espol*, 36(2), 218-229.
<https://rte.espol.edu.ec/index.php/tecnologica/article/view/1241>

Abstract

This work describes the educational audit process based on the 55 Quality Standards established by the National Education Authority in the Fiscomisional Educational Unit. This process aims to identify areas for improvement in school management and the professional performance of teachers and administrators to create a safer and more conducive learning environment. The audit was conducted using qualitative and field research methodologies, employing interviews, observation, and document review. The results show that 88% of the standards are satisfactorily met, reflecting good pedagogical practice. Areas for improvement were identified, such as the lack of documented administrative and academic procedures, recognizing the teachers' work, and the need to strengthen the accountability process. Through an improvement plan to which all members are committed, it will be possible to work towards achieving the outstanding level of quality standards and to have the support of educational advisors to enhance the institution's mission for the benefit of the students.

Keywords: quality standards, educational audit, educational advisory, quality education, educative community.

Introducción

El presente trabajo tiene como propósito describir el proceso de auditoría educativa basada en los 55 Estándares de Calidad establecidos por la Autoridad Nacional de Educación, realizada en la Unidad Educativa Fiscomisional San Juan Bosco. Esta exploración permite a las autoridades conocer los resultados de la evaluación situacional de la Gestión Escolar, Desempeño Profesional Directivo y Desempeño Profesional Docente. A partir de los hallazgos encontrados, se propone un plan de mejora que prevea un conjunto de criterios para abordar las situaciones desfavorables en la institución, con el fin de alcanzar un ambiente escolar más seguro, eficiente y propicio para el aprendizaje.

En 2017, el Ministerio de Educación estableció que los estándares de calidad educativa son parámetros de logros esperados, los cuales tienen como objetivo orientar, apoyar y monitorear la acción de los grupos de actores que conforman el Sistema Nacional de Educación para su mejora continua. Se distribuyen en estándares de aprendizaje, gestión escolar y desempeño profesional docente (Mineduc, 2017, p. 13).

El informe de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO, 2020) resalta que los estándares de calidad educativa son una herramienta fundamental para alcanzar la equidad y la inclusión en la educación. De hecho, estos estándares ayudan a las instituciones a garantizar que todos los estudiantes reciban una educación de calidad, independientemente de su contexto socioeconómico o ubicación geográfica. Además, Gómez y Martínez (2023) subrayan la importancia de contextualizar estos estándares para asegurar su relevancia en las realidades locales. En el caso de Ecuador, los estándares proporcionan una estructura clara para la evaluación de las escuelas y son esenciales para guiar los procesos de mejora continua.

La auditoría educativa es una herramienta crucial para evaluar el cumplimiento de los estándares de calidad en las instituciones educativas. Según Cabrera-Pinargote y Palma-Macías, (2022), la auditoría educativa es un proceso que permite diagnosticar, evaluar y corregir las prácticas educativas, ofreciendo a las instituciones una visión clara de sus fortalezas y debilidades. Este proceso se realiza a través de una evaluación exhaustiva que incluye análisis de la gestión escolar, el desempeño docente y la infraestructura, entre otros elementos.

La UNESCO (2020) destaca que la auditoría educativa debe ser vista no solo como un mecanismo de control, sino como una oportunidad para la mejora continua y el fortalecimiento de las instituciones educativas. La auditoría permite identificar áreas de mejora, lo que contribuye al desarrollo de planes de intervención eficaces y adaptados a las necesidades contextuales de cada institución. Asimismo, López et al. (2022) afirman que las auditorías son una herramienta clave para asegurar la calidad educativa, proporcionando a las instituciones una estructura para la rendición de cuentas y la transparencia en el uso de recursos y en la gestión pedagógica.

La educación enfrenta una serie de desafíos en la actualidad, desde la necesidad de adaptación a los cambios tecnológicos hasta la atención a problemas de seguridad en el entorno escolar. Riffo (2019) identifica la falta de recursos y de organización administrativa como algunos de los mayores obstáculos para lograr una educación de calidad en muchas instituciones educativas de América Latina.

Por otro lado, Obaco (2020) enfatiza que las instituciones educativas deben estar preparadas para enfrentar tanto los problemas internos como los factores externos, como la influencia de grupos delincuenciales, que pueden afectar negativamente el ambiente escolar. En este sentido, es fundamental que los planes de mejora aborden no solo las debilidades académicas o administrativas, sino también los problemas de seguridad que puedan existir en el entorno.

La comunidad educativa cumple un rol fundamental en alcanzar una educación de calidad, tomando en cuenta los estándares como una estrategia que claramente indica lo que se quiere transformar o alcanzar en la institución educativa. Garantizar una educación de calidad y calidez significa lograr la pertinencia, adecuación, contextualización y articulación de los contenidos, procesos y metodologías educativas a las diversas necesidades y realidades de los niños, niñas y adolescentes (Mineduc, Acuerdo Ministerial 0450, 2013).

Los procesos o planes de mejora ayudan a una institución educativa a alcanzar la Calidad Educativa. Cada proceso es parte de un conglomerado de acciones que conllevan responsabilidades, compromiso y entrega de quienes conforman la comunidad educativa. Un liderazgo horizontal, trabajo en equipo, sensibilización, propuestas innovadoras de cambio, desarrollo profesional, constante evaluación y seguimiento son los pilares fundamentales para que estos procesos de mejora se mantengan. Navarrete, Vera et al. y Navarrete, Muñoz, et al., (2019) señalan que el panorama educativo actual está marcado por una evolución constante en las metodologías de enseñanza, las cuales proveen a los estudiantes de una comprensión globalizada de las tendencias emergentes en el mercado laboral.

La gestión escolar eficiente es fundamental para el éxito de cualquier institución educativa. Riffo (2019) sostiene que una gestión administrativa sólida y bien organizada es crucial para asegurar la calidad educativa, ya que permite que todos los actores de la comunidad educativa (directivos, docentes, estudiantes y padres) desempeñen sus roles de manera efectiva. La falta de organización administrativa, como la ausencia de documentación clara de los procesos, puede tener un impacto negativo en el desempeño de la institución.

El desempeño profesional docente también es un factor clave para la calidad educativa. Navarrete, Vera et al. y Navarrete, Muñoz, et al., (2019) argumentan que el liderazgo pedagógico y el desarrollo profesional continuo de los docentes son esenciales para fomentar una enseñanza de alta calidad. En este sentido, las auditorías educativas pueden identificar

áreas en las que los docentes necesitan apoyo o capacitación, lo que permite a las instituciones diseñar planes de desarrollo profesional que fortalezcan sus competencias pedagógicas.

No obstante, la institución educativa bajo estudio ha enfrentado una variedad de desafíos, lo cual es una situación común ya que ningún entorno educativo está exento de cambios. Sin embargo, los retos más prominentes que esta institución enfrenta incluyen dificultades para establecer documentos que contengan los procedimientos administrativos y académicos. Esta falta de documentación representa un problema significativo, ya que implica una falta de organización del personal. Riffo (2019) afirma que la gestión administrativa debe estar bien fundamentada y organizada para garantizar la calidad en los centros escolares, lo que permite a los trabajadores desempeñar sus funciones de manera efectiva utilizando varias técnicas o estilos de manera lógica y coherente.

Los planes de mejora institucional son una respuesta directa a los hallazgos de las auditorías educativas. Según Obaco (2020), los planes de mejora no solo deben enfocarse en corregir las debilidades identificadas, sino también en anticipar futuros desafíos y oportunidades para el desarrollo. Un plan de mejora eficaz debe incluir un enfoque en la creación de un ambiente escolar seguro, que sea propicio para el aprendizaje y en el que se promueva la excelencia académica.

El diseño de estos planes debe ser inclusivo y participativo, involucrando a todos los actores de la comunidad educativa. López et al. (2022) destacan que la participación activa de docentes, estudiantes, padres de familia y personal administrativo es crucial para el éxito de los planes de mejora. Además, estos planes deben ser monitoreados y evaluados de manera constante para garantizar que se están logrando los objetivos propuestos y que se están superando las debilidades identificadas en la auditoría.

Más aún, es imperativo que la Unidad Educativa San Juan Bosco desarrolle e implemente un plan de mejora para identificar y abordar las debilidades o problemáticas que puedan surgir o se hayan identificado a través de una auditoría exhaustiva. Obaco (2020) sostiene que la educación debe estar estrechamente vinculada con la resolución de problemas, ya que esto influye en el desarrollo de los estudiantes. En el caso específico de la institución San Juan Bosco, es crucial enfrentar los obstáculos que puedan surgir, y que todo el personal a cargo de la institución debe estar preparado para ello. Es importante destacar que los inconvenientes no siempre se limitan al entorno interno; en ocasiones, los conflictos provienen del exterior, como la presencia de pandillas que merodean el plantel. Este último aspecto es especialmente relevante, ya que estas influencias externas pueden corromper a otros miembros de la comunidad educativa.

Considerando los antecedentes mencionados, el propósito del presente trabajo es llevar a cabo una auditoría en la escuela objeto de estudio y proponer un plan de mejora para abordar las situaciones desfavorables, con el fin de alcanzar un ambiente escolar más seguro y promover la excelencia académica.

Objetivos

Diseñar un plan de mejora integral en la Unidad Educativa Fiscomisional San Juan Bosco, tomando como referencia los estándares de calidad educativa, contribuyendo así a la mejora del clima escolar y promoviendo la excelencia académica.

Objetivos específicos

- Establecer metas y acciones alcanzables que permitan dar solución a los problemas identificados en la auditoría ejecutada a la Unidad Educativa Fiscomisional San Juan Bosco.
- Implementar un adecuado proceso de seguimiento y evaluación que permita el monitoreo de las metas y acciones planificadas en el plan de mejora.
- Diseñar planes y manuales de procedimientos administrativos de acuerdo al contexto institucional, fomentando la participación de la comunidad educativa.

Materiales y Métodos

La auditoría educativa realizada en la Unidad Educativa Fiscomisional San Juan Bosco empleó un enfoque mixto de investigación (cualitativo-cuantitativo) para garantizar un análisis integral de la situación institucional. El enfoque cualitativo se aplicó mediante entrevistas y observaciones directas, mientras que el enfoque cuantitativo permitió evaluar de manera objetiva el cumplimiento de los 55 estándares de calidad educativa proporcionados por el Ministerio de Educación del Ecuador.

La metodología cualitativa es ampliamente utilizada para profundizar en la comprensión de fenómenos sociales complejos, permitiendo a los investigadores explorar experiencias, percepciones y subjetividades de los participantes. Esta aproximación holística facilita captar cómo los individuos perciben y dan sentido a su realidad, enfocándose en la recolección de datos no numéricos mediante técnicas como entrevistas, observación o análisis documental (ATLAS.ti, 2023).

A través de la metodología cuantitativa se analizaron minuciosamente los medios de verificación de los 55 estándares de calidad, divididos en dimensiones, componentes e indicadores con sus respectivos criterios. Al ser una investigación aplicada en el lugar donde se realiza la acción administrativa pedagógica, se necesitó que el directivo facilitara toda la documentación existente de acuerdo a las dimensiones. Además, cada dimensión contó con una matriz automática en Excel de concreción de estándares, en la cual se registró el nivel de cumplimiento de cada estándar, utilizando una puntuación de 0 a 3, donde 0 indica que el estándar no se cumple y 3 un nivel de cumplimiento destacado. Dentro de la misma matriz se generó un resumen con porcentajes para cada componente de las cuatro dimensiones, lo que permitió conocer de manera general el nivel de cumplimiento de los 55 estándares de calidad.

La auditoría educativa se realizó con el fin de identificar debilidades y amenazas, y así poder mitigarlas mediante un plan de mejora. Además, se complementó con un análisis detallado, tanto descriptivo como analítico, para garantizar la calidad y actualidad de la información recopilada. El método analítico permitió una evaluación de los desafíos enfrentados por la institución. Según Herszenbaun (2022), este método se presenta como una estrategia racional que simplifica el examen cognitivo de un conjunto en sus partes y atributos, investigando sus múltiples relaciones, cualidades y constituyentes.

También se aplicó un trabajo de campo con el propósito de realizar la auditoría en el lugar de estudio, permitiendo así la recopilación de información primaria sin afectar los datos encontrados. De acuerdo con Sandoval (2022), este tipo de investigación implica la inmersión del investigador en el terreno para llevar a cabo etnografía o trabajo de campo, empleando diversas técnicas e instrumentos de observación y recolección de datos, y enfrentándose a realidades complejas.

Para la recolección de datos, se diseñaron y aplicaron los siguientes instrumentos:

1. Entrevistas semi-estructuradas: Las entrevistas estuvieron dirigidas a los directivos, docentes y personal administrativo de la institución. Las preguntas se enfocaron en cuatro dimensiones clave: gestión escolar, desempeño docente, recursos y ambiente educativo. Las preguntas incluyeron elementos abiertos para explorar percepciones subjetivas de los participantes. Entre los ejemplos de preguntas abiertas se pueden citar: “¿Cuáles son los indicadores clave de rendimiento utilizados para medir el éxito de la institución?”, “¿Cómo percibe la calidad de la gestión escolar?” y “¿Cuáles considera que son las áreas de mejora en el desempeño docente?”.
2. Observación: Se realizaron observaciones en clases y reuniones institucionales, enfocándose en aspectos como la interacción entre los docentes y los estudiantes, la organización de los recursos y el cumplimiento de los procedimientos administrativos. La observación se llevó a cabo siguiendo la matriz de concreción de la dimensión pedagógica, más la ficha de observación de clases y sus respectivos instrumentos.
3. Revisión documental: Se examinaron documentos administrativos, informes de gestión y documentación del personal docente para evaluar su alineación con los estándares de calidad. Este análisis documental fue esencial para corroborar la información cualitativa obtenida de las entrevistas y observaciones.

El análisis final consistió en una combinación de descripciones narrativas de los problemas identificados y su respectiva cuantificación en la matriz, lo que facilitó la priorización de las áreas de mejora y la propuesta de un plan de acción específico. Como resultado, se presentaron las matrices de concreción de estándares por cada dimensión con gráficos y porcentajes que reflejaban el nivel de cumplimiento de los estándares.

Resultados

Después de concluir la auditoría en la Unidad Educativa Fiscomisional San Juan Bosco, se lograron identificar aspectos vulnerables y posibles amenazas que requieren atención. Es importante resaltar que la auditoría se realizó en las cuatro dimensiones de los estándares de calidad educativa: gestión administrativa, gestión pedagógica, convivencia, participación escolar y cooperación, y seguridad escolar.

Cada estándar fue evaluado utilizando una escala ordinal que asigna puntuaciones basadas en el nivel de cumplimiento:

- No cumple (0): Indica que el estándar no ha sido implementado.
- En proceso (1): Refleja un cumplimiento parcial del estándar.
- Satisfactorio (2): Indica que el estándar se cumple, pero aún existen áreas de mejora.
- Destacado (3): Representa una práctica excelente que no solo cumple el estándar, sino que incorpora innovación y sostenibilidad a largo plazo.

En la matriz de concreción de los estándares de las cuatro dimensiones, se asignaron puntuaciones de acuerdo con la revisión de los medios de verificación. Por ejemplo, en la dimensión de gestión administrativa, componente organización institucional, estándar de gestión escolar D1.C1.GE1, “La oferta del servicio educativo guarda relación con lo que establece el documento vigente de Autorización de Creación y Funcionamiento de la institución”, se le asignó un puntaje de 2, cuyo indicador es satisfactorio, lo que representa un nivel alcanzado de que “cumple estándar”. Automáticamente, en la hoja de resultados de

Gestión Administrativa, la información asignada a cada estándar se va consolidando de manera estadística para luego ser expuesta en una hoja de resultados.

Tomando en consideración el ejemplo del párrafo anterior, cada uno de los estándares fue evaluado de la misma forma hasta completar el 100%. De esta manera, el indicador “No cumple” tiene una ponderación de 0 y se identifica con el color rojo, señalando que el estándar no ha sido implementado. A través de un plan de mejora se deben establecer metas y actividades que aborden las deficiencias identificadas y lograr la implementación del estándar. Por otro lado, el indicador “En proceso” con ponderación 1 se identifica con el color amarillo e indica que el estándar está parcialmente implementado. Al igual que el indicador anterior, la institución debe trabajar en acciones de mejora que permitan lograr el 100% de su cumplimiento. El indicador “Satisfactorio” tiene una ponderación de 2 y se reconoce por su color verde, lo que significa que se cumple con lo que establece el estándar. El indicador “Destacado” con ponderación 3 se identifica con el color turquesa, permitiendo reconocer una buena o novedosa práctica que cumple con el estándar y que es sostenible en el tiempo.

Después de haber analizado los medios de verificación de los 55 estándares de calidad, se presentan en la siguiente tabla los resultados obtenidos en cada uno de los estándares.

Tabla 1

Resultados de la auditoría de la Unidad Educativa Fiscomisional “San Juan Bosco”

ESTÁNDARES EVALUADOS (55)	CUMPLE	CUMPLE PARCIALMENTE	NO CUMPLE
<i>Gestión Escolar</i> (18)	14	4	0
<i>Desempeño Directivo</i> (21)	18	2	1
<i>Desempeño Docente</i> (16)	16	0	0
Total	48	6	1

La Tabla 1, presenta el resultado de la evaluación de los 55 estándares de calidad, estándares en los que, la Dimensión de Gestión Escolar (GE) 14 estándares se cumplen de manera satisfactoria, 4 de ellos se cumplen parcialmente. Por otra parte, en Desempeño Directivo (DI) 18 de los 21 estándares evaluados se cumplen satisfactoriamente; 2 se cumplen parcialmente y 1 no se ha implementado. En la Dimensión de Desempeño Docente (DO) los 16 estándares evaluados cumplen o se han implementado.

Tabla 2

Resultados de la auditoría de la Unidad Educativa Fiscomisional “San Juan Bosco”

ESTÁNDARES EVALUADOS (55)	CUMPLE	CUMPLE PARCIALMENTE	NO CUMPLE
<i>Gestión Escolar</i> (18)	78%	22%	0%
<i>Desempeño Directivo</i> (21)	86%	10%	4%
<i>Desempeño Docente</i> (16)	100%	0%	0%
Total	88%	11%	1%

En la Tabla 2, se observa que el 88% de los estándares se cumplen satisfactoriamente, lo que indica que la mayoría de las prácticas observadas están alineadas con las expectativas de calidad educativa. Sin embargo, el 11% de los estándares que se cumplen parcialmente, especialmente en la Gestión Escolar, sugiere la necesidad de revisar los procesos de implementación de políticas y estrategias pedagógicas. Por otro lado, el 1% de los estándares no implementado requiere especial atención y priorización en el plan de mejoras. Esto podría reflejar una falta de recursos o de formación específica para el personal, lo que impacta negativamente en la efectividad de las prácticas educativas.

Discusión

El proceso de auditoría educativa realizado en la Unidad Educativa Fiscomisional San Juan Bosco ha permitido obtener una visión clara sobre el estado actual de la institución en relación con los 55 estándares de calidad establecidos por la Autoridad Nacional de Educación. Los resultados revelan que, en términos generales, el 88% de los estándares se cumplen satisfactoriamente, lo que indica un compromiso sólido hacia la calidad educativa por parte de la comunidad educativa. Sin embargo, también se identificaron áreas críticas que requieren atención para optimizar su funcionamiento, particularmente en la Gestión Escolar y el Desempeño Directivo.

La identificación de que el 11% de los estándares se cumplen parcialmente es un llamado a la acción para los líderes de la institución. Esto sugiere que, aunque existen procesos implementados, su ejecución no es plena, lo que podría atribuirse a diversas causas, como la falta de recursos, capacitación insuficiente del personal o una carencia de un marco normativo interno claro. En particular, el hecho de que el 1% de los estándares de desempeño directivo no se cumpla indica la necesidad de fortalecer aún más el liderazgo en la institución, ya que un liderazgo pedagógico sólido es fundamental para el desarrollo de una cultura educativa positiva y eficaz (Navarrete, Vera et al.; Navarrete, Muñoz, et al., , 2019).

Además, el cumplimiento total del 100% en el Desempeño Docente sugiere que los docentes están bien preparados y comprometidos con su labor. Sin embargo, esto también resalta la necesidad de garantizar que el mismo nivel de compromiso y competencia se extienda a los niveles administrativos y directivos. La armonía entre el desempeño docente y directivo es esencial para crear un ambiente educativo cohesivo y eficaz. Como señala Riffo (2019), la gestión administrativa bien organizada es un pilar para asegurar que los estándares educativos se implementen adecuadamente.

Las áreas de mejora identificadas, en particular en Gestión Escolar, apuntan a la importancia de establecer procedimientos administrativos y académicos claros. Sin una documentación adecuada y una estructura organizativa, la efectividad del aprendizaje y la enseñanza puede verse comprometida. La falta de claridad en estos procesos puede generar confusiones que afectan la experiencia educativa general, tanto para docentes como para estudiantes (Herszenbaun, 2022).

En cuanto a los estándares que no se cumplen, es vital que la institución desarrolle un plan de mejora que no solo identifique estas debilidades, sino que también proponga estrategias concretas para abordarlas. Esto podría incluir la implementación de programas de formación continua para el personal, el establecimiento de un sistema de monitoreo y evaluación más robusto, así como la creación de espacios para el *feedback* y la reflexión sobre prácticas pedagógicas. La literatura sugiere que un enfoque colaborativo y participativo, donde toda la comunidad educativa esté involucrada en el proceso de mejora, puede conducir a resultados más sostenibles y efectivos (Obaco, 2020).

A partir de los resultados obtenidos en la auditoría de la Unidad Educativa Fiscomisional San Juan Bosco, se establecerá un plan de mejoras enfocado en superar las dificultades identificadas. Los objetivos derivados de este diagnóstico se centrarán en las áreas que requieren atención prioritaria, particularmente en Gestión Escolar y Desempeño Directivo. Aunque los resultados reflejan un compromiso general hacia la calidad educativa, también destacan la necesidad de implementar un plan de acción robusto que aborde estas áreas críticas.

Para ello, es fundamental poner énfasis en el desarrollo profesional tanto de directivos como de docentes, así como en la optimización de recursos y herramientas educativas. La revisión de los procesos de evaluación interna y la implementación de capacitaciones específicas contribuirán a mejorar el cumplimiento de los estándares, lo que a su vez elevará la calidad educativa en su conjunto. Este enfoque integral garantizará que la institución no solo aborde sus debilidades, sino que también fortalezca su compromiso con la excelencia educativa.

Propuesta de Mejora

La Unidad Educativa Fiscomisional San Juan Bosco se ha comprometido a mejorar la calidad educativa y la gestión institucional. Tras la reciente auditoría, se identificaron varias áreas críticas que requieren atención. Esta propuesta tiene como objetivo detallar un plan de mejora estructurado y específico, basado en los hallazgos de la auditoría, que no solo aborde las debilidades detectadas, sino que también potencie las fortalezas y aproveche las oportunidades existentes en la institución.

La priorización de los problemas identificados en la auditoría se realizó utilizando una matriz FODA institucional en la que se estableció el siguiente orden:

1. La institución no cuenta con el acta de entrega-recepción del informe de rendición de cuentas.
2. La institución cuenta con algunos procedimientos administrativos y/o académicos.
3. La institución educativa no dispone de resoluciones para disponer el reconocimiento de méritos.
4. La institución no ha diseñado un plan de capacitación interna, considerando las fortalezas del talento humano.
5. La institución no cuenta con una matriz de seguimiento a la implementación del plan de capacitación profesional.
6. Documento de procedimientos académicos y administrativos (uso de la infraestructura, equipamiento y recursos).
7. No se observan registros de asistencia a la socialización de procedimientos administrativos y académicos.

Entre las principales causas de estos problemas están:

1. Ausencia de un adecuado proceso para rendir cuentas a la comunidad educativa.
2. Planes y manuales de procedimiento administrativo y académicos no socializados o contruidos de manera participativa.
3. Limitación en los procesos de capacitación al personal docente.

Los efectos derivados de estas causas son:

1. Comunidad educativa desinformada de la gestión eficiente de recursos.
2. Incumplimiento de la normativa legal vigente.

3. Desmotivación del personal docente para desarrollar su actividad profesional.
4. Ausencia de prácticas educativas novedosas e innovadoras.

Para superar los problemas priorizados se plantea un plan de mejoras con metas alcanzables, acciones, recursos, tiempo, responsables y medios de monitoreo o seguimiento, conforme a la siguiente descripción.

La gestión educativa contemporánea demanda un enfoque sistemático y medible para alcanzar la excelencia institucional. Como señala Gómez-Martínez (2023), "la planificación estratégica en instituciones educativas debe fundamentarse en indicadores medibles y acciones específicas que permitan una evaluación objetiva del progreso" (p.45). Bajo esta premisa, se ha desarrollado un plan integral de mejora que abarca cinco áreas fundamentales de gestión institucional.

En primer lugar, el proceso de rendición de cuentas se fortalecerá mediante la implementación del formato estandarizado ISO 21001:2018, complementado con una plataforma digital para el seguimiento en tiempo real de indicadores. Rodríguez y Pérez (2024) enfatizan que "la rendición de cuentas efectiva requiere un sistema de documentación estructurado y accesible para toda la comunidad educativa" (p.78). Para asegurar su efectividad, se establecerán reuniones mensuales de seguimiento, buscando alcanzar una documentación completamente estandarizada, una asistencia del 95% en las reuniones de socialización y un 90% de satisfacción en las encuestas de retroalimentación. Los organismos institucionales tendrán como responsabilidad la ejecución del proceso de rendición de cuentas.

La optimización de procedimientos administrativos constituye el segundo pilar de este plan. Se implementará un mapeo de procesos utilizando la metodología BPM, acompañado de un sistema de gestión documental digital. Miranda (2024) destaca en su obra "Transformación Digital en Educación" que "la automatización de procesos administrativos puede incrementar la eficiencia operativa hasta en un 40%" (p.156). El personal recibirá capacitación específica, aspirando a reducir en un 30% el tiempo de procesamiento de trámites y alcanzar un 95% de digitalización documental. Directivos, Consejo Ejecutivo y coordinadores de las diferentes áreas de estudios ejecutarán estas acciones en un corto plazo.

El sistema de reconocimiento y estímulos se reformulará mediante una rúbrica estandarizada para evaluación docente y un programa de incentivos basado en métricas objetivas. López-Sánchez (2024) afirma que "la formación docente debe responder a necesidades específicas identificadas mediante diagnósticos precisos y medibles" (p.234). Se implementará un portafolio digital de logros docentes, estableciendo como metas un 100% de satisfacción con el sistema. Este reconocimiento se realizará en el programa de conmemoración de aniversario de la institución educativa; la comisión seleccionada garantizará que este proceso se lleve a cabo conforme lo determina el estándar.

La capacitación docente se abordará mediante un diagnóstico individual de competencias basado en el marco UNESCO, diseñando rutas de aprendizaje personalizadas y un sistema de microlearning. Se establecerá un mínimo de 40 horas de capacitación por docente, con un objetivo de 100% de aprobación en las evaluaciones posteriores y un incremento del 30% en el uso de herramientas tecnológicas. El directivo, con apoyo del Consejo Ejecutivo, planificará y dará seguimiento a los programas de capacitación interna de la institución, los cuales deben realizarse durante el año lectivo.

La gestión de infraestructura y recursos se modernizará con la implementación de un sistema CMMS y un checklist digital para inspecciones periódicas. Como señala Torres (2024) en "Gestión Educativa Integral", "el éxito de un plan de mejora radica en la precisión de sus indicadores y la claridad de sus mecanismos de seguimiento" (p.167). Se busca alcanzar un 95% de cumplimiento en el cronograma de mantenimiento y una reducción del 40% en el tiempo de respuesta a incidencias. El Comité de Conservación y Mantenimiento será quien estará a cargo de su monitoreo y evaluación.

La implementación se estructurará en tres fases principales: diagnóstico, implementación y evaluación. Para garantizar un seguimiento efectivo, se implementará un dashboard digital que permitirá el monitoreo en tiempo real de indicadores, alertas tempranas de desviaciones y la generación automática de reportes de progreso. Este plan integral de mejora institucional se fundamenta en la metodología PDCA, asegurando un ciclo constante de evaluación y ajuste. La incorporación de tecnología, indicadores precisos y mecanismos de seguimiento claros permitirá una transformación significativa en la gestión institucional, conduciendo hacia la excelencia educativa que nuestra comunidad merece.

El éxito de este plan de mejoras depende del compromiso de toda la comunidad educativa. El gestor educativo debe fomentar un liderazgo colaborativo, donde cada miembro del equipo participe activamente en la implementación y seguimiento de las acciones propuestas. La evaluación periódica de los indicadores de éxito permitirá realizar ajustes y asegurar que la institución avance hacia una gestión educativa más eficiente y efectiva. La participación activa y el compromiso de todos serán clave para alcanzar nuestras metas y mejorar la calidad educativa de la Unidad Educativa Fiscomisional San Juan Bosco.

Conclusiones

Los resultados de la auditoría realizada en la Unidad Educativa Fiscomisional San Juan Bosco revelan un cumplimiento del 88% de los estándares de calidad educativa, lo que indica un compromiso sólido hacia la mejora continua en la institución. Sin embargo, este porcentaje también subraya la necesidad urgente de abordar las áreas identificadas como vulnerables, particularmente en Gestión Escolar y Desempeño Directivo.

La falta de rendición de cuentas y la debilidad en la gestión administrativa son dos aspectos críticos que afectan la efectividad del sistema educativo. Estas deficiencias no solo limitan la capacidad de la institución para alcanzar su máximo potencial, sino que también pueden afectar la experiencia educativa de los estudiantes y la confianza de la comunidad educativa. Por lo tanto, es fundamental que las recomendaciones propuestas en este informe se implementen con prioridad.

Es necesario fortalecer algunos procesos para garantizar un desempeño más eficiente y alineado a la normativa. Asimismo, es importante resaltar que cualquier puntaje en el rango de "en proceso" (1) o "no cumple" (0) indicaría que es urgente diseñar planes de mejora que superen las debilidades identificadas. Los logros deben ser documentados y replicados en otras áreas de la institución para fomentar una mejora integral y continua.

Una vez que la Unidad Educativa Fiscomisional San Juan Bosco haya implementado el plan de mejoras, junto con su equipo directivo y docente, debe trabajar para llevar los estándares hacia el nivel destacado, es decir, ser referente de calidad a nivel local o nacional. Contar con acompañamiento por parte de asesores educativos coadyuvará para que la institución pueda potenciar su propósito misional en beneficio de los jóvenes que se educan en ella.

Reconocimientos

Los autores declaran la contribución y participación equitativa de roles de autoría para esta publicación.

Referencias

- Asamblea Nacional. (2021). *Ley orgánica reformativa de la ley orgánica de educación intercultural*. Quito: Asamblea Nacional. <https://www.asambleanacional.gob.ec/documentos/2021/ley-organica-reformativa-ley-organica-educacion-intercultural>
- Cabrera-Pinargote, E. S., & Palma-Macías, G. R. (2022). Auditoría Educativa y su Relación con la Calidad de Educación en América Latina. *Revista Científica Multidisciplinaria Arbitrada Yachasun*, 6(10 Ed. esp), 65–84. <https://editorialibkn.com/index.php/Yachasun/article/view/210>
- Gómez, J., & Martínez, L. (2023). *Evaluación de la calidad educativa: Contexto y estándares en Ecuador*. Editorial XYZ. Gómez-Martínez, A. (2023). *Gestión educativa contemporánea: Nuevos paradigmas para instituciones modernas*. Editorial Académica.
- Herszenbaun, M. (2022). Método analítico y la carencia de síntesis en “El conocer analítico” de la Ciencia de la lógica de Hegel. *Nuevo Itinerario*, 18(2), 92–102. <https://doi.org/10.30972/nvt.1826199>
- López, J., & Jiménez, M. (2020). *Gestión de proyectos: Herramientas y estrategias para la planificación efectiva*. Ediciones Empresariales.
- López, M., Fernández, J., & Castro, P. (2022). La participación de la comunidad educativa en el diseño de planes de mejora. *Revista de Educación y Formación*, 45(2), 123-135. López-Sánchez, M. (2024). Innovación en gestión educativa: Un enfoque sistémico para el siglo XXI. *Revista de Educación Moderna*, 15(2), 45-67. Mineduc. (2012). *Documento de apoyo para plan de mejora*. Quito: Mineduc.
- Mineduc. (2013). *Manual de mantenimiento recurrente y preventivo de los espacios educativos*. Quito: Ministerio de Educación. https://educacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/06/Manual_infraestructura.pdf
- Mineduc. (2017). *Manual para la implementación y evaluación de los estándares de calidad educativa*. Quito: Medios Públicos EP.
- Miranda, R. (2024). *Transformación digital en educación: Guía práctica para instituciones educativas*. Editorial Tecnos.
- Navarrete, G., Vera, M. & Idrovo, K.. (2019). Un nuevo mundo educativo: organización, funcionamiento y estructura. Una propuesta a la educación ecuatoriana. *Espirales*, 3(26). <https://www.redalyc.org/journal/5732/573263325005/html/>
- Navarrete, A., Muñoz, A., & Medina, C. (2019). La evolución de las metodologías educativas y su impacto en el aprendizaje. *Revista de Educación*, 10(2), 45-56. Obaco, E. (2020). Competencias docentes para la resolución de conflictos en el ámbito escolar. *EDUCERE La Revista Venezolana de Educación*, 37-46. <https://www.redalyc.org/journal/356/35663240004/html/>
- Riffo, R. (2019). Gestión administrativa y de calidad en los centros escolares de los Chorrillos. *Revista Scientific*, 153-172.
- Rodríguez, J., & Pérez, M. (2024). *Sistemas de gestión educativa: Implementación y evaluación institucional*. Editorial Educativa.
- Sandoval, E. (2022). El trabajo de campo en la investigación social en tiempos de pandemia. *Espacio Abierto. Cuaderno Venezolano de Sociología*, 31(3), 10-22. https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1315-00062022000300010
- Torres, L. (2024). Gestión educativa integral: Metodologías y herramientas para la excelencia institucional. *Revista Internacional de Gestión Educativa*, 8(3), 123-145. UNESCO. (2020). *Inclusion and education: All means all. Global education monitoring report 2020*. UNESCO. <https://gem-report-2020.unesco.org>
- Villanueva, F., & Torres, L. (2023). El impacto de los estándares de calidad en la gestión educativa. *Revista Educativa y Pedagógica*, 15(4), 190-205.

Plan de Mejora en la Unidad Educativa “Cardenal Richard Cushing”

Improvement Plan for the “Cardenal Richard Cushing” School

Dayse Mena Sinche¹ <https://orcid.org/0000-0002-8780-4022>,
Christian Ronald Armendáriz Zambrano¹ <https://orcid.org/0000-0001-9404-2241>, Ana Elisa Del
Carmen Pérez Finol¹ <https://orcid.org/0000-0003-4781-6122>

¹Universidad de Especialidades Espíritu Santo, Samborondón, Ecuador
dkmena@uees.edu.ec, chrisarmendariz@uees.edu.ec,
eperezfinol@uees.edu.ec



Esta obra está bajo una licencia internacional
Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0.

Enviado: 2024/08/28

Aceptado: 2024/12/26

Publicado: 2024/12/30

Resumen

La auditoría y la asesoría educativa son procesos formales e interdependientes que tienen como finalidad fomentar la mejora continua dentro de los procesos educativos. La auditoría se presenta como un seguimiento y evaluación de los procesos pedagógicos y de gestión, basada en los estándares educativos nacionales, mientras que la asesoría es una acción técnica de carácter profesional cuya función principal es orientar la gestión institucional. Con el propósito de alcanzar la excelencia educativa en la Unidad Educativa “Cardenal Richard Cushing”, se ha propuesto diseñar un plan de mejora que permita optimizar la gestión de los procesos educativos a partir de la evaluación de los estándares de calidad educativa. Para alcanzar este objetivo, se ha recurrido a una metodología con enfoque cualitativo y diseño metodológico de investigación-acción. Los principales resultados indican que la institución tiene una cultura organizacional orientada hacia la calidad; no obstante, hay un pequeño porcentaje de estándares que requieren análisis para proponer acciones de mejora que se alineen con esta cultura.

Palabras clave: auditoría, asesoría, estándar educativo, gestión institucional, calidad educativa.

Sumario: Introducción, Metodología, Resultados y Discusión, Plan de Mejora, Conclusiones.

Como citar: Mena, D., Armendáriz, C. & Pérez, A. (2024). Plan de Mejora en la Unidad Educativa “Cardenal Richard Cushing”. *Revista Tecnológica - Espol*, 36(2), 230-249.
<https://rte.espol.edu.ec/index.php/tecnologica/article/view/1244>

Abstract

Educational auditing and counselling are formal and interdependent processes that foster continuous improvement within educational processes. Auditing monitors and evaluates pedagogical and management processes based on national educational standards. At the same time, counselling is a technical action of a professional nature whose main function is to guide institutional management. In order to achieve educational excellence in the "Cardenal Richard Cushing" school, we proposed the design of an improvement plan to optimize the management of educational processes based on the evaluation of educational quality standards. In order to achieve this objective, a qualitative approach and action-research methodological design were used. The main results indicate that the institution has an organizational culture oriented towards quality, however, a small percentage of standards requires further analysis to suggest improvement actions that are aligned with this organizational culture.

Keywords: auditing, consulting, educational standard, institutional management, educational quality.

Introducción

Hablar de calidad educativa es complejo y su concepto está sujeto al dinamismo de la sociedad en el tiempo, lo que involucra aspectos políticos, sociales, económicos y culturales. Como parte de su iniciativa para garantizar una educación inclusiva, equitativa y de calidad, la Organización de las Naciones Unidas (2018) ha propuesto el cuarto Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS) en la Agenda 2030.

En este sentido, los países miembros han dirigido sus esfuerzos hacia la consecución de la calidad educativa, puesto que es fundamental para que los ciudadanos obtengan una formación en valores, con respeto hacia el bien ajeno y orientados hacia los principios sociales de convivencia y paz, mismos que permiten alcanzar un país con igualdad de oportunidades y desarrollo sostenible (Carriazo et al., 2020).

Uno de los elementos clave para alcanzar la calidad es la revisión y mejora de los procesos mediante auditorías y asesorías. Según Kooli (2019), las auditorías evalúan la eficacia del sistema al verificar su capacidad para cumplir metas y objetivos, constituyéndose también en un componente esencial de la mejora continua. Por su parte, las asesorías, tanto internas como externas, facilitan el desarrollo e implementación de procedimientos de gestión de calidad. Así, la aplicación conjunta de ambas herramientas en el ámbito educativo permite evaluar y orientar el cumplimiento de los estándares que definen la calidad educativa.

Existen múltiples caminos para asegurar la calidad educativa. Una de estas maneras es implementar o auditar bajo la norma ISO: 21001 (2018), norma que toma como base los principios de enfoque a los estudiantes, liderazgo visionario, compromiso de las personas, enfoque a procesos, mejora, toma de decisiones basada en la evidencia, gestión de las relaciones, responsabilidad social, accesibilidad y equidad, conducta ética y seguridad y protección de datos.

De manera similar, Fonseca (2022) manifiesta que el modelo EFQM de excelencia también puede ser aplicado al ámbito educativo. La puesta en práctica de este modelo permite efectuar comparaciones con referentes para ejecutar planes o acciones de mejora con la finalidad de obtener resultados óptimos y sostenibles en caso de ser necesario; por lo tanto, este modelo impulsa a las organizaciones hacia la excelencia a través de la mejora continua.

El Ecuador, a través del Ministerio de Educación (2017), orienta sus esfuerzos para alcanzar la calidad educativa a través de un enfoque multidimensional que toma como parte fundamental el servicio educativo, los actores que lo impulsan y los productos que se generan para alcanzar las metas que conducen hacia una sociedad próspera y con igualdad de oportunidades. De esta manera, no solo aborda aspectos académicos como el rendimiento escolar, sino que también involucra el desarrollo y transformación de estudiantes, docentes y centros educativos que se plasman en 55 estándares educativos.

Reconociendo la importancia de alcanzar la calidad educativa en los procesos formales de los centros educativos del país, la presente investigación aborda los fundamentos teóricos y metodológicos que sustentan la asesoría y auditoría educativa como procesos fundamentales para alcanzar la anhelada excelencia educativa; diagnostica el estado situacional de la Unidad Educativa “Cardenal Richard Cushing” a través de la valoración de los 55 estándares educativos y, finalmente, propone un plan de mejora que permita optimizar la gestión de los procesos educativos a partir de la evaluación de los estándares de calidad educativa.

Revisión de Literatura

La auditoría y asesoría educativa se erigen como pilares fundamentales en la búsqueda de la excelencia en el ámbito educativo. Estos procesos deben ser incluidos dentro de la gestión integral de una institución educativa. La auditoría, en particular, puede ser aplicada tanto por agentes internos como externos. En el primer caso, su propósito radica en facilitar un autoanálisis institucional que permita identificar y abordar áreas de mejora. Por otro lado, cuando es llevada a cabo por un agente externo, proporciona una evaluación objetiva de cómo la institución se proyecta.

Al mismo tiempo, se destaca que la auditoría y la asesoría educativa son interdependientes, puesto que su finalidad radica en fomentar la mejora continua dentro de los procesos educativos. La asesoría, en este contexto, actúa como una guía estratégica que orienta las acciones de la institución adaptándose a su entorno y respetando su identidad. Así también impulsa la mejora y transformación de las acciones educativas para alcanzar los estándares establecidos por los organismos rectores de la educación.

Por lo tanto, este enfoque conlleva la implementación de acciones específicas y bien dirigidas, que conforman un plan de mejora, el cual debe ser elaborado de acuerdo con lineamientos y normativas legales y basado en la asignación de recursos, condiciones del entorno y tiempos adecuados para su ejecución. De este modo, se delimita un marco estructurado que garantiza la viabilidad y el cumplimiento de los objetivos trazados a fin de alcanzar la calidad educativa.

En consecuencia, resulta necesario abordar el desarrollo de las variables de investigación relacionadas con la auditoría y la asesoría educativa desde un enfoque integrador que permita entender sus características y su dinámica para la construcción de un plan de mejora.

Auditoría Educativa

La auditoría es una evaluación objetiva, completa e integral de las actividades y operaciones que realiza una organización para cumplir con sus fines y objetivos; centra su propósito en la proactividad, la mejora continua y la búsqueda del logro de la eficiencia y eficacia en la organización. Para esto, considera todos los elementos que conforman una organización y analiza la efectividad de las políticas internas, normas y resoluciones adoptadas por sus líderes (Medina et al., 2020).

Las auditorías entonces son concebidas como una actividad independiente y objetiva de aseguramiento y consultoría diseñada para agregar valor y mejorar las operaciones de una organización (Turetken et al., 2020). Es así como la auditoría se transforma en una herramienta que orienta a una organización a alcanzar sus objetivos al aplicar un enfoque sistemático y disciplinado para evaluar y mejorar la efectividad de los procesos de gestión, control y administración.

En este orden de ideas, la auditoría educativa es un seguimiento y evaluación de los procesos pedagógicos y de gestión, proporcionando un diagnóstico acerca del nivel de desempeño que presentan los indicadores y estándares educativos y, en función de esos resultados, se toman decisiones que permiten asegurar una educación de calidad (Cabrera y Palma, 2022). De este modo, la auditoría permite una retroalimentación de los procesos evaluados que brinda información de los principales resultados para la toma de decisiones y el control del cumplimiento de los estándares planteados por el Ministerio de Educación (2017).

Según el Reglamento de la Ley Orgánica de Educación Intercultural propuesto por el Ministerio de Educación (2023), las auditorías educativas en el Ecuador son realizadas por el auditor educativo, quien tiene como función proveer a las autoridades nacionales y al sistema educativo de información acerca de la evaluación de la gestión de la calidad y los niveles de logro alcanzados por las instituciones educativas en relación con los estándares de calidad educativa.

En este sentido, el informe de auditoría emitido se presenta como un documento que ofrece a la institución educativa y a los miembros de la comunidad en general información sobre la calidad de la educación en ellas (Ministerio de Educación del Ecuador, 2013a,c). Los resultados obtenidos por los auditores educativos proporcionan una evaluación imparcial del estado de la institución y tienen como objetivo ayudar en la gestión de su mejora, crecimiento y cambio.

Por lo tanto, la auditoría educativa debe: 1) atender a las unidades educativas según su diagnóstico de necesidades; 2) garantizar la rendición de cuentas; 3) permitir el desarrollo de la organización escolar; 4) estar centrada en estándares; 5) tomar como punto de partida las evidencias que la institución educativa presente; 6) hacer públicos los resultados e informes de los hallazgos.

Las auditorías educativas en el Ecuador son realizadas por el equipo de auditores del Ministerio de Educación, manejan un criterio de auditoría proporcional según las necesidades y los niveles de riesgo de cada unidad educativa y se establecen de dos formas: regulares y especiales. Las auditorías regulares pueden ser generales o de seguimiento, mientras que las auditorías especiales son de renovación y control, y de fiscalización (Ministerio de Educación, 2016).

De acuerdo con el Ministerio de Educación (2013a), todo tipo de auditoría en el país está constituida por dos etapas: 1) etapa de monitoreo en la que se determinan los rangos de cumplimiento de las instituciones educativas a través de un sistema integrado de información; 2) etapa de informe de auditoría que se apoya en la autoevaluación de la institución educativa y la evaluación realizada por dos auditores en un rango de dos a tres días.

Los estudios de implementación de auditorías educativas a nivel nacional son limitados, no obstante, su aplicación en otros países muestra el impacto de estos procesos en la gestión educativa para encontrar fortalezas y puntos de debilidad que pueden ser aprovechados

(Munadi y Aisyiah, 2022), identificar oportunidades de mejora y evaluar la eficacia y eficiencia de todas las medidas de seguimiento (Vykydal et al., 2020), y adecuar los procesos educativos y de gestión a los requisitos legales de cada país (Reznik, 2021).

A pesar de que los beneficios de la implementación de la asesoría educativa son múltiples, existen algunos desafíos que deben abordarse para orientar estos procesos hacia el éxito. En este sentido, Vykydal et al. (2020) señalan los siguientes aspectos como desafíos al momento de implementar una auditoría: 1) las instituciones de enseñanza deben contar con un número suficiente de auditores formados; 2) los auditores deben ser formados en el intercambio de buenas prácticas y en aprender de sus propios errores; 3) los equipos de auditoría deben cambiarse o rotar periódicamente para evitar el sesgo; 4) debe existir un sistema de motivación adecuado para los auditores para apoyar el enfoque proactivo de la auditoría; 5) todas las auditorías deben orientarse al rendimiento y los riesgos de los procesos.

Asesoría Educativa

La asesoría es una de las principales herramientas que tiene el potencial de cambiar la realidad de los centros educativos, permitiéndoles alcanzar la mejora y, a través de ello, una educación de calidad. Para Bernárdez et al. (2021), su finalidad es asistir, enriquecer o apoyar en la tarea de formar sentido, identidad y oportunidades. Esto conlleva la implementación de estrategias orientadas a moldear las identidades de las personas involucradas, así como proporcionar un espectro específico de opciones para el crecimiento personal, social y profesional dentro del marco de las instituciones educativas.

El asesoramiento es una acción técnica de carácter profesional para dirigir la gestión institucional hacia el cumplimiento de los estándares de calidad educativa. En este sentido, Navareño (2020) indica que, mediante el asesoramiento y apoyo pedagógico completo, se proporciona la orientación, cooperación, asistencia y los medios necesarios para desarrollar un proyecto institucional que unifique todas las acciones (programas, proyectos, actividades, entre otros) llevadas a cabo en la institución, dándoles coherencia y orientándolas de tal manera que apoyen el cumplimiento de los objetivos educativos propuestos.

A este respecto, el Ministerio de Educación del Ecuador (2013b), a través del Acuerdo Ministerial 0450-13, manifiesta que la asesoría debe ser un proceso:

1. Sistemático, flexible y constante.
2. Colaborativo con los planteles, que permita una construcción conjunta y consensuada del asesoramiento.
3. Promotor en la comunidad educativa, en los planteles, en los directivos y en los docentes de “responsabilidades compartidas” a fin de garantizar el derecho de todos a una educación de calidad.
4. Responsable de los procesos metacognitivos de reflexión profesional a fin de dejar capacidad instalada y de institucionalizar parte de las condiciones del cambio para asegurar así su continuidad.
5. Dinamizador de las relaciones con la comunidad (p.9).

La asesoría educativa es una función que, junto con la auditoría educativa, reemplazó a la supervisión escolar en la transición del sistema educativo ecuatoriano. Según lo señala Vallejo (2021), esta labor emerge a partir de una redefinición del marco para la tarea de los supervisores educativos surgida de las necesidades de modernizar el Estado y de un profundo cuestionamiento social de parte de estos agentes estatales. De este modo, el Ministerio de

Educación la considera como una acción técnica de carácter profesional cuya función principal es orientar la gestión institucional.

Del mismo modo, el Reglamento a la Ley Orgánica de Educación Intercultural propuesto por el Ministerio de Educación (2023, p.85), en su artículo 270, define al asesoramiento como una actividad con el propósito de “realizar un acompañamiento integral, continuo, respetuoso, flexible y contextualizado, que incentive la mejora educativa mediante aprendizajes significativos y acciones permanentes que impulsen la reflexión sobre la práctica educativa y la toma de decisiones”. Adicionalmente, este mismo artículo define las funciones específicas del asesor educativo, entre las que destacan la labor de proponer, a la autoridad del establecimiento, estrategias o actividades de atención a problemáticas específicas de cada institución y monitorear su implementación.

Adicionalmente, el acuerdo 0450-13 manifiesta que las funciones del asesor educativo consisten en: 1) asesorar y orientar para la implementación, desarrollo y ejecución curricular; 2) orientar actividades de innovación y cambio educativo; 3) la comunicación y coordinación pedagógica; y 4) el acompañamiento y seguimiento de los procesos pedagógicos y de gestión institucional.

Aunque la asesoría educativa ofrece grandes beneficios, enfrenta varios desafíos que deben ser superados. Calderón y López (2021) destacan el desconocimiento de las funciones del asesor, su formación insuficiente y la resistencia de los docentes; además, la falta de tiempo, recursos y apoyo institucional, así como la ambigüedad en los roles, como elementos que dificultan un acompañamiento eficaz a las instituciones. Estos desafíos no solo limitan el impacto de la asesoría, sino que también frenan el desarrollo integral de los procesos educativos. Por lo tanto, es necesario mejorar la formación continua de los asesores y fortalecer la coordinación con docentes y directivos para optimizar los procesos educativos.

Cuando se superan las barreras que limitan la implementación de una asesoría efectiva, los resultados pueden ser muy positivos. En este contexto, la investigación de Bonilla Santamaría y Ferra-Torres (2021) muestra que el papel de los asesores es crucial para la implementación, desarrollo y mejora de programas educativos. Los autores destacan que el asesoramiento permitió concretar una comunidad virtual de aprendizaje, basada en el diseño de situaciones didácticas fortalecidas por la integración de elementos curriculares, la planificación de actividades articuladas, el apoyo a la labor docente, la observación en el aula, así como el seguimiento y evaluación continuos.

Bajo este mismo contexto, en el trabajo de Olvera (2020) se manifiesta que la gestión pedagógica debe ser integral y no solo un elemento de supervisión, puesto que se crean dificultades para alcanzar una verdadera calidad educativa. En este sentido, el acompañamiento o asesoramiento es necesario para mejorar la gestión de los distintos procesos que surgen en el quehacer educativo. De este modo, la autora, al correlacionar las variables de gestión pedagógica y gestión de calidad en una muestra de 46 docentes, encontró una correlación alta entre dichas variables, al mismo tiempo que determinó que una adecuada gestión pedagógica influía en la eficiencia de los resultados de una unidad educativa de Guayaquil.

Plan de Mejora

El plan de mejora es una herramienta esencial en el proceso de mejora continua, actuando como un elemento clave para su desarrollo. Este plan exige el compromiso de todos los responsables académicos relacionados con el programa de estudio, y su propósito es definir estratégicamente los cambios necesarios en los procesos organizacionales para mejorar la

calidad del servicio educativo (ANECA, 2021). Por lo tanto, el plan no solo ayuda a identificar áreas de mejora, sino que también define un marco para el monitoreo y la gestión de las acciones, incluyendo la implementación de medidas correctivas ante imprevistos.

De acuerdo con lo establecido por el Ministerio de Educación (2014), el plan de mejora a nivel educativo debe considerar los siguientes elementos: análisis del contexto para identificar los problemas priorizados; metas por alcanzar; acciones concretas para alcanzar las metas planteadas; recursos humanos, físicos, financieros y tecnológicos con los que se dispone en el centro educativo; responsables de ejecutar las acciones propuestas; seguimiento para realizar los ajustes pertinentes y, finalmente, resultados como evidencia de las acciones ejecutadas.

De acuerdo con Proaño et al. (2017), la elaboración de un plan de mejora requiere como primer paso el análisis de las posibles causas que han contribuido a que el problema se presente y se mantenga a través del tiempo. Posteriormente, se debe desarrollar la propuesta en sí misma y la planificación, seguido de la ejecución del plan de mejora y el seguimiento, y finalmente, la evaluación como mecanismo para la verificación del cumplimiento del plan de mejora.

En la etapa de análisis, Proaño et al. (2017) consideran necesario: 1) determinar el área y los procesos que requieren mejoras, priorizándolos según su importancia en relación con la misión, visión y metas estratégicas de la organización; 2) examinar cómo afecta el proceso en cuestión al logro de los objetivos estratégicos establecidos por la empresa; 3) describir las causas y los efectos adversos del problema, utilizando para ello una variedad de herramientas y métodos de análisis como FODA, diagramas de árbol, diagramas de causa-efecto, entre otros.

La segunda etapa comprende el desarrollo de la planificación estratégica. Para Cubero (2019), es un paso fundamental puesto que, sin una planificación adecuada, es difícil asegurar el correcto funcionamiento de una empresa. Este proceso está íntimamente ligado a anticiparse al futuro, buscando minimizar la incertidumbre a través de la evaluación de distintas alternativas ante situaciones específicas. Por tanto, la planificación implica un análisis detallado del entorno y la situación actual de la organización, así como de su misión y estrategias para alcanzar los objetivos propuestos, la eficacia en la consecución de resultados y el nivel de satisfacción de las necesidades de los clientes o usuarios.

Durante la etapa de ejecución, se llevan a cabo las mejoras y cambios previstos en los procesos, desarrollando las tareas planificadas y poniendo en acción lo que se ha organizado. Es vital asegurar que la ejecución de estas implementaciones se realice conforme a lo planeado, adhiriéndose a los procedimientos definidos y utilizando los recursos previamente asignados (Espitia, 2016). Esta etapa es fundamental para evaluar la efectividad de las estrategias propuestas y para la recolección de datos importantes que serán examinados en la fase subsiguiente.

Finalmente, la evaluación, en palabras de Hernández (2021), es un proceso que requiere no solo la verificación de aspectos por mejorar, sino también la toma de decisiones y, por lo tanto, la retroalimentación de los procesos obtenidos de acuerdo con los resultados. En consecuencia, la evaluación se entiende como una herramienta clave que genera planes para optimizar procesos; su rol esencial es comprobar, examinar y proporcionar lineamientos sobre los procesos que muestran desgaste o afectan negativamente el cumplimiento de los estándares de calidad.

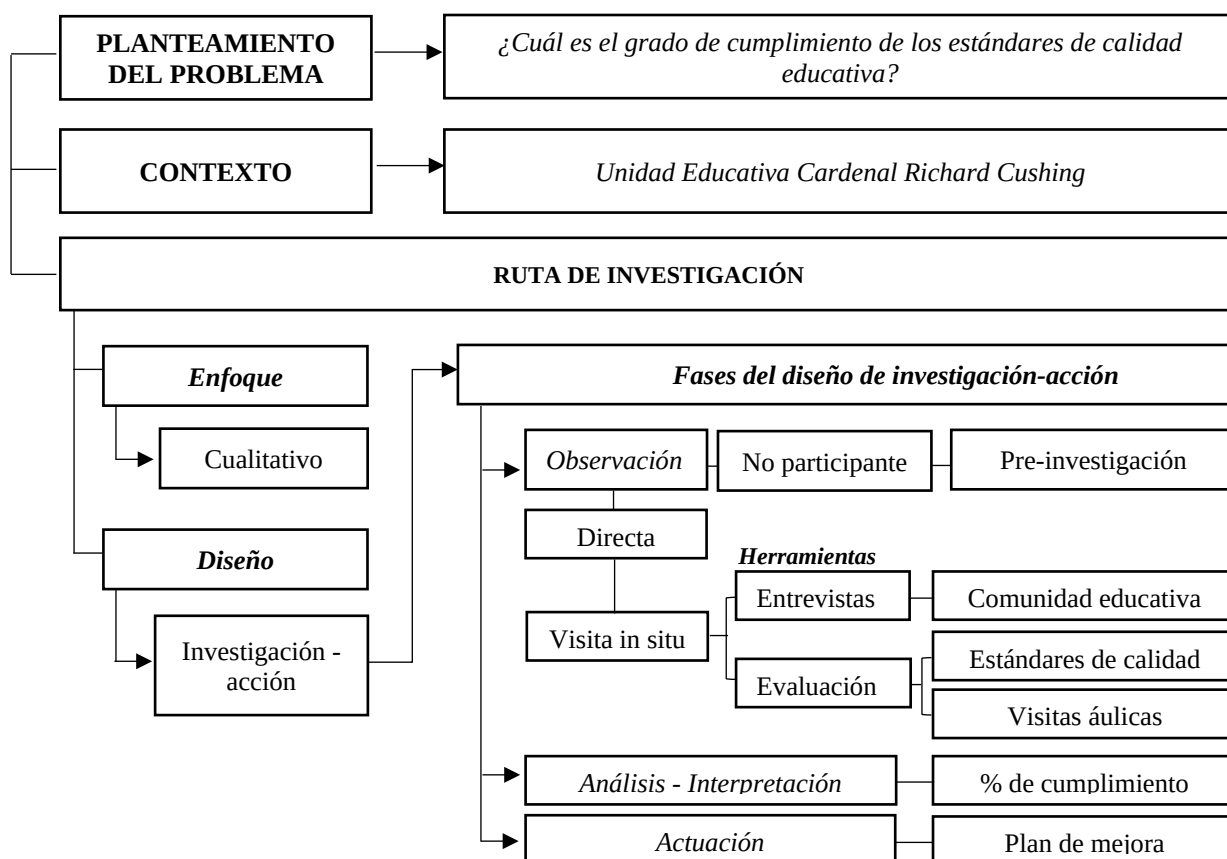
Metodología

El presente artículo se enfoca en el diseño de un plan de mejora destinado al cumplimiento de los estándares de calidad educativa establecidos por el Ministerio de Educación en la Unidad Educativa “Cardenal Richard Cushing”. Para alcanzar este propósito, se realizó un proceso de auditoría que tuvo una duración de tres días en jornadas de ocho horas, el cual, según la Subsecretaría de Apoyo, Seguimiento y Regulación de la Educación (SASRE), en su Manual de Procesos, Procedimientos y Políticas de Auditoría Educativa (2013), inicia a partir de la observación técnica y pedagógica.

La observación permite identificar tanto las buenas prácticas como las necesidades de mejora en las instituciones educativas, lo cual fundamenta un proceso sistemático que da lugar a la investigación. Bajo esta idea, Hernández y Mendoza (2018) definen la investigación como un conjunto de pasos ordenados, críticos y empíricos aplicados al estudio de un fenómeno o problema con el fin de ampliar el conocimiento. La Figura 1 muestra la ruta de trabajo seguida.

Figura 1

Ruta de trabajo



El enfoque metodológico adoptado en esta auditoría fue cualitativo, lo que permitió explicar y comprender hechos sociales a partir del análisis e interpretación de la realidad (Piña, 2023). Bajo este enfoque, se realizó un diagnóstico situacional de la institución educativa analizada en términos del cumplimiento de los estándares. Este análisis se focalizó en la dinámica interna para identificar sus particularidades, mismas que orientaron las acciones de mejora propuestas en el plan. Es importante señalar que estas acciones se ajustaron a las directrices establecidas por el Ministerio de Educación.

El diseño metodológico adoptado es de investigación-acción de naturaleza práctica, lo que posibilitó la expansión de la comprensión de la realidad para generar respuestas concretas a problemáticas que afectan a la sociedad (Guevara et al., 2020). Mediante un proceso integrador y participativo con los miembros de la comunidad educativa, sumado a la observación por parte del investigador, se identificó la realidad institucional definiendo sus fortalezas y debilidades. Con base en esta información, se tomaron decisiones y se plantearon estrategias para conformar el plan de mejora respetando su identidad.

La primera fase del diseño metodológico fue la observación, realizada de forma no participante y directa para explorar el contexto de desarrollo, comprender los procesos e identificar los principales problemas (Piza et al., 2019). La observación no participante se sustentó en la pre-investigación de los documentos administrativos y pedagógicos de la institución; por otro lado, la observación directa abarcó la aplicación de herramientas a los miembros de la comunidad educativa y sus procesos, como entrevistas individuales y grupales, evaluaciones del cumplimiento de estándares y visitas áulicas, respectivamente.

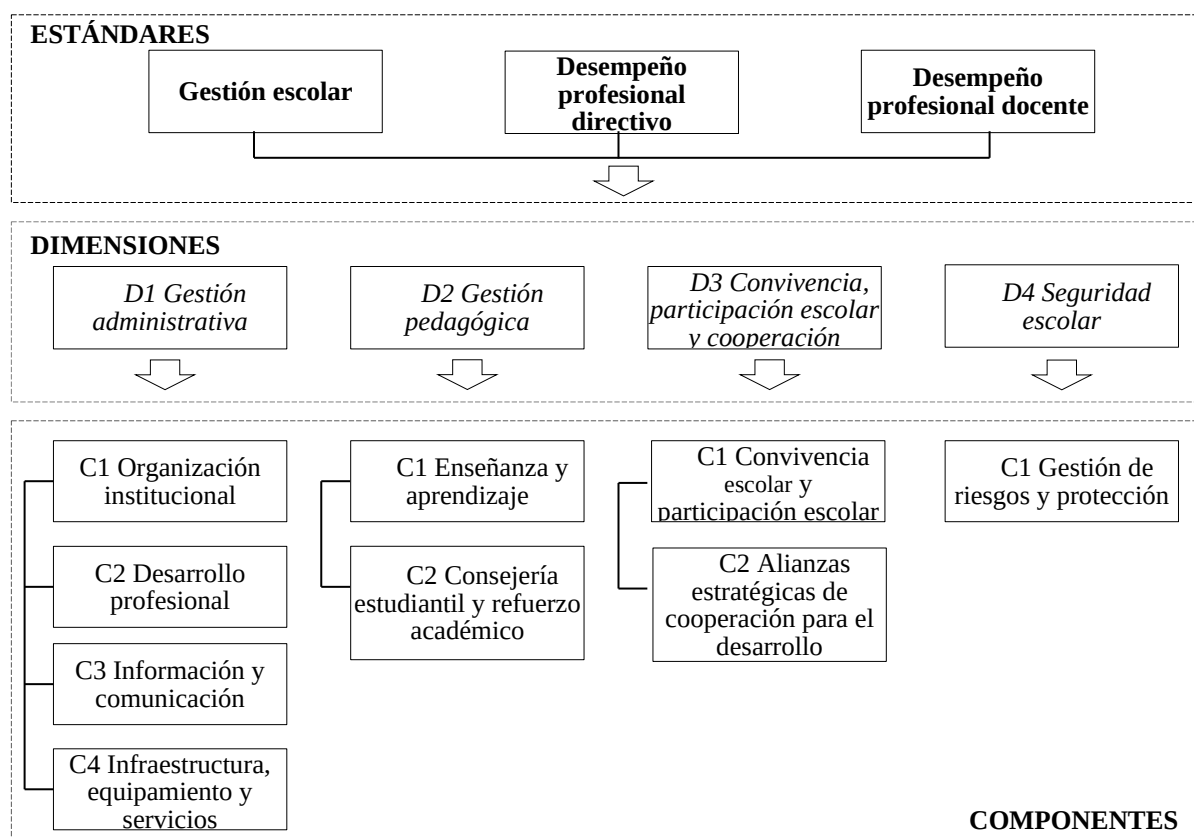
La segunda fase, constituida por el análisis e interpretación de los resultados, posibilitó determinar el grado de cumplimiento de los estándares. Con esta información, se elaboró la matriz DAFO para conocer los factores internos y externos que afectan el desarrollo y su posición en el entorno (Benzaghta et al., 2021); así también la priorización de problemas. Finalmente, la fase de actuación condujo al diseño del plan de mejora, en el que se plasmaron las acciones a tomar en función de los resultados obtenidos durante el proceso de auditoría.

Resultados y Discusión

El presente proceso de auditoría se llevó a cabo con base en el Manual para la Implementación y Evaluación de los Estándares de Calidad Educativa (Ministerio de Educación, 2017). Este manual establece estándares de gestión escolar y desempeño profesional tanto directivo como docente a nivel nacional, sirviendo como una herramienta técnica destinada a la evaluación tanto interna como externa, así como para el asesoramiento e implementación de acciones orientadas a mejorar la calidad educativa.

Los estándares de gestión escolar se refieren a los procesos y prácticas institucionales que contribuyen al funcionamiento adecuado de la institución y al desarrollo del personal que labora en ella. Así también, los estándares de desempeño profesional directivo abordan las acciones que debe desempeñar este, alineadas con los ámbitos administrativo, pedagógico, de convivencia y seguridad. Finalmente, los estándares de desempeño profesional docente estipulan las características esenciales que delimitan el accionar de un docente de calidad.

Previo a mostrar los resultados del proceso de auditoría realizado en la Unidad Educativa “Cardenal Richard Cushing”, es fundamental exponer la estructura de estos estándares. Están compuestos por dimensiones que representan los ámbitos o áreas de la calidad educativa; componentes que son los aspectos que conforman las dimensiones; estándares que describen los logros esperados; indicadores que ofrecen información sobre el grado de cumplimiento; y medios de verificación que constituyen la referencia para evaluar los resultados. Esta estructura permite que los resultados del proceso de auditoría sean objetivos y confiables. A continuación, se presenta la Figura 2, donde se detalla la estructura mencionada:

Figura 2*Estructura de los estándares de calidad educativa*

Nota: El gráfico fue elaborado con base en el Manual para la Implementación y Evaluación de los Estándares de Calidad Educativa (Ministerio de Educación, 2017).

Contexto Institucional

La Unidad Educativa "Cardenal Richard Cushing" se encuentra en el suroeste de Guayaquil, Ecuador, con fácil acceso por vía terrestre. Forma parte de la Red Educativa Arquidiocesana, la cual tiene como misión favorecer la educación en sectores de escasos recursos de la ciudad.

La institución está provista de los servicios básicos necesarios para sus actividades diarias, como suministro de agua potable, alcantarillado sanitario, energía eléctrica, telefonía e internet. Además, cuenta con un laboratorio de computación y un aula destinada a la atención de estudiantes con necesidades educativas específicas, como parte de su compromiso con la inclusión. En las cercanías se ubican una iglesia y un centro de atención médica.

En términos socioeconómicos, el área circundante está clasificada según la escala del Instituto Nacional de Estadística y Censos (2011) como B, C+ y C-, y está compuesta por hogares con acceso a servicios básicos. Los proveedores en esta área incluyen profesionales de nivel medio, técnicos, trabajadores de servicios, comerciantes, operadores de máquinas y montacargas.

La institución funciona con sostenimiento particular y ofrece niveles de educación inicial, educación general básica y bachillerato, cumpliendo con la escolarización obligatoria establecida por el Estado. Sus principios pedagógicos están orientados hacia la búsqueda de la excelencia académica, en consonancia con los valores cristianos.

Proceso de Auditoría

La Unidad Educativa “Cardenal Richard Cushing” fue intervenida por un proceso de auditoría regular general, durante la cual se valoraron los 55 estándares de calidad educativa. Los resultados generales se presentan en la Tabla 1, reflejando los siguientes porcentajes de cumplimiento: un 1,82% correspondió a estándares no implementados o desconocidos, un 7,27% mostró cumplimiento parcial con margen para mejorar, mientras que un 90,91% evidenció cumplimiento total de los estándares.

Tabla 1

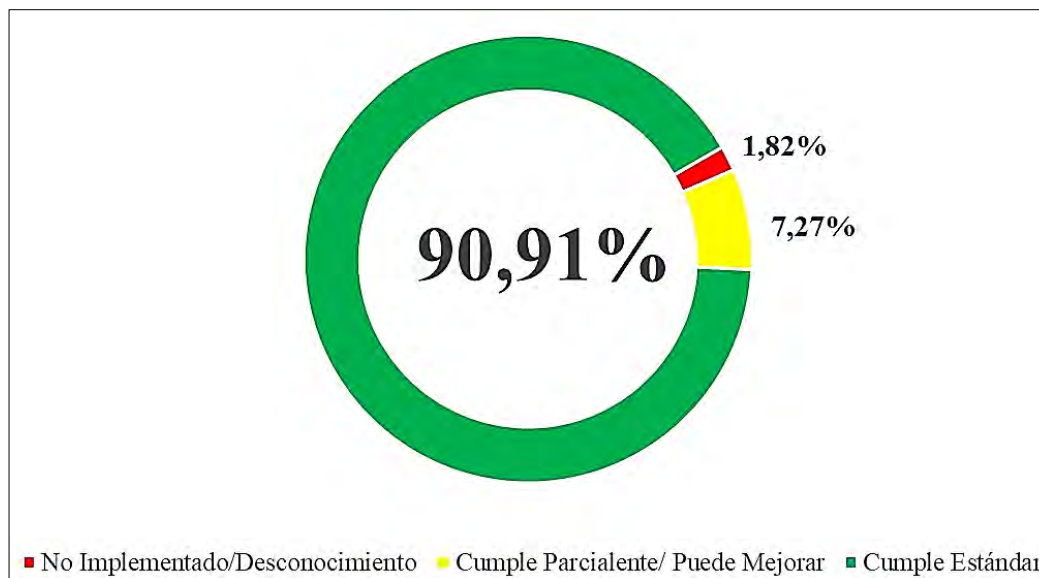
Resultados generales del proceso de auditoría

NIVEL ALCANZADO	INDICADOR	Nº ESTÁNDARES	PORCENTAJE DE CUMPLIMIENTO
NO IMPLEMENTADO / DESCONOCIMIENTO	NC	1	1,82%
CUMPLE PARCIALMENTE / PUEDE MEJORAR	EP	4	7,27%
CUMPLE ESTÁNDAR	S	50	90,91%
TOTAL		55	100,00%

La institución educativa analizada alcanzó un alto nivel de cumplimiento (ver Figura 3) al situarse dentro del rango de valores entre el 70% y el 100%. Esto indica que la institución mantiene una cultura organizacional orientada hacia la calidad. En relación con los estándares educativos parcialmente cumplidos o no cumplidos, se establecieron acciones de mejora que se detallan en el siguiente apartado de este documento.

Figura 3

Estado situacional de la Unidad Educativa “Cardenal Richard Cushing”



A continuación, se detallan los resultados según las dimensiones y componentes que conforman cada una de ellas:

Dentro de la dimensión de gestión administrativa (ver Tabla 2), se destaca un cumplimiento del 67% en la componente relacionada con la organización institucional, lo que equivale a haber cumplido 4 de los 6 estándares que la conforman. En cuanto a las tres componentes restantes, se logra un cumplimiento del 100%. Con base en esta información, se

establece que la institución educativa debe revisar aquellos procesos que no contribuyen al buen desarrollo de la dinámica institucional, respecto a lo mencionado Gairín (2020) señala que los gestores educativos deben implementar la organización en las instituciones para facilitar el desarrollo de los procesos administrativos y pedagógicos, esto debe hacerse desde la autonomía de la institución con el fin de contribuir al logro de la calidad educativa.

Tabla 2

Resultados del proceso de auditoría para la dimensión de gestión administrativa

D1: GESTIÓN ADMINISTRATIVA		GE	DI	DO	COMPONENTES CUMPLIDOS	TOTAL	CUMPLIMIENTO
	C1: Organización institucional	3	1	0	4	6	67%
	C2: Desarrollo profesional	3	3	2	8	8	100%
	C3: Información y comunicación	2	3	2	7	7	100%
	C4: Infraestructura, equipamiento y servicios complementarios	2	2	1	5	5	100%
	Estándares cumplidos	10	9	5	24	26	92%
	Total Estándares	10	11	5	26		
	% Cumplimiento	100%	82%	100%	92%		

En la dimensión de gestión pedagógica (ver Tabla 3), se destaca un cumplimiento del 75% en la componente relacionada con la enseñanza y aprendizaje, lo que equivale a haber cumplido 9 de los 12 estándares que la conforman. En cuanto a la otra componente, se logra un cumplimiento del 100%. A partir de estos datos, se determina que el proceso de enseñanza-aprendizaje institucional debe estar alineado con la contextualización e implementación del currículo nacional, así como con la aplicación de los lineamientos emitidos para el proceso de evaluación. Espinoza (2021), respalda esta idea al señalar como factor importante para el proceso de enseñanza y aprendizaje y la evaluación el conocimiento por parte de los docentes sobre la asignatura que imparten, metodologías y estrategias que respondan a la diversidad de los estudiantes.

Tabla 3

Resultados del proceso de auditoría para la dimensión de gestión pedagógica

D2: GESTIÓN PEDAGÓGICA		GE	DI	DO	COMPONENTES CUMPLIDOS	TOTAL	CUMPLIMIENTO
	C1: Enseñanza y aprendizaje	2	4	3	9	12	75%
	C2: Consejería estudiantil y refuerzo académico	2	2	2	6	6	100%
	Estándares cumplidos	4	6	5	15	18	83%
	Total Estándares	4	6	8	18		
	% Cumplimiento	100%	100%	63%	83%		

En la dimensión de convivencia, participación escolar y cooperación (ver Tabla 4), se destaca un cumplimiento del 100% en las dos componentes que la constituyen: convivencia y participación escolar, así como en las alianzas estratégicas de cooperación para el desarrollo.

Tabla 4

Resultados del proceso de auditoría para la dimensión de convivencia, participación escolar y cooperación

D3: CONVIVENCIA, PARTICIPACIÓN ESCOLAR Y COOPERACIÓN		GE	DI	DO	COMPONENTES CUMPLIDOS	TOTAL	CUMPLIMIENTO
	C1: Convivencia y participación escolar	2	2	1	5	5	100%
	C2: Alianzas estratégicas de cooperación para el desarrollo	1	1	0	2	2	100%
	Estándares cumplidos	3	3	1	7	7	100%
	Total Estándares	3	3	1	7		
	% Cumplimiento	100%	100%	100%	100%		

Concluyendo el análisis por dimensión, se destaca la evaluación de la dimensión de seguridad escolar (ver Tabla 5), en la cual su componente de gestión de riesgos logra un cumplimiento del 100%.

Tabla 5

Resultados del proceso de auditoría para la dimensión de seguridad escolar

D4: SEGURIDAD ESCOLAR		GE	DI	DO	COMPONENTES CUMPLIDOS	TOTAL	CUMPLIMIENTO
	C1: Gestión de riesgos y protección	1	1	2	4	4	100%
	Estándares cumplidos	1	1	2	4	4	100%
	Total Estándares	1	1	2	4		
	% Cumplimiento	100%	100%	100%	100%		

Priorización de los Problemas

De los 55 estándares educativos auditados, 4 se encuentran en un nivel de cumplimiento parcial y 1 no fue cumplido. Para abordar esta situación, se realizó una priorización de los problemas considerando el nivel alcanzado y el estándar evaluado. Sin embargo, si el estado situacional de la institución abarca un mayor número de estándares no cumplidos o parcialmente cumplidos, es necesario utilizar un método de priorización de datos que considere otros parámetros. En la Tabla 6 se muestra el orden en el que serán abordados en el plan de mejora.

Tabla 6

Estándares no cumplidos o parcialmente cumplidos y la formulación de los problemas

DESCRIPCIÓN	ESTADO	PROBLEMA
D1.C1.DI2. Implementa el Plan Educativo Institucional (PEI)	NC	No se implementan las acciones propuestas en el PEI.
D1.C1.DI1. Administra el funcionamiento de la institución en relación con la oferta que estipula el documento de Autorización de Creación y Funcionamiento de la institución.	EP	No administra el funcionamiento de la institución en relación con la oferta, puesto que parte del personal no cumple con el perfil profesional necesario para satisfacer los requisitos de la oferta educativa.
D2.C1.DO8. Demuestra suficiencia en el conocimiento de la asignatura que enseña en el subnivel.	EP	Personal docente que no demuestra suficiencia en el conocimiento de las asignaturas que enseña en el subnivel.
D2.C1.DO.9. Aplica estrategias de enseñanza orientadas al logro de los objetivos de aprendizaje planteados en la planificación microcurricular.	EP	Los docentes no aplican estrategias de enseñanza orientadas al logro de los objetivos de aprendizaje planteados en la planificación microcurricular.
D2.C1.DO.10. Promueve un ambiente de aprendizaje estimulador que genera participación del estudiantado.	EP	Los docentes no promueven un ambiente de aprendizaje estimulador que genere la participación del estudiantado.

Análisis FODA

El análisis FODA permite identificar los factores internos y externos que afectan el desarrollo y la posición en el entorno de la institución educativa en cuestión. Este análisis, se apoyó en las visitas áulicas, entrevistas y conversatorios con estudiantes, directivos, docentes y padres de familia. Además, se evaluaron los estándares de calidad considerando su relación por dimensión, componente y estándar, lo que permitió fundamentar el análisis en la relación entre la gestión de los procesos y su aplicación por parte de los directivos y docentes. En la Tabla 7 se presenta el FODA, con un enfoque especial en los problemas identificados.

Tabla 7

Análisis FODA con base en los estándares no cumplidos o parcialmente cumplidos

	ASPECTOS NEGATIVOS	ASPECTOS POSITIVOS
	DEBILIDADES	FORTALEZAS
ANÁLISIS INTERNO	- No se implementan las acciones establecidas en el PEI. - Se evidencia en el distributivo docente la asignación de cargas horarias que no están relacionadas con el campo de especialización profesional y personal con formación inconclusa. - No todos los docentes demuestran suficiencia en el conocimiento de la asignatura que imparten. - Las estrategias de enseñanza no están totalmente orientadas al logro de los objetivos de aprendizaje, ni alineadas con el modelo pedagógico de la institución. - No todos los docentes generan un ambiente de clase donde se promueva la reflexión, la indagación, el análisis y el debate en los educandos.	Cuentan con planes de seguimiento y retroalimentación a la práctica pedagógica de los docentes.
	Amenazas	Oportunidades
ANÁLISIS EXTERNO	- Situación económica actual del país. - No tienen autonomía en los procesos de selección de personal. - La falta de suficiencia en el conocimiento de la asignatura podría afectar la imagen institucional. - El uso de metodologías tradicionales podrían afectar la imagen institucional.	- El Proceso Colmena establece un cambio en la estructura de los documentos institucionales, lo que les permite actualizarlos o crearlos. - Es una institución con una oferta que abarca todos los niveles de escolarización obligatorios, a precios accesibles para el entorno. - Formación en valores alineados con la doctrina católica. - Autogestionar o solicitar la colaboración de su ente promotor para realizar programas de capacitación y desarrollo profesional para los docentes.

Plan de Mejora

El plan de mejora es una herramienta esencial en el proceso de mejora continua y actúa como un elemento clave para el desarrollo de una institución. A partir de los problemas priorizados, se definen metas, actividades para su consecución, proyección de tiempo en meses para su implementación, responsables, equipo de apoyo y medios de seguimiento y verificación. Esto garantiza que la estrategia propuesta para resolver los problemas se ajuste a la realidad de la institución y, en caso de ser necesario, plantear reajustes que permitan alcanzar el cumplimiento óptimo de los estándares que, al ser auditados, resultaron con un nivel de logro de no cumplimiento o en proceso. A continuación, se presentan tablas con las estrategias establecidas para cada problema priorizado, formando así el plan de mejora para la Unidad Educativa "Cardenal Richard Cushing".

Tabla 8

Estrategias del plan de mejora para el problema priorizado 1

ESTÁNDAR	D1.C1.DI2. Implementa el Plan Educativo Institucional (PEI).			
PROBLEMA	No se implementan las acciones propuestas en el PEI.			
DIMENSIÓN	COMPONENTE	ESTÁNDAR	MEDIO DE VERIFICACIÓN	NIVEL ALCANZADO
Gestión administrativa	Organización Institucional	Desempeño directivo	Matriz de seguimiento de la implementación del PEI.	NC

META	Al 2025, la institución educativa deberá haber construido conforme a los lineamientos establecidos por la Autoridad Educativa Nacional el PEI e implementado hasta el término del año al menos el 20% de sus metas delineadas.													
ACTIVIDADES	PROYECCIÓN DE TIEMPO EN MESES													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
<i>Elaborar el PEI, de acuerdo a la establecido en la guía Colmena - Herramientas para la construcción participativa de los Instrumentos de la Gestión Escolar.</i>														
1. Sensibilización														
2. Diagnóstico														
3. Construcción de la identidad institucional														
4. Diseño del plan de mejora														
5. Seguimiento y evaluación														
6. Designar el comité central colmena para la construcción participativa del PEI.														
7. Establecer y delegar responsabilidades para la implementación de las actividades descritas en el PEI.														
8. Registrar el PEI en el aplicativo Colmena.														
RESPONSABLE	Directivos y comité central Colmena													
EQUIPO DE APOYO	Delegados de la comunidad educativa													
MEDIOS DE SEGUIMIENTO Y VERIFICACIÓN	- PEI registrado en el aplicativo Colmena. - Actas de convocatoria y asistencia a las reuniones para la construcción del PEI. - Matriz de seguimiento de la implementación del PEI.													

Tabla 9

Estrategias del plan de mejora para el problema priorizado 2

ESTÁNDAR	D1.C1.DI1. Administra el funcionamiento de la institución en relación con la oferta que estipula el documento de Autorización de Creación y Funcionamiento de la institución.															
PROBLEMA	No administra el funcionamiento de la institución en relación con la oferta, puesto que parte del personal no cumple con el perfil profesional necesario para satisfacer los requisitos de la oferta educativa.															
DIMENSIÓN	COMPONENTE	ESTÁNDAR	MEDIO DE VERIFICACIÓN						NIVEL ALCANZADO							
Gestión administrativa	Organización Institucional	Desempeño directivo	Distributivo de personal.						EP							
META	Al 2025, al menos el 90% del personal deberá estar debidamente calificado y cumplir con el perfil profesional requerido para la oferta educativa que la institución proporciona, según lo establecido en el documento de Autorización de Creación y Funcionamiento.															
ACTIVIDADES			PROYECCIÓN DE TIEMPO EN MESES													
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1. Elaborar un informe de necesidades donde se establezcan los perfiles profesionales requeridos para completar la plantilla docente y gestionar a través del ente promotor.																
2. Establecer un proceso de validación del perfil requerido y evaluación previa a la vinculación a la institución.																
3. Elaborar el distributivo del personal en cumplimiento a los requisitos y disposiciones referentes a la oferta educativa, jornada laboral, perfil profesional y equivalencias entre estudiantes con necesidades educativas específicas.																
4. Implementar un plan de seguimiento al cumplimiento de las actividades docentes en relación con la gestión administrativa y pedagógica.																
RESPONSABLE		Directivos – Coordinadores de área														
EQUIPO DE APOYO		Personal del Departamento de Consejería Estudiantil														
MEDIOS DE SEGUIMIENTO Y VERIFICACIÓN		- Solicitud adjuntando el informe de necesidades. - Proceso de validación del perfil requerido y evaluación previa a la vinculación a la institución. - Distributivo del personal. - Informes regulares de cumplimiento de sus actividades.														

Tabla 10

Estrategias del plan de mejora para el problema priorizado 3

ESTÁNDAR	D2.C1.DO8. Demuestra suficiencia en el conocimiento de la asignatura que enseña en el subnivel.			
PROBLEMA	Personal docente que no demuestra suficiencia en el conocimiento de las asignaturas que enseña en el subnivel.			
DIMENSIÓN	COMPONENTE	ESTÁNDAR	MEDIO DE VERIFICACIÓN	NIVEL ALCANZADO
Gestión pedagógica	Enseñanza y aprendizaje	Desempeño docente	Observación áulica	EP
META	Garantizar que el 95% del personal docente demuestre suficiencia en el conocimiento de las asignaturas que imparte para el periodo lectivo 2025-2026.			

ACTIVIDADES	PROYECCIÓN DE TIEMPO EN MESES													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1. Realizar un plan de observación y acompañamiento a la gestión pedagógica docente que incluya la heteroevaluación, coevaluación y autoevaluación.														
2. Implementar el plan de observación y acompañamiento a la gestión pedagógica docente.														
3. Proporcionar retroalimentación constructiva a los docentes basada en el proceso observación y acompañamiento a la gestión pedagógica docente para generar acuerdos y compromisos.														
4. Elaborar un informe que recoja las buenas prácticas docentes identificadas y las necesidades de capacitación, basado en los resultados del plan de observación y acompañamiento a la gestión pedagógica docente, así como en los acuerdos y compromisos establecidos durante el proceso.														
5. Desarrollar un programa de capacitación y desarrollo profesional en colaboración con el ente promotor.														
6. Establecer sesiones de trabajo colaborativo por áreas y niveles educativos, con el objetivo de intercambiar experiencias, estrategias y buenas prácticas docentes entre el personal.														
RESPONSABLE	Vicerrectora													
EQUIPO DE APOYO	Rectora, coordinadores de área													
MEDIOS DE SEGUIMIENTO Y VERIFICACIÓN	- Actas de acuerdos y compromisos - Actas de convocatoria y asistencia a las capacitaciones y sesiones de trabajo colaborativo. - Matriz de seguimiento de la implementación del plan de observación y acompañamiento a la gestión pedagógica docente. - Observación áulica - Matriz de seguimiento de la implementación del plan de capacitación													

Tabla 11

Estrategias del plan de mejora para el problema priorizado 4

ESTÁNDAR	D2.C1.DO.9. Aplica estrategias de enseñanza orientadas al logro de los objetivos de aprendizaje planteados en la planificación microcurricular.															
PROBLEMA	Los docentes no aplican estrategias de enseñanza orientadas al logro de los objetivos de aprendizaje planteados en la planificación microcurricular.															
DIMENSIÓN	COMPONENTE	ESTÁNDAR	MEDIO DE VERIFICACIÓN							NIVEL ALCANZADO						
Gestión pedagógica	Enseñanza y aprendizaje	Desempeño docente	Planificación microcurricular (estrategias metodológicas, recursos y objetivos de aprendizaje).							EP						
META	Al finalizar el segundo trimestre del periodo lectivo 2024-2025, debe haber mejorado el rendimiento académico de al menos el 15% de la totalidad de los estudiantes por grado/curso.															
ACTIVIDADES			PROYECCIÓN DE TIEMPO EN MESES													
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Realizar jornadas de socialización de la propuesta pedagógica y análisis del Plan Curricular Institucional, para establecer los lineamientos de trabajo institucional.																
Implementar el plan de observación y acompañamiento a la gestión pedagógica docente.																
Generar espacios para construir la planificación de forma colaborativa, de modo que se promueva el intercambio de ideas y la aplicación de estrategias activas de enseñanza y el uso de recursos digitales.																
Verificar que las planificaciones anuales y microcurriculares se encuentren acorde a lo establecido en el Plan Curricular Institucional.																
Programar reuniones periódicas para retroalimentar sobre el progreso y realizar reajustes necesarios en las actividades de enseñanza.																
Establecer indicadores para verificar que los estudiantes alcancen los objetivos de aprendizaje propuestos (promedios de las asignaturas por trimestre).																
Adicionar al plan de capacitación temáticas relacionadas con metodologías activas y diversificación de estrategias de enseñanza y evaluación.																
Coordinar con el Departamento de Consejería Estudiantil un taller práctico sobre adaptaciones curriculares y estrategias para atender a estudiantes con necesidades educativas específicas.																
RESPONSABLE		Vicerrectora														
EQUIPO DE APOYO		Rectora, coordinadores de área, Departamento de Consejería Estudiantil, docentes.														
MEDIOS DE SEGUIMIENTO Y VERIFICACIÓN		- Actas de convocatoria y asistencia a las jornadas de socialización de la propuesta pedagógica y análisis del Plan Curricular Institucional. - Matriz de seguimiento de la implementación del plan de observación y acompañamiento a la gestión pedagógica docente. - Cronograma para las sesiones de construcción de planificación curricular. - Actas de convocatoria y asistencia a las reuniones para retroalimentar sobre el progreso y realizar reajustes necesarios en las actividades de enseñanza. - Informe de rendimiento estudiantil por asignatura y grado/curso.														

Tabla 12

Estrategias del plan de mejora para el problema priorizado 5

ESTÁNDAR	D2.C1.DO.10. Promueve un ambiente de aprendizaje estimulador que genera participación del estudiantado.														
PROBLEMA	Los docentes no promueven un ambiente de aprendizaje estimulador que genere la participación del estudiantado.														
DIMENSIÓN	COMPONENTE	ESTÁNDAR	MEDIO DE VERIFICACIÓN								NIVEL ALCANZADO				
Gestión pedagógica	Enseñanza y aprendizaje	Desempeño docente	Observación áulica								EP				
META	Incrementar en un 25% el uso de estrategias de enseñanza que promuevan la participación activa y el compromiso del estudiantado en el aula en un plazo de 3 meses.														
ACTIVIDADES			PROYECCIÓN DE TIEMPO EN MESES												
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Utilizar los recursos y espacios de la institución educativa para generar experiencias significativas de aprendizaje.															
Generar durante la clase espacios que promuevan la reflexión, la indagación, el cuestionamiento de lo que están aprendiendo, el análisis para encontrar alternativas de solución a sus cuestionamientos y el debate.															
Implementar dinámicas de grupo y actividades colaborativas en el aula para promover la interacción entre los estudiantes y el desarrollo de habilidades sociales.															
Fomentar la organización de actividades extracurriculares que involucren la participación activa de los estudiantes en proyectos y eventos escolares.															
Implementar las sesiones de trabajo colaborativo por áreas y niveles educativos, con el objetivo de intercambiar experiencias, estrategias y buenas prácticas docentes entre el personal.															
Realizar reuniones periódicas con los docentes para evaluar el ambiente de aprendizaje en el aula y proponer ajustes o mejoras según sea necesario.															
RESPONSABLE		Vicerrectora													
EQUIPO DE APOYO		Rectora, coordinadores de área, Departamento de Consejería Estudiantil, docentes.													
MEDIOS DE SEGUIMIENTO Y VERIFICACIÓN		- Observaciones áulicas - Registro de actividades extracurriculares programadas. - Actas de convocatoria y asistencia a las reuniones para evaluar el ambiente de aprendizaje en el aula y proponer ajustes o mejoras según sea necesario. - Planificaciones microcurriculares.													

Conclusiones

La auditoría realizada en la Unidad Educativa "Cardenal Richard Cushing" ha puesto de manifiesto una cultura organizacional enfocada en la calidad educativa. Esto se respalda con un cumplimiento general de los estándares del 90.91%, así como un cumplimiento de más del 70% en las cuatro dimensiones evaluadas. No obstante, se han identificado cuatro estándares que se cumplen parcialmente y uno que no se cumple, en las dimensiones de gestión administrativa y pedagógica. En la primera, la preocupación se centra en el componente de organización institucional, mientras que, en la segunda, el componente es la enseñanza y el aprendizaje. Todo esto conlleva a la elaboración del plan de mejora que aborda estrategias para superar dichos problemas.

Tanto la auditoría como la asesoría emergen como procesos fundamentales para el desarrollo efectivo de la gestión institucional en el ámbito educativo. La auditoría detecta oportunidades de mejora, mientras que la asesoría traza el camino hacia la implementación de estas mejoras. En Ecuador, el respaldo normativo proporciona una guía clara para el actuar de los auditores y asesores, asegurando que los resultados obtenidos estén alineados con los objetivos educativos del país.

Finalmente, las instituciones educativas deben llevar a cabo procesos de autoevaluación, como las auditorías internas, para identificar áreas de mejora mediante la concientización y reflexión sobre su estado situacional, comprometiendo y atribuyendo responsabilidad a los miembros de la comunidad educativa. Por otro lado, un proceso de auditoría externa proporciona una perspectiva imparcial y crítica, destacando aspectos que podrían pasar desapercibidos internamente. Además, la asesoría complementa estos procesos

al ofrecer un seguimiento y acompañamiento específico a la institución, promoviendo una cultura de mejora continua que contribuye al desarrollo y crecimiento educativo.

Futuras Líneas de Investigación

A partir de los resultados obtenidos en el presente trabajo, se sugiere como línea futura de investigación la evaluación de la efectividad del plan de mejora propuesto para la Unidad Educativa "Cardenal Richard Cushing" a través de un estudio transversal. Este estudio permitiría medir, en un momento específico, si la institución alcanza los estándares de calidad educativa establecidos por el Ministerio de Educación, y evaluar el impacto del acompañamiento brindado durante el proceso de asesoría. De este modo, se podría analizar si las acciones implementadas contribuyen al cumplimiento sostenido de los indicadores de calidad, y plantear ajustes o nuevos enfoques de asesoría en función de los hallazgos obtenidos.

Reconocimientos

Los autores declaran la contribución y participación equitativa de roles de autoría para esta publicación.

Referencias

- ANECA. (2021). *Guía para la elaboración de un Plan de mejoras* (Vol. 1). ANECA.
- Benzaghta, M. A., Elwalda, A., Mousa, M., Erkan, I., & Rahman, M. (2021). SWOT analysis applications: An integrative literature review. *Journal of Global Business Insights*, 6(1), 55–73. <https://doi.org/10.5038/2640-6489.6.1.1148>
- Bernárdez, A., Belmonte, M. L., & González, E. (2021). El asesoramiento como elemento de mejora para los centros educativos. *Revista EDUCAmazônia, XIII*, 272–290.
- Bonilla Santamaría, K., & Ferra Torres, G. E. (2021). Comunidades virtuales e innovación: propuestas desde la asesoría técnica pedagógica en la escuela telesecundaria. *IE Revista De Investigación Educativa De La REDIECH*, 12, e1102. https://doi.org/10.33010/ie_rie_rediech.v12i0.1102
- Cabrera, E. S., & Palma, G. (2022). Auditoría Educativa y su Relación con la Calidad de Educación en América Latina Educational Audit and its Relationship with the Quality of Education in Latin America. *Revista Científica Multidisciplinaria Arbitrada YACHASUN*, 10, 65–84. <https://editorialibkn.com/index.php/Yachasun/article/view/210>
- Calderón, J., & López, T. (2021). Acompañamiento y asesoría técnica pedagógica: desafíos y líneas de actuación en una región de Zacatecas, México. *Práctica Docente. Revista de Investigación Educativa*, 3(5), 79-107. <https://doi.org/10.56865/dgenam.pd.2021.3.5.81>
- Carriazo, C., Pérez, M., & Gaviria, K. (2020). Planificación educativa como herramienta fundamental para una educación con calidad. *Utopía y Praxis Latinoamericana*, 25(1), 87–95. Doi: 10.5281/zenodo.3907047
- Cubero, T. (2019). *Manual de auditoría de gestión Enfoque empresarial y de riesgos*. Universidad del Azuay. <https://publicaciones.uazuay.edu.ec/flip/books/libro/uazuay-libro-82.pdf>
- Espinoza Freire, E. E. (2021). Importancia de la retroalimentación formativa en el proceso de enseñanza-aprendizaje. *Revista Universidad y Sociedad*, 13(4), 389-397. <http://scielo.sld.cu/pdf/rus/v13n4/2218-3620-rus-13-04-389.pdf>
- Espitia, E. (2016). Gestión del aula virtual implementando el ciclo Planear Hacer Verificar y Actuar (PHVA) en un programa de pregrado con modalidad a distancia de la Universidad de Córdoba. *Memorias de La Décima Quinta Conferencia Iberoamericana En Sistemas, Cibernética e Informática (CISCI 2016) Gestión, Cisci*, 286–291. <http://www.iiis.org/CDs2016/CD2016Summer/papers/XA937MD.pdf>
- Fonseca, L. (2022). The EFQM 2020 model. A theoretical and critical review. *Total Quality Management and Business Excellence*, 33(9–10), 1011–1038. <https://doi.org/10.1080/14783363.2021.1915121>

- Gairín Sallán, J. (2020). La organización y gestión de centros educativos, ¿una apuesta pendiente?. *Avances En Supervisión Educativa*, (33).
<https://doi.org/10.23824/ase.v0i33.682><https://doi.org/10.23824/ase.v0i33.682>
- Guevara, G., Verdesoto, A., & Castro, N. (2020). Metodologías de investigación educativa (descriptivas, experimentales, participativas, y de investigación-acción). *Recimundo*, 3(1), 163–173.
[https://doi.org/10.26820/recimundo/4.\(3\).julio.2020.163-173](https://doi.org/10.26820/recimundo/4.(3).julio.2020.163-173)
- Hernández, E. Y. (2021). Evaluación un proceso que mantiene los estándares de calidad. *Revista Docencia Universitaria*, 2(2), 60–67. <https://doi.org/10.46954/revistadusac.v2i2.32>
- Hernández, R., & Mendoza, C. (2018). *Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. McGraw Hill.
- INEC. (2011). *Metodología Nivel Socioeconómico*. Quito: INEC.
https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_Sociales/Encuesta_Estratificacion_Nivel_Socioeconomico/Metodologia_Nivel_Socioeconomico_.pdf
- ISO. (2018). *ISO 21001: Sistemas de gestión para organizaciones educativas. Plataforma Tecnológica para la Gestión de la Excelencia*, 2018, 1–6. Kooli, C. (2019). Governing and managing higher education institutions: The quality audit contributions. *Evaluation and program planning*, 77, 101713.
<https://doi.org/10.1016/j.evalprogplan.2019.101713>
- Medina, A., Medina, A., Medina, E., & Nogueira, D. (2020). Fundamentos teórico-conceptuales de la auditoría de procesos. *Retos de la Dirección*, 14(1), 1–19. <http://scielo.sld.cu/pdf/rdir/v14n1/2306-9155-rdir-14-01-1.pdf>
- Ministerio de Educación. (2013a). Manual de Auditoría de Calidad.
- Ministerio de Educación. (2013b). Acuerdo ministerial 450-31. Modelo nacional de apoyo y seguimiento a la gestión educativa (MNASGE). In Quito (pp. 1–38). https://educacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/01/ACUERDO_450-131.pdf<https://educacion.gob.ec/manual-de-asesoria-de-calidad/>
- Ministerio de Educación. (2013c). Manual de proceso, procedimientos y políticas de auditoría educativa. Ministerio de Educación. https://educacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/03/MANUAL_AUDITORIA_WEB_190314.pdf
- Ministerio de Educación. (2014). Documento de Apoyo para Plan de Mejora (Vol. 5, Issue 1).
- Ministerio de Educación. (2016). Manual de Auditoría de Calidad. Versión 2.0.
- Ministerio de Educación. (2017). Manual Para La Implementación Y Evaluación De Los Estándares De Calidad Educativa. Ministerio de Educación, 1, 98. www.educacion.gob.ec
- Ministerio de Educación. (2023). Reglamento general a la Ley Orgánica de Educación Intercultural. 4, 3–7.
- Munadi, M., & Aisyiah, H. N. (2022). Internal Audit Management in Islamic Higher Education: An Effort to Minimize the Potential of Audit Findings. *Journal of Higher Education Theory and Practice*, 22(15).
<https://articlearchives.co/index.php/JHETP/article/view/5326/5284>
- Olvera, S. V. (2021). *Gestión pedagógica y gestión de calidad educativa en una unidad educativa de Guayaquil*, 2020. [Tesis de Maestría, Universidad César Vallejo] Perú.
<https://hdl.handle.net/20.500.12692/63105>
- Organización de las Naciones Unidas. (2018). *La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible Una oportunidad para América Latina y el Caribe*. CEPAL. In Publicación de las Naciones Unidas.
https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/40155/24/S1801141_es.pdf
- Piña, L. (2023). El enfoque cualitativo: Una alternativa compleja dentro del mundo de la investigación. *Revista Arbitrada Interdisciplinaria Koinonía*, 8(15), 1–3. <https://doi.org/10.35381/r.k.v8i15.2440>

- Piza, N., Amaiquema, F., & Beltrán, G. (2019). Métodos y técnicas en la investigación cualitativa. Algunas precisiones necesarias. *Revista Conrado*, 15(70), 455–459.
- Proaño, D. X., Gisbert, V., & Pérez, E. (2017). Metodología para Elaborar un Plan de Mejora Continua. *3C Empresa: investigación y pensamiento crítico, Edición Especial*, 6(5), 50-56. <https://doi.org/10.17993/3cemp.2017.especial.50-56>
- Reznik, S. (2021). Internal audit of school activities as a tool to manage the quality of education. *Economics & Education*, 6(4), 23-27. <https://doi.org/10.30525/2500-946X/2021-4-3>
- Turetken, O., Jethefer, S., & Ozkan, B. (2020). Internal audit effectiveness: operationalization and influencing factors. *Managerial Auditing Journal*, 35(2), 238–271. <https://doi.org/10.1108/MAJ-08-2018-1980>
- Vallejo, G. (2021). Asesoría Educativa en el Ecuador: campos de tensión. *Cátedra*, 3(3), 88–110. <https://doi.org/10.29166/catedra.v3i3.2406>
- Vykydal, D., Folta, M., & Nenadál, J. (2020). A study of quality assessment in higher education within the context of sustainable development: A case study from Czech Republic. *Sustainability*, 12(11), 4769. <https://doi.org/10.3390/su12114769>

Informe de Auditoría y Plan de Mejora de la Escuela De Educación Básica Fiscomisional Mons. Néstor Astudillo

Audit Report and Improvement Plan for the School of Basic Education Mons. Néstor Astudillo

Sobeyda Monica Rosero Mora¹ <https://orcid.org/0000-0003-2429-4122>,
Bryan Santiago Fonseca Mayorga¹ <https://orcid.org/0009-0000-9187-6320>, Christian Ronald
Armendáriz Zambrano¹ <https://orcid.org/0000-0001-9404-2241>, Ana Elisa Del Carmen Pérez
Finol¹ <https://orcid.org/0000-0003-4781-6122>

¹Universidad de Especialidades Espíritu Santo, Samborondón, Ecuador
sobeyda.rosero@uees.edu.ec, bryan.fonseca@uees.edu.ec,
chrisarmendariz@uees.edu.ec, eperezfinol@uees.edu.ec



Esta obra está bajo una licencia internacional
Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0.

Enviado: 2024/09/08

Aceptado: 2024/12/26

Publicado: 2024/12/30

Resumen

El presente trabajo muestra los resultados de una auditoría regular general (ARG) que, según el Ministerio de Educación, cuenta con un sustento legal en el acuerdo 450-13. Además, se aplicaron las funciones del auditor y asesor educativo. El ARG fue aplicado en la Escuela Fiscomisional Monseñor Néstor Astudillo Bustamante, validando los 55 estándares de aprendizaje, gestión escolar y desempeño profesional que actualmente rigen en Ecuador. Estos procesos permiten evaluar los logros internos institucionales para mejorar la calidad educativa. La metodología aplicada para esta auditoría fue de tipo descriptiva, utilizando técnicas como la observación, la investigación documental, las entrevistas estructuradas y el análisis de documentos. Los resultados reflejan la realidad en la que se encuentra la institución educativa. Además, se propone implementar estrategias y analizar estas prácticas académicas a partir de un plan de mejora con el objetivo de promover un desarrollo institucional hasta alcanzar una alta calidad en la enseñanza.

Palabras clave: Calidad de la educación, eficiencia de la educación, administración de la educación, Inspección educativa, consejero de educación.

Sumario: Introducción, Materiales y Métodos, Resultados, Discusión, Conclusiones.

Como citar: Rosero, S., Fonseca, B., Armendáriz, C. & Pérez, A. (2024). Informe de Auditoría y Plan de Mejora de la Escuela De Educación Básica Fiscomisional Mons. Néstor Astudillo. *Revista Tecnológica - Espol*, 36(2), 250-262. <https://rte.espol.edu.ec/index.php/tecnologica/article/view/1251>

Abstract

This work shows the results of a regular general audit (ARG) that, according to the Ministry of Education, has legal support in agreement 450-13; the functions of the auditor and educational advisor were also applied. The regular general audit was applied at the Monseñor Néstor Astudillo Bustamante Fiscal School with the validation of the fifty-five standards of learning, school management, and professional performance that currently govern Ecuador, taking into account that these processes allow evaluating internal institutional achievements to improve teaching until achieving educational quality. The methodology applied for this audit was descriptive, using techniques such as observation, documentary research, structured interviews, and document analysis. The audit results reflect the reality in which the educational institution finds itself. In addition, it is proposed that strategies be implemented and these educational practices analyzed based on an improvement plan to promote institutional development until educational excellence is achieved.

Keywords: Quality of education, efficiency of education, administration of education, educational inspection, education counselor.

Introducción

El presente trabajo se realizó en base a la auditoría realizada en la Escuela de Educación Básica Fiscomisional Monseñor Néstor Astudillo Bustamante, tomando como instrumento los estándares de calidad establecidos por el Ministerio de Educación, de acuerdo con el modelo de apoyo y seguimiento a la gestión educativa. En este modelo se establece la importancia del asesor y auditor, y las funciones que conlleva realizar una auditoría y asesoría, las cuales se realizan de manera separada. Se da a conocer la evaluación a las autoridades (Ministerio de Educación, 2020).

De acuerdo con el Reglamento de la LOEI (Ministerio de Educación, 2023), la aplicación del manual de estándares está determinada en el Reglamento de la Ley Orgánica de Educación Intercultural, específicamente en el artículo 13, indicado por el Ministerio de Educación. Estos estándares permiten medir los resultados que necesitan conocer los actores involucrados en la institución. Además, se obtienen medios de verificación que permiten evaluar e identificar los niveles de logro en todas sus dimensiones.

La elaboración de los planes de mejora se desarrolla a partir de evaluaciones externas, luego de un diagnóstico institucional realizado por los auditores educativos. Estos planes suelen ser estratégicos y orientados a resultados a corto y mediano plazo. Su implementación implica desarrollar acciones, lo cual resulta una tarea muy desafiante para la autoridad máxima en las instituciones educativas (Quiroga Lobos, 2014).

De acuerdo con Merchán Brito (2022), en Cuenca se realizó una investigación en una institución educativa, donde se encontró un 46,30% de desempeño en sus acciones de gestión, mientras que la situación fue menor al 17% en el tema educativo. Esto sugiere que el tipo de unidad educativa (fiscal, particular o fiscomisional) no es necesariamente un indicador de una buena o mala administración.

La auditoría educativa es una figura profesional del modelo nacional de apoyo y seguimiento a la gestión educativa, enfocada en mejorar la calidad y la equidad en la educación. De este modo, el auditor educativo acompaña y brinda orientaciones y recomendaciones para revertir los resultados de la evaluación del sistema educativo, procesos que están condicionados por la forma y estilo de comunicación que este expresa al directivo institucional (Ministerio de Educación, 2015).

La auditoría educativa tiene como función principal proporcionar a las autoridades una valoración externa sobre los niveles de logros alcanzados en relación con los estándares de calidad educativa. Su objetivo es orientar, apoyar y monitorear la acción de los actores que atienden al sistema educativo nacional para su progreso inminente. Estos estándares se encuentran divididos en aprendizajes, gestión escolar y desempeño profesional (Ministerio de Educación, 2017).

Es fundamental realizar procesos de auditoría educativa que contribuyan a crear escenarios de mejora y, de esta forma, revertir favorablemente los resultados obtenidos. Además, estos procesos tienen que complementarse con los estándares de calidad y sus indicadores, no de forma ocasional o impuesta, sino como un esfuerzo dirigido exclusivamente por los actores educativos inmersos en el sistema: directivos, docentes y personal administrativo (Ozkoidi Pérez y Albeniz Bratos, 2014).

Por último, el acuerdo ministerial 450-13 tiene un sustento legal que permite la ejecución de la auditoría a la gestión educativa. Su finalidad es proporcionar a las autoridades y actores de los centros académicos una evaluación sistemática para el cumplimiento de sus políticas y proporcionar una asesoría a la entidad educativa sobre el rendimiento actual en el que se encuentra.

Este estudio es esencial porque aborda las carencias en la gestión educativa y propone una orientación estructurada para mejorar la calidad educativa, destacando así la necesidad de las auditorías como herramientas para la mejora continua.

Objetivo General

Proponer un plan de mejora integral institucional basado en los estándares educativos del sistema nacional, con el fin de fortalecer la calidad de la educación en la Escuela de Educación Básica Fiscomisional Monseñor Néstor Astudillo Bustamante.

Objetivos específicos

- Identificar las áreas de mejora mediante auditoría in situ.
- Establecer prioridades basándose en los resultados de los indicadores revisados en cada dimensión.
- Diseñar un plan de acción que incluya estrategias específicas, responsables y plazos definidos a implementar.

La auditoría permite detectar las debilidades institucionales de forma precisa, dando como oportunidad la mejora en sus procesos. Se requiere contestar lo siguiente: ¿Cuáles son las áreas que requieren mayor intervención para optimizar la calidad educativa? Para responder esta pregunta, es necesario considerar que en el proceso de auditoría se ejecute la revisión de cada uno de los indicadores de los estándares educativos por componentes y dimensiones.

En consecuencia, los resultados críticos permiten diseñar un plan de acción con las estrategias sugeridas.

Se propone la implementación del plan de mejora que se detalla en el artículo. Sin embargo, da cabida a la siguiente interrogante como futura investigación: ¿Cómo afecta la implementación de la propuesta de mejora en los resultados académicos y en la satisfacción del personal docente en la institución educativa actual?.

Materiales y Métodos

Según Bernal (2010), un trabajo de tipo descriptivo tiene como objetivo principal buscar un enfoque para poder recopilar información detallada para comprender los fenómenos, identificar hechos, situaciones, rasgos y características de un objeto de estudio para su respectivo análisis. Del mismo modo, el objetivo principal de la investigación descriptiva es conocer las situaciones, costumbres y actitudes a través de la descripción clara de los objetos, procesos y personas. No se limita a la recolección de datos, sino que también incluye la predicción e identificación de las relaciones que existen con las variables (Van Dalen, y Meyer, 1981).

Según Abreu (2012), el trabajo descriptivo puede desarrollarse con un enfoque cualitativo o cuantitativo. El presente informe tiene un enfoque cualitativo y busca describir con detalle la realidad educativa y las percepciones de las personas con las que cuenta la institución.

Resultados

De acuerdo con el Manual de Implementación y Evaluación de los Estándares de Calidad Educativa, se menciona que:

Los estándares de calidad educativa son parámetros de logros esperados, tienen como objetivo, orientar, apoyar y monitorear la acción de los grupos de actores que conforman el Sistema Nacional de Educación para su mejora continua. Se distribuyen en cincuenta y cinco estándares de, aprendizaje, gestión escolar, desempeño profesional. Este manual hace referencia a las dimensiones de gestión administrativa, gestión pedagógica; convivencia, Participación Escolar y cooperación, seguridad escolar, con sus diferentes componentes (Ministerio de Educación, 2017).

Por otro lado, el artículo 389 del Reglamento General a la Ley Orgánica de Educación Intercultural, menciona que:

La auditoría educativa es el proceso permanente que tiene como meta, evaluar la gestión de la calidad, los niveles de cumplimiento y su relación con los objetivos estratégicos de las instituciones académicas. Esto conlleva a un diagnóstico y retroalimentación de la gestión institucional para la mejora continua del servicio (Reglamento de la LOEI, 2023, pág. 113).

El proceso de auditoría establece un ítem importante, que es la verificación de evidencias. Estas se verifican mediante una matriz que contiene los indicadores de calidad educativa y los estándares de gestión con sus componentes, los cuales deben cumplirse en todos los procesos de la institución educativa. En la matriz se distinguen los colores: celeste como “Destacado”, verde como “Satisfactorio”, amarillo como “En proceso” y rojo como “No cumple”.

Tabla 1

Resultado de la Auditoría

ESTÁNDARES EVALUADOS (55)	NO CUMPLE	EN PROCESO	SATISFACTORIO
Gestión Escolar (18)	6	3	9
Desempeño directivo (21)	11	5	5
Desempeño docente (16)		6	10
Total	17	14	24

En la Tabla 1 se muestran los estándares de calidad educativa de la institución auditada en sus diferentes escalas: “No Cumple”, “En proceso”, “Satisfactorio” y “Destacado”. De los cincuenta y cinco estándares evaluados, diecisiete no se cumplen debido a la falta de evidencias, ya que no se constató documentación física o digital con sus respectivos respaldos. Al detectar los estándares que no cumplen con la calidad educativa, estos serán considerados como críticos por estar en la escala de “No cumple”. Los catorce estándares que están en color amarillo, cuya escala es “En proceso”, tendrán un orden de acuerdo con lo que considere el asesor educativo.

El informe de auditoría proporciona datos de la calidad educativa a los representantes legales y a la institución, de acuerdo con la normativa emitida por el nivel central de la auditoría educativa nacional. Así, la auditoría consta de dos partes: la primera es el monitoreo y la segunda es el informe, en el que se encuentran los estándares de Gestión Escolar, Desempeño Profesional Docente y Desempeño Profesional Directivo, que serán referentes para la evaluación interna y externa orientada a la medición de la gestión escolar y el desempeño docente y directivo, mismos que son empleados por el Instituto Nacional de Evaluación Educativa (INEVAL) (Ministerio de Educación, 2017).

A continuación, se presentan los resultados de los estándares de calidad educativa.

Tabla 2

Análisis de auditoría de la Escuela Fiscomisional básica Monseñor Néstor Astudillo

ESTÁNDARES EVALUADOS (55)	NO CUMPLE	EN PROCESO	SATISFACTORIO
Gestión Escolar (18)	33%	17%	50%
Desempeño directivo (21)	52%	24%	24%
Desempeño docente (16)		38%	62%
Total	28%	26%	46%

La Tabla 2 presenta los porcentajes obtenidos en cada estándar. El desempeño docente alcanzó un 62% de satisfacción, la gestión escolar un 50% y en el desempeño directivo un 52% de los resultados evidencia la necesidad de mejorar.

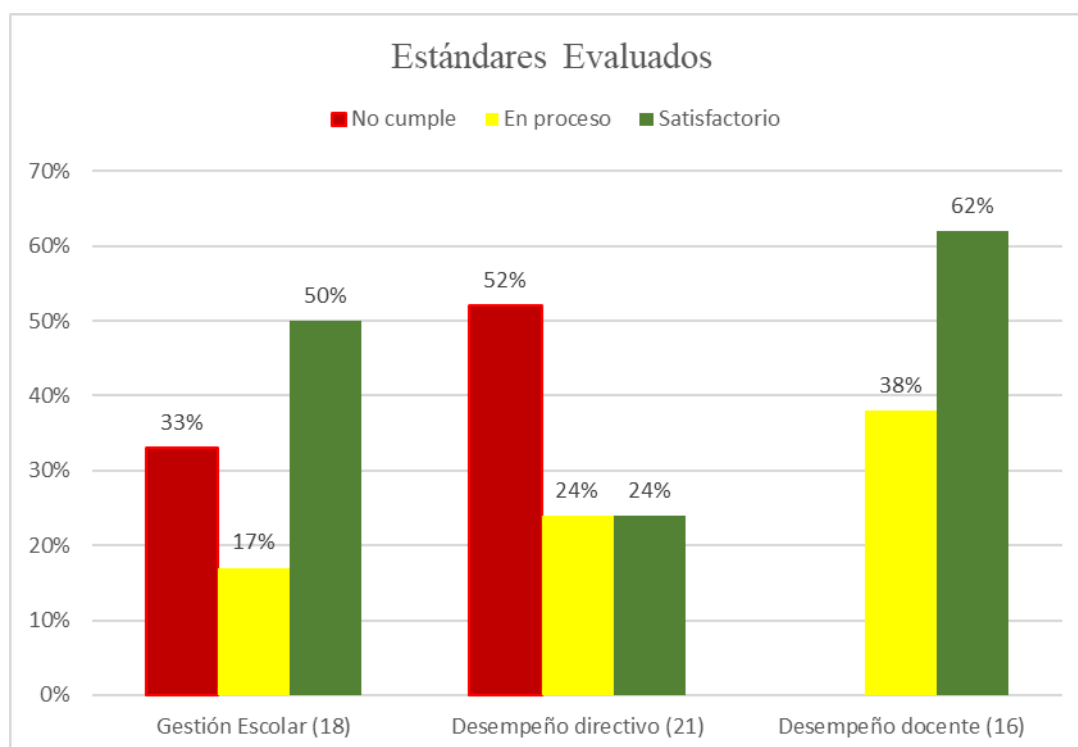
En resumen, la auditoría realizada en la Escuela Básica Fiscomisional Monseñor Néstor Astudillo ha permitido evidenciar el cumplimiento de los estándares de calidad en las diferentes dimensiones, identificando áreas que no cumplen con todos los niveles de logro y que deben ser supervisadas para mejorar la eficacia de la institución educativa.

Como se observa en la Figura 1, la falta de evidencias o medios de verificación de cada estándar ha ubicado en rojo diferentes indicadores. Siendo prioritario el desempeño directivo con un alto índice, es necesario establecer un plan de procedimientos claro que se ejecute en la parte administrativa con la documentación de respaldo, como la socialización de actividades, rendición de cuentas y seguimiento de las actividades de forma periódica, contando con el respectivo sustento y responsable.

En consecuencia, la gestión escolar necesita actualizar el Plan Educativo Institucional (PEI) y disponer de un plan de comunicación adecuado donde se informen los procesos de forma específica y clara para toda la comunidad. Con las sugerencias del plan de mejora, se permitirá salir de cada situación crítica, lo que conlleva a la calidad educativa.

Figura 1

Resultado de la Auditoría en la Escuela Básica Fiscomisional Monseñor Néstor Astudillo



Planteamiento y proceso de la propuesta de mejora

Según Fernández de la Reguera y Torres Martín (2006), en las instituciones educativas, la educación ha sufrido algunos cambios en los últimos años, exigiendo calidad y eficiencia. Por lo tanto, se han puesto en marcha numerosas iniciativas para mejorar los procesos institucionales con el fin de optimizar la calidad educativa en todos sus ejes. Los procesos de evaluación realizados por los auditores no solo están orientados a la sanción, sino que buscan aportar información que favorezca todas las áreas.

La auditoría educativa ofrece muchos beneficios para que los directivos de las instituciones puedan tomar decisiones informadas y tiene como objetivo corregir los procesos internos, manteniendo o mejorando la calidad educativa. Además, el Ministerio de Educación proporciona control y evaluación de normativas educativas en función del cumplimiento. La importancia del objetivo se justifica porque garantiza la calidad en los procesos de evaluación y asegura que se cumplan todos los requisitos indispensables para la acreditación e implementación de un plan de mejora (Maldonado Noboa, 2020).

El Ministerio de Educación busca fomentar la importancia de realizar auditorías en las instituciones, donde el auditor tiene funciones principales como regular, asesorar y evaluar los ejes de gestión administrativa, pedagógica, convivencia y seguridad en todas las organizaciones académicas, acorde a las respectivas normas, acuerdos y regulaciones, para que cumplan con los estándares educativos y así asegurar la mejora de la calidad educativa. Es importante que el Ministerio de Educación implemente canales informativos sobre el significado de las auditorías con el fin de contar con una mejor disposición al realizar este proceso (Maldonado Noboa, 2020).

Con el pasar de los años, algunos organismos gubernamentales han permitido ampliar el alcance de evaluar y acreditar a las instituciones, promulgando leyes, decretos, acuerdos y

reglamentos en los que existen mecanismos de gestión con diferentes matices, permitiendo precisar el proceso que se lleva a cabo en los que constituyen síntesis informativas de forma general y prescriptivas, tales como modelos de evaluación, sanciones y estímulos por parte de quienes los realizan (Galarza López y Almuíñas Rivero, 2018).

Según Espiñeira et al. (2012), en la actualidad surge una nueva visión en referencia a la evaluación en las instituciones educativas, por lo cual es necesario ampliar toda una investigación a través de otros ejes, que permita conocer la realidad y así mismo surgir un plan de mejora en el que es necesario analizar el contexto con la finalidad de elaborar un informe a las organizaciones educativas. En la actualidad, existen profesionales que, al momento de la evaluación, elaboran un listado de estándares de calidad, en donde se hace referencia a los diferentes aspectos desde el punto administrativo hasta lo pedagógico.

El auditor educativo es el encargado de realizar la evaluación externa, hacer el seguimiento y la valoración de los procesos administrativos, académicos, pedagógicos y de seguridad. Previo a esto, se realiza un informe general y se lo entrega a la máxima autoridad académica con el fin de que se pueda elaborar un plan de mejora y se cumpla con toda objetividad posible el resultado alcanzado por la institución educativa (Santillán Arias y Alvarracín Morocho, 2021).

El plan de mejora es la mejor oportunidad que tiene un directivo para trabajar en uno o varios problemas detectados en la unidad educativa con el fin de mejorar de forma coordinada y conjunta. Por esta razón, al momento de la elaboración del plan, el Ministerio de Educación ecuatoriano propone algunos aspectos que se deben considerar en la institución educativa auditada, tal como lo indica el manual para la implementación de los estándares de calidad educativa y cumplir con lo que establece el documento de apoyo para el plan de mejora (Álvarez Sojos, 2020).

De acuerdo con Mora Suárez (2016), el plan de mejora permite identificar todas las necesidades que tiene una institución educativa, lo que implica analizar los resultados académicos, evaluar la práctica docente y mejorar las expectativas de la comunidad en general. Además, permite crear acciones de forma planeada y ordenada para que se realicen en un periodo de tiempo y se logre un progreso en la organización educativa, cumpliendo los propósitos institucionales definidos en la misión y visión. Es necesario tener en cuenta que las personas encargadas de entregar el informe final a la máxima autoridad de la institución auditada deben contar con todos los recursos para poder identificar puntos fuertes y áreas donde se deba mejorar. Esto se basa en una serie de principios con respecto a la educación de calidad, además de algunos principios sustentados en una participación plena, responsabilidad, desarrollo creativo, proactividad, compromiso ético y objetividad al momento de la evaluación. Toda información debe ser evidenciada de forma clara en el informe de auditoría, permitiendo identificar todas las necesidades que una institución educativa mantenga en cada área, otorgando así a los directivos una herramienta para tomar decisiones en base a los resultados evidenciados en dicho informe, con el fin de mejorar los aspectos que dificultan alcanzar una calidad educativa de excelencia.

Según el Ministerio de Educación, el plan de mejora surge como instrumento por la necesidad de reconocer y ordenar todas las dificultades que tiene una institución educativa, mejorando los procesos de evaluación con el fin de superar las debilidades encontradas en el informe de auditoría. Es necesario que sea una guía coherente y que defina estrategias y acciones a implementar en las áreas identificadas, permitiendo establecer una dirección que

fomente el trabajo en equipo y la colaboración de toda la comunidad educativa (Ortiz Caicedo y Suárez López 2017).

El plan de mejora se elabora a partir de evaluaciones externas en las que se evidencia el diagnóstico institucional autorizado y realizado por el Ministerio de Educación. En un tiempo adecuado, el plan será evaluado para que, con el paso del tiempo, estos cambios logren alcanzar la calidad educativa. No solo se busca enfocarse en un área específica, sino en la capacidad de mejorar la enseñanza y el aprendizaje en los alumnos. Este enfoque está relacionado con cambios y mejoramiento, pero está vinculado a un proceso de revisión donde se priorizan los problemas y se atienden los que tienen mayor impacto en la institución educativa (Herrera Montes, 2019).

Los recursos se materializan en todas las acciones coordinadas de acuerdo con el plan de mejora, que busca alcanzar las diferentes metas en los ejes administrativo, pedagógico, de convivencia y seguridad. Además, se requiere trabajo en equipo para poder describir el proceso de evaluación, permitiendo realizar un cambio y establecer el plan de mejora óptimo, que demuestre un logro óptimo de enseñanza y aprendizaje para que los estudiantes obtengan todos los conocimientos necesarios y puedan fortalecer sus destrezas en la sociedad, diferenciándolos de otras instituciones educativas (Martínez Iñiguez, et al., 2020).

El plan de mejora está dirigido a un seguimiento permanente. La intención es darle sentido a la evaluación y proyectarse para realizar aportes significativos al Plan Educativo Institucional (PEI). Es decir, cada institución educativa hará uso de toda su autonomía para efectuar una reflexión de los resultados encontrados en este proceso. Se debe tomar en cuenta que aquí intervienen otros aspectos fundamentales entre toda la comunidad educativa, como la comunicación, trabajo en equipo y construcción de propósitos a mediano y largo plazo, con el fin de alcanzar resultados duraderos en el tiempo que contribuyan al mejoramiento de la entidad académica (Páez Casagua & Páez Casagua, 2022).

La construcción de este plan de mejora institucional es un proceso indispensable para optimizar la gestión educativa, fortalecer la calidad de la enseñanza y asegurar un entorno seguro y eficiente. Para llevarlo a cabo, se detallan siete pasos que pueden ser considerados como una guía para abordar los desafíos identificados durante la auditoría in situ de la institución educativa.

Paso 1: Priorización de Problemas

El primer paso consiste en priorizar los problemas detectados en la auditoría. Este proceso implica un análisis integral de las debilidades encontradas en los ejes de gestión administrativa, pedagógica, convivencia, salud y seguridad. Es vital establecer un orden de prioridad para garantizar que los problemas más críticos reciban atención inmediata y adecuada.

Entre los problemas prioritarios se encuentra la necesidad urgente de actualizar la Planificación Curricular Institucional (PCI), la cual sirve como base de la enseñanza. Asimismo, se ha identificado la falta de un plan de procedimientos pedagógicos y administrativos, ambos importantes para mejorar la eficiencia operativa y el manejo interno. Adicionalmente, el código de convivencia está próximo a vencer, lo que requiere una actualización inmediata para seguir garantizando un ambiente de respeto y armonía en la comunidad educativa. También se ha detectado la ausencia de un plan comunicacional y la necesidad de implementar un sistema de rendición de cuentas periódico para asegurar la transparencia en la gestión institucional.

Paso 2: Definición de las Causas de los Problemas y Establecimiento de Metas

El segundo paso se centra en la identificación de las causas de los problemas detectados y en el establecimiento de metas claras y alcanzables. Es fundamental que el PCI se actualice de manera contextualizada, incorporando la participación del cien por ciento de los actores de la comunidad educativa, lo que asegurará que responda a las necesidades específicas de la institución. Además, se debe desarrollar un plan de procedimientos académicos pedagógicos que se implemente en un plazo de tres meses, con la participación de al menos el cincuenta por ciento de la comunidad educativa. Esto garantizará que las mejoras se lleven a cabo de manera rápida y efectiva.

El plan de procedimientos administrativos también debe construirse con la participación activa de todos los actores educativos, con el objetivo de optimizar la eficiencia operativa. Seguidamente, se debe diseñar un plan de capacitación docente, asegurando que el cien por ciento de los profesores reciba formación continua. Este aspecto es crucial, ya que los docentes son la base fundamental en el desarrollo integral de los estudiantes. En cuanto a la seguridad, se debe establecer un marco normativo que involucre a toda la comunidad educativa, asegurando la implementación de normas que protejan contra riesgos, promuevan la ciberseguridad y creen un entorno seguro para todos.

Paso 3: Establecimiento de Acciones, Recursos y Tiempos

El tercer paso se enfoca en la planificación detallada de las acciones, recursos y tiempos necesarios para abordar cada uno de los desafíos identificados. La creación de comisiones de trabajo específicas, organizadas por áreas como pedagogía, gestión, convivencia, seguridad y salud, permite abordar cada eje de manera organizada y eficiente. Estas comisiones, compuestas por docentes y otros miembros de la comunidad educativa, deben centrarse en la implementación de estrategias que cumplan con las metas establecidas en el paso anterior.

Entre las acciones concretas se incluyen la actualización de lineamientos de acuerdo con las directrices del Ministerio de Educación, la elaboración de cronogramas de trabajo, la delegación de responsabilidades y la socialización de los procedimientos a toda la comunidad educativa. La aplicación efectiva de estos planes y procedimientos es vital para asegurar que las mejoras lleguen a todos los niveles de la institución.

Paso 4: Establecimiento de Compromisos de los Responsables

Para garantizar el éxito del plan, es primordial asignar responsabilidades claras a los distintos actores involucrados. En el cuarto paso, se designan responsables específicos para cada reto identificado, incluyendo directivos, docentes, personal administrativo, el Departamento de Consejería Estudiantil (DECE), padres de familia y estudiantes. Este enfoque colaborativo asegura que todos los miembros de la comunidad educativa estén comprometidos con el proceso de mejora y contribuyan activamente al éxito del plan.

Paso 5: Seguimiento y Monitoreo de Acciones

El seguimiento y la evaluación continua son fundamentales para ajustar las acciones según sea necesario. En el quinto paso, se establecen mecanismos para monitorear el progreso de las acciones implementadas. Esto incluye la creación de matrices de seguimiento que evalúen el avance en cada área, desde la actualización del PCI hasta la aplicación de protocolos de seguridad y ciberseguridad. Adicionalmente, es necesario el monitoreo de observaciones áulicas, cronogramas escolares, registros de calificaciones, redes sociales e informes de tutoría para asegurar que todas las acciones se desarrollen de manera efectiva.

Paso 6: Evaluación de Resultados con Evidencias

El sexto paso implica la evaluación de los resultados obtenidos, respaldados por evidencias de todas las acciones. Entre los resultados esperados se incluyen la creación de manuales físicos y digitales que guíen los procedimientos académicos, pedagógicos, administrativos, de salud y seguridad, lo que permitirá a la institución operar de manera más eficiente y organizada. También se espera una mejora en la eficiencia y eficacia en la ejecución de los procesos, la promoción de un ambiente de armonía en la institución y el fortalecimiento de las competencias docentes. Además, se busca garantizar que toda la comunidad educativa esté familiarizada con los protocolos de seguridad y ciberseguridad, lo que contribuirá a la creación de un entorno seguro y protegido.

Paso 7: Priorización de Acciones según la Auditoría

Finalmente, en el séptimo paso, se establece un orden de prioridades basado en la auditoría realizada. Este orden permite clasificar los problemas según su nivel de urgencia, asegurando que los recursos y esfuerzos se concentren en los aspectos más críticos. Al priorizar la actualización del PCI, la implementación de planes de procedimientos pedagógicos y administrativos, y la creación de protocolos de seguridad y ciberseguridad, la institución podrá avanzar hacia una mejora continua en su gestión y en la calidad educativa.

Discusión

Los resultados de la auditoría muestran los porcentajes de áreas en las que se cumplen los estándares de calidad educativa. Por lo tanto, el auditor desempeña un papel de vital importancia al verificar los niveles de logro alcanzados por la institución. A su vez, la asesoría se encarga de la gestión institucional y de apoyar al directivo en la toma de decisiones informadas y con propósito (Ministerio de Educación, 2020).

De acuerdo con la auditoría regular general en la Escuela de Educación Básica Fiscomisional Monseñor Néstor Astudillo Bustamante, se verificó el cumplimiento de los estándares de calidad educativa obteniendo los siguientes resultados:

- No presenta una planificación curricular institucional (PCI) actualizada. Es indispensable guardar una relación entre los contenidos curriculares de este documento y la planificación curricular anual del docente (PCA). Es de vital importancia que todas las actividades de planificación permitan una garantía de enseñanza y aprendizaje mediante el análisis del currículo nacional vigente.
- No cuenta con un plan de procedimientos pedagógicos. Es importante poseer un manual de acciones pedagógicas en función del contexto de la institución educativa, que contemple las prácticas educativas, evaluación y refuerzo, asegurando el desarrollo del estudiantado; considerando los acuerdos y normativas actuales que conlleven al desarrollo de las actividades de los docentes.
- No presenta un plan de procedimientos administrativos. Para una mejor organización en los procesos y optimización del tiempo, es indispensable contar con una guía de las acciones a seguir en todos los departamentos. La aplicación del manual permitirá la eficiencia, eficacia y un orden en los protocolos para llevar a cabo una actividad administrativa.
- La institución educativa cuenta con un código de convivencia por vencer. El gobierno escolar debe liderar la actualización consensuada y participativa del código de convivencia, con los respectivos acuerdos y compromisos de todos los actores de la comunidad educativa. Se sugiere seguir los lineamientos de colmena módulos integrados.

- La institución no posee un plan de capacitación docente. Para asegurar la calidad educativa, es indispensable identificar las debilidades internas en el desempeño docente mediante las observaciones áulicas y proporcionar un acompañamiento en la práctica del profesorado. Una vez identificadas las debilidades, se deben priorizar los temas, designar responsables, establecer tiempos para su ejecución y realizar una autoevaluación.
- No se implementan planes integrales ni protocolos que fomenten una cultura de prevención de riesgos, seguridad y autocuidado. Se observó la señalización para la prevención de riesgos y seguridad de los estudiantes. Sin embargo, es necesario que la autoridad educativa elabore un cronograma de seguimiento para supervisar el cumplimiento de estas medidas.
- No se presentan protocolos de ciberseguridad. La institución educativa debe implementar estrategias para controlar las descargas de documentos de forma ilegal mediante normas de seguridad informática. Por lo tanto, se requiere establecer lineamientos de seguridad y la respectiva socialización a la comunidad educativa sobre la importancia de la ciberseguridad.
- No cuenta con un manual comunicacional. Se deben establecer los respectivos canales de comunicación adecuados para transmitir la información a toda la comunidad. Esto se logra mediante la elaboración de procesos que promuevan la comunicación efectiva y asertiva entre todos los miembros de la comunidad educativa.
- No presenta rendición de cuentas. La gestión y transparencia en toda la comunidad educativa se puede lograr mediante el informe de rendición de cuentas, donde se dan a conocer los logros y metas alcanzadas en todos los niveles, así como las experiencias que contribuyan a la mejora institucional. Se recomienda socializar estos logros al finalizar el año escolar.

Conclusiones

De acuerdo con la auditoría regular general realizada en la Escuela Fiscomisional Monseñor Néstor Astudillo Bustamante se concluye:

- La auditoría in situ permite ejecutar las técnicas y herramientas necesarias para identificar de forma satisfactoria las áreas o departamentos a mejorar, de acuerdo con los estándares de calidad educativa vigentes, mediante la verificación de indicadores y acuerdos actuales.
- Los resultados obtenidos de cada indicador son ordenados por importancia logrando establecer una relación significativa que permita mejorar la eficiencia en la administración educativa.

Con base en la auditoría realizada, se sugiere ejecutar un plan de mejora teniendo en cuenta los siguientes puntos:

- Actualizar el plan curricular institucional para lograr que los objetivos educativos estén alineados con el proceso de enseñanza y aprendizaje.
- Establecer procedimientos pedagógicos, académicos y administrativos mediante la elaboración de manuales socializados con la comunidad educativa.
- Actualizar y socializar el código de convivencia con la comunidad educativa.
- Establecer un plan de capacitación docente personalizado y anual.
- Socializar y actualizar el plan de gestión de riesgos, incluyendo ciberseguridad, como sugiere el manual de colmena.

- Elaborar un manual de comunicación donde se establezcan los canales de comunicación en relación con los procedimientos institucionales.
- Implementar la rendición de cuentas de toda la comunidad educativa, permitiendo compartir experiencias y logros.

El plan de mejora contiene las acciones necesarias para cada situación de forma priorizada en la institución auditada. Las actividades de seguimiento se pueden considerar como punto de partida en el control interno; sin embargo, se resalta la importancia de la autoevaluación y retroalimentación como una cultura de calidad educativa institucional.

Reconocimientos

Los autores declaran la contribución y participación equitativa de roles de autoría para esta publicación.

Referencias

- Abreu, J. L. (2012). Hipótesis, método y diseño de investigación. *Daena: International Journal of Good Conscience*. 7(2) 187-19. [http://www.spentamexico.org/v7-n2/7\(2\)187-197.pdf](http://www.spentamexico.org/v7-n2/7(2)187-197.pdf)
- Álvarez Sojos, L. (2020). *Fortalecimiento de la calidad educativa*. [Trabajo de titulación, UNAE]. Ecuador. <http://repositorio.unae.edu.ec/bitstream/56000/1559/1/TT%20FORTALECIMIENTO%20DE%20LA%20CALIDAD%20EDUCATIVA....pdf>
- Bernal, C. (2010). *Metodología de la investigación*. Prentice Hall. Pearson. Colombia.
- Espiñeira Bellón, E., Muñoz Cantero, J., Zeimer, M. (2012). La autoevaluación y el diseño de planes de mejora en centros educativos como proceso de investigación e innovación en Educación Infantil y Primaria. *REIFOP*, 15 (1), 145-155. <https://redined.educacion.gob.es/xmlui/bitstream/handle/11162/94555/00820123016025.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Galarza López, J., & Almuiñas Rivero, A. (2018). *La autoevaluación y el diseño de planes de mejora en centros*. [Sin editorial]
- Herrera, V., Montes, I., Santiago, E., & Tapia, M.. (2019). **Diseño de un plan de mejoramiento como propuesta de Intervención para el fortalecimiento de los procesos Curriculares de una institución educativa**. [Tesis de maestría, Universidad del Norte] Colombia. <https://manglar.uninorte.edu.co/bitstream/handle/10584/7559/dise%C3%B1odeunplan.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Maldonado Noboa, A. (2020). Auditoría Educativa: Sistematización de Experiencias de la Zona 6 de Educación del Ecuador. [Trabajo de titulación, UNAE]. Ecuador. <http://repositorio.unae.edu.ec/bitstream/56000/1705/1/TRABAJO%20DE%20TITULACI%3%93N%20ALEXANDRA%20MALDONADO.pdf>
- Martínez-Iñiguez, J. E., Tobón, S., López-Ramírez, E., & Manzanilla-Granados, H. M. (2020). Calidad educativa: un estudio documental desde una perspectiva socioformativa. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos (Colombia)*, 16(1), 233-258. <https://www.redalyc.org/journal/1341/134166565011/134166565011.pdf>
- Merchán Brito, M. (2022). *Retroalimentación en la Auditoría Regular General desde la planificación estratégica en la Unidad Educativa Particular “Benjamín Britten”, Cuenca-Azuay, 2020-2021*. [Trabajo de titulación, UNAE]. Ecuador. <http://repositorio.unae.edu.ec/handle/56000/2496> Ministerio de Educación. (2015). *Manual de auditoría de calidad*. MINEDU. Ecuador <https://educacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/11/MANUAL-DE-AUDITORIA-DE-CALIDAD-2016.pdf>

- Ministerio de Educación. (2017). *Manual para la implementación de los estándares de calidad educativa*. [Acuerdo] <https://www.educacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/11/MINEDUC-2017-00091-A.pdf>
- Ministerio de Educación. (2020). *Manual de auditoría de calidad*. [Acuerdo] <https://educacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2020/12/MINEDUC-MINEDUC-2020-00056-A.pdf>
- Ministerio de Educación. (2023). *Reglamento de la LOEI*. MINEDU: Ecuador. https://www.evaluacion.gob.ec/wp-content/uploads/lotaip/2023/Anexos_Marzo_2023/a/RGLOEI.pdf
- Mora Suárez, M. (2016). *Plan de mejoramiento del sistema de gestión de la calidad para una institución de educación superior basado en la Norma NTCGP1000:2009 e ISO 9001:2008*. [Monografía, Fundación Universidad de América]. Colombia. <https://repository.uamerica.edu.co/bitstream/20.500.11839/601/1/07061505378-2016-2-GC.pdf>
- Ortiz Caicedo, H. & Suárez López, L.(2017). *Implementación de una propuesta de mejoramiento de los procesos evaluativos en los aprendizajes de los estudiantes de básica secundaria de sexto a noveno en la I.E Técnica Sumapaz sede V de Melgar*. [Tesis de Maestría, Universidad Libre de Colombia]. Colombia. <https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/15919/TESIS%20IMPLEMENTACI%C3%93N.....pdf?sequence=1>
- Ozkoidi Pérez, J., & Albeniz Bratos, A. (2014). Las auditorías de calidad como servicio de la Inspección de Navarra. *Avances En Supervisión Educativa*, (22). <https://doi.org/10.23824/ase.v0i22.42>
- Páez Casagua, S. & Páez Casagua, M.d.P. (2022). *Plan de mejoramiento para el fortalecimiento del impacto del Proyecto ambiental escolar PRAE- del Colegio Jairo Aníbal Niño CED de la localidad de Kennedy*. [Trabajo de grado, Universidad de la Sabana]. Colombia. <https://intellectum.unisabana.edu.co/bitstream/handle/10818/54340/Tesis%20Sonia%20P%C3%a1ez.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Quiroga Lobos, M. (2014). *Liderar la implementación del plan de mejora escolar oportunidades, desafíos y dificultades. Un estudio de caso* [Tesis, Universidad de Sevilla] España. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=54461>
- Santillán Arias, S., & Alvarracín Morocho, L. (2021). *Acercamiento a una auditoría en la dimensión pedagógica de la Unidad Educativa Dayuma al inicio del año lectivo 2019 – 2020*. [Trabajo de titulación, UNAE]. Ecuador. <http://repositorio.unae.edu.ec/bitstream/56000/1726/1/Tesis%20Santill%C3%A1n%20-%20Alvarracin.pdf>
- Van Dalen, D. B., & Meyer, W. J. (1981). La investigación descriptiva. En *Manual de técnica de la investigación educacional*. Paidós.

Información para Autores / Information for Authors



Evaluación por pares

La Revista Tecnológica Espol - RTE es una revista arbitrada que se rige por el sistema doble par anónimo. Los artículos enviados por los autores son evaluados en previamente por el Comité de Redacción para comprobar si se ajustan a las normas de edición y a las políticas temáticas de la revista. Cuando el artículo pasa ese primer filtro es enviado a dos evaluadores externos expertos en la temática abordada por el autor. Para cumplir y defender la ética de la investigación, estos evaluadores desconocen el nombre de el/los autores/as y la identificación de la/s institución/es a la que pertenece el artículo, encargándoseles dictaminar si responde a los intereses científicos de la revista y si procede su publicación. En la valoración final, los revisores deciden entre las siguientes opciones: publicable, publicable con modificaciones menores, publicable con modificaciones mayores o no publicable. En el caso de que haya disparidad de opinión entre revisores del Comité Científico, se someterá al juicio de un tercer experto, que dirimirá en conflicto de pareceres.

En el siguiente link [Guía de revisores](#), se detalla paso a paso el proceso de evaluación a seguir por los pares ciegos asignados

Las responsabilidades específicas de los revisores se encuentran declaradas en el link [Código de ética y buenas prácticas de publicación](#).

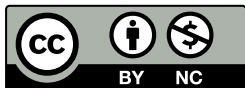
Derechos de autor (Copyright)

*Los originales publicados, en las ediciones impresa y electrónica, de la **Revista Tecnológica Espol - RTE**, bajo derechos de primera publicación, son propiedad de la Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL), Guayaquil, República del Ecuador, siendo absolutamente necesario citar la procedencia en cualquier reproducción parcial o total de los contenidos (textos o imágenes) publicados. RTE proporciona un acceso abierto e inmediato a su contenido, pues creemos firmemente en el acceso público al conocimiento, lo cual no obsta para que la cita de la fuente sea obligatoria para todo aquél que desee reproducir contenidos de esta revista.*

De igual modo, la propiedad intelectual de los artículos o textos publicados en la revista RTE pertenece al/la/los/las autor/a/es/as, quienes conservan sus derechos de autor y dominio irrestricto de su obra.

Esta circunstancia ha de hacerse constar expresamente de esta forma cuando sea necesario.

Todo el contenido de RTE mantiene una licencia de contenidos digitales otorgada por Creative Commons.



*Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons
Atribución-NoComercial 4.0 International.*

Directrices para autores

Los textos postulados deben:

1. Corresponder a las categorías universalmente aceptadas como producto de investigación.
2. Ser originales e inéditos.
3. Sus contenidos responden a criterios de precisión, claridad y brevedad.

Se clasifican en:

3.1. Artículos. En esta sección se publican:

- 3.1.1. Artículos de investigación científica o tecnológica: presenta de manera detallada los resultados originales de proyectos terminados de investigación. La estructura generalmente utilizada contiene cuatro aportes importantes: introducción, metodología, resultados y conclusiones.
- 3.1.2. Artículo de reflexión o ensayo: presenta resultados de investigación terminada desde una perspectiva analítica, interpretativa o crítica del autor, sobre un tema específico recurriendo a fuentes originales.
- 3.1.3. Artículo de revisión: resultado de una investigación terminada donde se analizan, sistematizan e integran los resultados de investigaciones, publicadas o no, ya sea en el campo científico, artístico o artístico tecnológico, con el fin de dar cuenta de los avances y las tendencias de desarrollo.

Próximos Volúmenes

PROGRAMACIÓN

Vol. 37, Núm. 1

Volumen Abierto Semestral

- i. **Convocatoria abierta:** envío de artículos hasta el 15 de abril de 2025
- ii. **Notificación de artículos seleccionados después de revisión por pares ciegos:** hasta el 30 de mayo de 2025
- iii. **Publicación del volumen:** 30 de junio de 2025

PROGRAMACIÓN

Vol. 37, Núm. 2

Volumen Abierto Semestral

- i. **Convocatoria abierta:** envío de artículos hasta el 15 de septiembre de 2025
- ii. **Notificación de artículos seleccionados después de revisión por pares ciegos:** hasta el 30 de noviembre de 2025
- iii. **Publicación del volumen:** 30 de diciembre de 2025

Próximos Volúmenes

PROGRAMACIÓN

Vol. 38, Núm. 1

Volumen Abierto Semestral

- i. *Convocatoria abierta: envío de artículos hasta el 15 de abril de 2026*
- ii. *Notificación de artículos seleccionados después de revisión por pares ciegos: hasta el 30 de mayo de 2026*
- iii. *Publicación del volumen: 30 de junio de 2026*

PROGRAMACIÓN

Vol. 38, Núm. 2

Volumen Abierto Semestral

- i. *Convocatoria abierta: envío de artículos hasta el 15 de septiembre de 2026*
- ii. *Notificación de artículos seleccionados después de revisión por pares ciegos: hasta el 30 de noviembre de 2026*
- iii. *Publicación del volumen: 30 de diciembre de 2026*

PROGRAMACIÓN

Vol. 39, Núm. 1

Volumen Abierto Semestral

- i. *Convocatoria abierta: envío de artículos hasta el 15 de abril de 2027*
- ii. *Notificación de artículos seleccionados después de revisión por pares ciegos: hasta el 30 de mayo de 2027*
- iii. *Publicación del volumen: 30 de junio de 2027*

NOTA: Para interés en publicaciones de volúmenes especiales, se invita a universidades y organizaciones relacionadas con investigación a contactarnos a nsolorza@espol.edu.ec

NOTE: For interest in publications of special issues, universities and organizations related to research are invited to contact us at nsolorza@espol.edu.ec



espol®



rte.espol.edu.ec