



TECNOLÓGICO UNIVERSITARIO
RUMIÑAHUI



Vol. 3 - N° 2

2022

julio - diciembre

REVISTA CIENTÍFICA
CONECTIVIDAD



**DEPARTAMENTO DE
INVESTIGACIÓN**

INSTITUTO TECNOLÓGICO UNIVERSITARIO RUMIÑAHUI

ISSN 2806-5875

Publicación: 12-07-2022



REVISTA CONECTIVIDAD

Volumen 3, Número 2, julio – diciembre 2022

Revista Científica de Ciencias Sociales y Ciencias de la Ingeniería del Departamento de
Investigación del Instituto Tecnológico Universitario Rumiñahui

Comité Editorial

Director

PhD. Vladimir Paredes, Instituto Superior Tecnológico Universitario Rumiñahui,
Ecuador

Editor Jefe

MSc. Cristian Tasiguano, Instituto Superior Tecnológico Universitario Rumiñahui,
Ecuador

Comité Interno

PhD. Marcelo Zambrano, Instituto Superior Tecnológico Universitario Rumiñahui,
Ecuador

CONECTIVIDAD
REVISTA CIENTÍFICA

Volumen 3, Número 2

julio – diciembre 2022

ISSN electrónico 2806-5875

revista@ister.edu.ec

La gestión de Conectividad se lleva a cabo mediante los siguientes criterios:

La revista utiliza el sistema antiplagio académico



El proceso editorial se gestiona a través del Open Journal System



Es una publicación de acceso abierto (Open Access) con licencia Creative Commons



Los artículos de la presente edición pueden consultarse en
<https://revista.ister.edu.ec/ojs/index.php/ISTER/issue/view/7>

ÍNDICE:

Herramientas para la atención de la violencia y discriminación de género en una Institución de Educación Superior del Ecuador_____1

María Soledad Buendía, Franklin Daniel Aguilar, Patricia Arévalo

Uso de plantas medicinales por parte de indígenas como posible fuente de fármacos para Covid-19_____14

Brice Dewis, Ana Marquez, Maide Mendoza, Mario Garzón, Byron Ponce, Erika Ordoñez

Prototipo de seguridad para el Banco Central del Ecuador en Blockchain Híbrido_____27

Felix Mendoza, Moisés Toapanta, Carlos Andrade, Máximo Tandazo, María Rocio Maciel, Luis Caucha, Richard Romero, José Antonio Orizaga

Análisis y perspectivas del Museo Municipal de Guayaquil_____44

Daniela Leiva, Elizabeth Narváez, Estefanía Rodríguez, Karina Castillo, Laura Araujo

Variantes de la Tecnología OPC-UA y su utilización en la interconexión de Controladores Industriales con diferentes protocolos de comunicación_____56

Fernando Jácome, Luis Daniel Andagoya, Rommel Valencia, Henry Osorio, Edison Paredes

Herramientas para la atención de la violencia y discriminación de género en una Institución de Educación Superior del Ecuador
Tools to prevent gender violence and discrimination in a Higher Education Institution in Ecuador

María Soledad Buendía¹, Franklin Daniel Aguilar², Patricia Arévalo³

¹ Instituto Tecnológico Universitario Rumiñahui, mariasoledad.buendia@ister.edu.ec

² Instituto Tecnológico Universitario Rumiñahui, franklin.aguilar@ister.edu.ec

³ Instituto Tecnológico Universitario Rumiñahui, veronica.arevalo@ister.edu.ec

Autor para correspondencia: mariasoledad.buendia@ister.edu.ec

Fecha de recepción: 2022.03.08

Fecha de aceptación: 2022.06.12

Fecha de publicación: 2022.07.12

RESUMEN

El objetivo del estudio fue diagnosticar la incidencia de la violencia de género y la discriminación en el Instituto Universitario Rumiñahui, el alcance de esta fue descriptiva. Se utilizó la fenomenología como método, se realizó análisis cualitativo orientado a la interpretación de la realidad emergente a partir de técnicas mixtas. Resultó de la investigación el desarrollo de herramientas para la atención de los fenómenos estudiados. Se concluyó que estas problemáticas están presentes como reflejo de la sociedad, el problema detectado fue la carencia de mecanismos institucionales para su denuncia y atención, por lo que se puso a consideración del Órgano Colegiado Superior (OCS) un protocolo para la atención del fenómeno de la violencia de género y la discriminación; junto con un programa de formación con enfoque de igualdad y no discriminación para docentes, personal administrativo y autoridades; y una propuesta de modificación de contenidos para la carrera de Administración en gestión del talento humano con enfoque de igualdad y no discriminación para fortalecer las capacidades institucionales y el perfil de egreso de los estudiantes.

Palabras clave: Educación, prevención, violencia de género, discriminación

ABSTRACT

The aim of the study was to diagnose the incidence of gender violence and discrimination at the Rumiñahui University Institute, the scope of this was descriptive. Phenomenology as a method with qualitative analysis oriented to the interpretation of the emerging reality from mixed analysis techniques. It resulted from the research the development of tools for the attention of the phenomena studied. The research resulted from the development of tools for

the prevention, care and eradication of the phenomena studied. It was concluded that these problems are present as a reflection of society, the problem detected was the lack of institutional mechanisms for their complaint and attention, so it was put to the consideration of the Superior Collegiate Body (OCS) a protocol for addressing the phenomenon of gender-based violence and discrimination; together with a training program with a focus on equality and non-discrimination for teachers, administrative staff and authorities; and a proposal to modify the contents for the Administration career in human talent management with a focus on equality and non-discrimination to strengthen the institutional capacities and the graduation profile of students.

Key words: Education, Prevention, Gender violence, Discrimination

INTRODUCCIÓN

La violencia y la discriminación de género constituyen problemáticas con gran incidencia a nivel mundial. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS) “1 de cada 3 mujeres en todo el mundo (el 35%) ha sufrido violencia física y/o sexual. El 30% de las mujeres sufren en algún momento de su vida violencia física o sexual a manos de su pareja” (Organización Mundial de la Salud OMS, 2020, pág. 4). Ecuador presenta según los datos de la encuesta Nacional sobre Relaciones Familiares y Violencia de Género contra las Mujeres realizada en 2019, del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC), cuatro los tipos de violencia psicológica (56,9%), física (35,4%), patrimonial (16,4%) y sexual (32,7%) (INEC, 2019).

En lo que respecta a la violencia de género en las universidades el estudio realizado en 20 instituciones ecuatorianas por Vara-Horna (2021) titulado “De la evidencia a la prevención” (Vara-Horna, 2021) señala que “1 de cada 3 estudiantes fue víctima de violencia por parte de su pareja o expareja”. Se establece en el mismo estudio que 1 de cada 3 estudiantes fue victimada por miembros de la comunidad educativa” (Vara-Horna, 2021, pág. 22)

Estas cifras generan alerta, pues pocas instituciones de educación superior aplican la “Ley Orgánica Integral para Prevenir y Erradicar la Violencia contra las Mujeres” vigente desde el 2018, cuerpo normativo que establece la obligatoriedad del impulso de varias acciones en el ámbito de la educación superior entre las que destacamos la implementación de actividades para generar conciencia al interior de las universidades; establecimiento y protocolos y procedimientos para tratar los casos asociados a la violencia; incorporación de asignaturas derechos humanos de las mujeres en los pénsum académicos; propuestas

formativas con perspectiva de género pasar la comunidad educativa; apoyo a investigaciones sobre violencia de género; entre otras (Asamblea Nacional del Ecuador, 2018).

¿Por qué es importante conocer si la violencia y la discriminación de género están presentes en el Instituto Universitario Rumiñahui? Para identificar y desarrollar las herramientas adecuadas al contexto específico de prevención, atención y erradicación de los fenómenos estudiados (Buendía, 2022).

El objetivo es diagnosticar el impacto de la violencia de género y la discriminación en la institución. Los objetivos específicos son: generar un informe que evidencie el comportamiento de estos fenómenos a través de la obtención de información primaria de la aplicación de una encuesta; proponer y presentar al Órgano Colegiado Superior (OCS) un protocolo actuación para los casos de violencia, acoso, hostigamiento y discriminación a nivel institucional; proponer y presentar al OCS un programa de formación con enfoque de género para la institución, con el fin de sensibilizar y generar conciencia dentro del corpus académico y estratégicamente en la formación de los docentes y personal administrativo para permear la estructura institucional; y finalmente una propuesta de modificación de contenidos para la carrera de administración.

Los artículos, estudios y libros revisados son: “antropología, violencia y justicia: repensando matrices de la sociabilidad contemporánea en el campo del género y de la familia” (Rifiotis, 2011);” de la evidencia a la Prevención” (Vara-Horna, 2021); “las estructuras elementales de la violencia” (Segato, 2003); “violencia de género en la universidad; percepciones actitudes y conocimiento desde la voz de los estudiantes” (ChapaRomero, CedenaAlvear, & Almanza Avendaño, 2022) y “violencia estructural de género” (Arroyo, 2016). Se utiliza el método deductivo y la investigación exploratoria para su análisis.

El método usado es fenomenológico para describir la violencia y discriminación de género (Hernández-Sampieri, 2014). Se realiza un levantamiento de información a partir de una fuente primaria aplicando una encuesta a todas las personas de la institución. El resultado es un diagnóstico sobre el problema de la violencia y la discriminación de género en la institución y el desarrollo de herramientas para su prevención. Se concluye que el ISTER es

la primera institución de educación superior tecnológica en abordar la temática con un estudio de este tipo y desarrollar herramientas para la prevención con enfoque integral y sistémico.

MATERIALES Y MÉTODOS

En un primer momento en Materiales se revisó algunos artículos, libros e investigaciones sobre: los fenómenos estudiados, conceptos, efectos, consecuencia y mecanismos de perpetuación en las universidades. En un segundo momento en Métodos se planteó como desarrollar herramientas para su prevención y atención.

MATERIALES

Los artículos, estudios y libros revisados reafirman la necesidad de atención de esta problemática a nivel de las instituciones de educación superior. Vara-Horna en su investigación *De la evidencia a la Prevención* (Vara-Horna, 2021) introduce el concepto de prevención integral basada en la teoría de cambio sostenible. Este aporte conceptual parte de evidencias y es aplicada en todos los niveles de la institución y con todos los actores académicos. Vara-Horna recomienda desplegar acciones que articulen de forma sistémica cada una de las cadenas de valor. Las estructuras elementales de la violencia (Segato, 2003) aportan con el concepto de violencia como una construcción cultural, analiza sus relaciones e impactos sociales. En ese orden de ideas Chapa Romero enfatiza que la cultura institucional suele fomentar y legitimar la desigualdad a través de “pactos patriarcales, simulación y negación de diversas manifestaciones de violencia” (ChapaRomero, CedenaAlvear, & Almanza Avendaño, 2022, pág. 88). Roxana Arroyo desarrolla el concepto de violencia estructural de género como una categoría de análisis en distintos contextos, incluido el universitario. (Arroyo, 2016).

MÉTODOS

Se realizó una investigación fenomenológica que llegó hasta el nivel descriptivo con profundidad de análisis cualitativo orientado a la interpretación de la realidad emergente a partir de técnicas de análisis mixtas (Hernández-Sampieri, 2014) de los fenómenos

estudiados en el Instituto Universitario Rumiñahui para entender los elementos estructurales, comprender su esencia; identificar los significados y los contextos; y a través del análisis y la interpretación abordar las condiciones que perpetúan la violencia y discriminación de género en las instituciones de educación superior.

La recolección de la información fue a partir de una fuente primaria aplicando una encuesta a todas las personas del Instituto Universitario Rumiñahui. Se utilizó una escala de Likert para la obtención de datos a través de la encuesta. Las variables de estudio fueron la violencia y discriminación de género, el supuesto de investigación fue que estos fenómenos están presentes en el entorno de educación superior y que, por la falta de protocolos, de formación y de comprensión de su magnitud, la denuncia, atención y prevención presentan múltiples dificultades.

Se revisó la aceptación o rechazo del supuesto de investigación a través de análisis de Chi cuadrado, utilizando el sistema SPSS, así como también el análisis descriptivo y multivariable. Con base en la información de los grupos focales con estudiantes, docentes y personal administrativo se elaboró un protocolo de atención. Finalmente, se propuso un programa de formación con enfoque de género para la prevención del fenómeno en la institución e incorporación de nuevos contenidos para la carrera de Administración.

Para la aplicación de la encuesta se contó con el apoyo de las autoridades y se utilizaron los mecanismos institucionales.

Para el procesamiento de la información, se buscó eliminar todo sesgo, sobre la fiabilidad de la información se obtuvo un Alfa de Cronbach de 755.

Tabla 1. Estadísticos de fiabilidad

Alfa de Cronbach	Alfa de Cronbach basada en los elementos tipificados	N de elementos
.701	.755	9

En la investigación participó la comunidad educativa dividida por edad y género de la siguiente forma: 17,3% entre 18 y 25 años, 37,8% entre 26 y 33 años y 44,9 % de más de 33 años. De estas el 38,7% fueron hombres y el 60.9% mujeres. La tabla 2 muestra la frecuencia,

el porcentaje válido y acumulado de la edad de los participantes en la encuesta y la tabla 3 la frecuencia porcentaje válido y porcentaje acumulado de hombres y mujeres.

Tabla 2. Edad

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	18-25 años	39	17.2	17.3	17.3
	26-33 años	85	37.4	37.8	55.1
	Más de 33 años	101	44.5	44.9	100.0
	Total	225	99.1	100.0	
Perdidos	Sistema	2	.9		
	Total	227	100.0		

Tabla 3. Género

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	HOMBRES	87	38.3	38.7	38.7
	MUJERES	137	60.4	60.9	99.6
	PREFIERO NO DECIRLO	1	.4	.4	100.0
	Total	225	99.1	100.0	
	Perdidos	Sistema	2	.9	
	Total	227	100.0		

RESULTADOS

Los resultados que se obtuvieron en la fase de investigación son:

- Lineamientos para un protocolo de atención de los casos relacionados con violencia, acoso, hostigamiento y discriminación a nivel institucional
- Modelo de protocolo.
- Lineamientos para programas de formación y revisión de contenidos

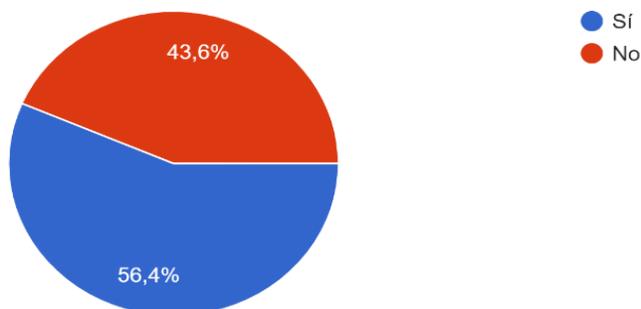
- Modelo de programa de formación
- Modelo de incorporación de contenidos para la carrera de administración

1. Lineamientos para un protocolo de atención

Para establecer los lineamientos para el protocolo se partió de la información de la variable violencia de género, se estableció su frecuencia, los tipos de violencias, los lugares en que ocurre y las limitantes para su detección y atención en la institución. Los resultados permitieron señalar que la violencia o maltrato están presentes en la institución con un 43,6%.

Fig. 1. Violencia o maltrato

¿Ha sufrido maltrato o violencia en algún momento de su vida?
225 respuestas



Al profundizar y consultar sobre cómo se manifiesta la violencia y el maltrato las respuestas ubicaron a los golpes, es decir la violencia física como la forma más frecuente con un 95,1%, los gritos, es decir la violencia psicológica con un 77,3 %, la agresión o la violencia sexuales con un 75,1%, intimidación o violencia psicológica con un 60,4% y control de recursos económicos o violencia patrimonial con un 35,6%.

Según la encuesta realizada los tipos de violencia más frecuentes son la violencia psicológica con el 63,2% y la violencia física con un 26,4%. 6 de cada 10 personas de la comunidad educativa sufrieron violencia psicológica, mientras se destaca que la violencia física está presente en 2 de cada 10 personas.

Para el 93,8% de las personas encuestadas la violencia es un reflejo de la sociedad y manifiestan la necesidad de un cambio en el contexto social y familiar. En la investigación se encontró que existen limitantes para la denuncia de los hechos de violencia ya que el 83,5%

no denunció. 8 de cada 10 víctimas de violencia en la comunidad educativa no denunciaron los hechos.

Los lugares donde sucede la violencia fueron mayoritariamente las casas de las víctimas con un 37,1%, el transporte público con un 16,1%, la calle con un 15,4 %. Las instituciones educativas tampoco fueron vistas como seguras, pues representaron la escuela el 3,5, el colegio 15,4, y las universidades e institutos técnicos superiores 2,1% de los lugares donde se produce la violencia.

2. Modelo de protocolo.

Frente a los resultados expuestos fue necesario el desarrollo de herramientas para la prevención y atención de los fenómenos estudiados. El modelo de protocolo plantea un procedimiento que incluye bases de actuación para la denuncia, la atención y el acompañamiento de los casos.

Incorpora algunas medidas para trabajar institucionalmente la prevención a través de la sensibilización y la empatía, lo que contribuye a la inclusión de la perspectiva de género en las prácticas institucionales.

La aplicación de estas se realizará sin dejar de tomar en cuenta las disposiciones legales vigentes tanto en el ámbito administrativo, civil o penal.

Los principios que incorporó la propuesta fueron: rechazo a las conductas señaladas; confidencialidad; presunción de inocencia; garantía de la dignidad; no revictimización; y transparencia.

3. Modelo de programa de formación

El modelo de formación se basó en la información procesada en la encuesta sobre la capacidad transformadora de la educación, el 64,9% de las personas de la comunidad educativa consideraron que la educación puede transformar prácticas asociadas con la violencia y la discriminación. La necesidad de asignaturas que aborden la violencia y la discriminación como problemática social tuvo el apoyo del 61,8% de las personas encuestadas.

El programa de formación institucional con perspectiva de igualdad y no discriminación, constituye una herramienta fundamental para este propósito, pues busca permear y sensibilizar sobre las causas, efectos y mecanismos de perpetuación de prácticas sociales discriminatorias y violentas. El programa se estructuró con dos módulos. El primer módulo desarrolló la participación y el principio de igualdad, la evolución de los derechos, marco jurídico internacional y nacional, conceptos básicos y enfoque de género. El segundo módulo desarrolló el concepto de violencia estructural de género y los tipos de violencia, causas y factores de perpetuación de ésta.

Los aprendizajes esperados fueron el conocimiento de herramientas conceptuales básicas sobre derechos de las mujeres, los marcos normativos nacionales e internacionales en la materia, la identificación de los principales conceptos relacionados con igualdad, paridad, violencia estructural y discriminación, así como el manejo de herramientas teórico-prácticas para la incorporación de la perspectiva de género en la práctica profesional.

El programa incorporó la innovación educativa de la clase invertida, con una secuencia de actividades en interacción con el profesor como guía del proceso de enseñanza. Los aprendizajes previos serán acompañados de información nueva sobre el objeto de estudio (Díaz-Barriga, 2013), se suman a las actividades que buscan generar expectativa para lograr un aprendizaje significativo con la aplicación en estudios de casos reales sobre las violencias en diferentes circunstancias (Díaz-Barriga, 2013). Finalmente se plantearon actividades integradoras que permitieron sintetizar los conocimientos.

El programa planteó una interacción fuera del aula de clase, sea esta virtual o presencial, se trabaja con antelación los conceptos a través de lecturas sugeridas, posteriormente utilizando se utilizan preguntas detonadoras, ejercicios prácticos y dinámicas grupales para desarrollar las temáticas. Se busca sensibilizar en una secuencia de tres pasos: Antes de clases, se leen y preparan los temas para poder participar en las actividades del aula, el foro con la conducción del docente-facilitador pone en debate las teorías y conceptos aprendidos con análisis y discusiones interactivas y finalmente apoyados en recursos audiovisuales, se extiende el aprendizaje a la vida real, se problematiza con casos reales para lograr una

comprensión profunda y un aprendizaje significativo. Se plantea concluir con evaluación por productos, evaluación por procesos y autoevaluación.

4. Modelo de incorporación de contenidos para la carrera de administración

Para aportar a los cambios curriculares, fortalecer las competencias y el perfil de egreso de los estudiantes de la carrera de administración se propuso la inclusión de contenidos incorporando la gestión del talento humano con enfoque de igualdad y no discriminación.

Se propuso de manera integral incorporar las políticas de igualdad y no discriminación en la carrera de Administración.

El objetivo fue incorporar contenidos para mejorar la capacidad de analizar e interpretar la gestión de talento humano con enfoque de igualdad, realizar manuales, protocolos, políticas de igualdad, reclutamiento de personal, mediciones de clima laboral, y otras herramientas de gestión de talento humano transversalizando el enfoque.

Los contenidos se dividieron en 4 módulos. Módulo 1 Introducción a la Gestión de Talento Humano: Módulo 2 Igualdad en la empresa; módulo 3 Política de Igualdad Laboral y módulo 4 Corresponsabilidad de la vida laboral y familiar, Lenguaje no sexista y Violencia laboral, discriminación, hostigamiento y acoso sexual.

DISCUSION

Los resultados de la investigación concuerdan con lo expuesto por Chapa Romero al señalar que en las universidades se manifiestan y reproducen la violencia epistémica, sexual y psicológica, todas estas basadas en desigualdades de género. En espacios universitarios la problemática persiste alrededor de la impunidad y la falta de atención adecuada (ChapaRomero, CedenaAlvear, & Almanza Avendaño, 2022).

En ese orden de ideas también hay concordancia con investigaciones realizadas en Universidades, no en Institutos Tecnológicos, en Ecuador que documentan la presencia de múltiples violencias, en estos contextos Vara-Horna señala la necesidad de herramientas de prevención.

Fue validado en la investigación el planteamiento de que la efectividad de las herramientas requiere de un análisis profundo que dimensione y contextualice el problema para incidir en su permanencia o no (Vara-Horna, 2021).

Se concuerda también con señalado por Vara Horna sobre que “la Violencia de género en las universidades vulnera principios esenciales de la educación superior y atenta también contra la formación integral del estudiantado, movilizarse hacia la prevención es un imperativo que ya no puede postergarse”. (Vara-Horna, 2021, pág. 164).

Con la investigación se cumple el imperativo normativo de las leyes vigentes (Asamblea Nacional del Ecuador, 2018) avanzando más allá hacia un imperativo ético de responsabilidad social aportando a una “gestión socialmente responsable de la organización y los procedimientos institucionales, promoviendo un comportamiento organizacional responsable con todos los integrantes de la comunidad universitaria al reafirmar a diario valores de igualdad y no discriminación” (Francois Vallaeys, 2009, pág. 14).

La LOES señala en su última reforma de agosto de 2018 en el artículo 86 la obligación de promover los derechos y la integridad física, psicológica y sexual de toda la comunidad universitaria así como ambientes libres de todas formas de acoso y violencia (Asamblea Nacional del Ecuador, 2018), en ese orden de ideas en el Reglamento para garantizar la igualdad de todos los actores en el sistema de educación superior se establecen los principios de igualdad, de equidad y protección y de participación y no discriminación (CES Consejo de Educación Superior, 2018).

La respuesta institucional, anclada en las normas y reglamentos vigentes y en los resultados de la investigación sintoniza con lo planteado por los autores señalados, sobre la importancia de la elaboración de herramientas para procesar de manera adecuada estas problemáticas.

TRABAJOS FUTUROS Y CONCLUSIONES

Como trabajo futuro está prevista la aplicación, implementación y evaluación de las herramientas para retroalimentación y mejora continua: del protocolo, del programa de formación en categoría de género y de los contenidos de gestión del talento humano para la carrera de Administración.

Se concluyó que:

- 1) Que las instituciones de educación superior han abordado en los últimos años la problemática de la violencia y la discriminación (FLACSO, 2019), enfoque que lamentablemente en los institutos tecnológicos de educación superior no ha estado presente, el ISTER es el primer instituto tecnológico que aborda de manera integral y sistémica estos los fenómenos.
- 2) Los hechos observados y los resultados de la investigación concordaron con los datos a nivel nacional sobre la violencia en el ámbito social de la Encuesta Nacional realizada en 2019 (INEC, 2019).
- 3) La investigación reflejó que la violencia está presente en el ISTER, como en otros espacios sociales, se puede señalar que muchos casos quedan silenciados y en la impunidad por la falta de denuncia.
- 4) Es de vital importancia el compromiso, acompañamiento y atención de estos fenómenos para generar una cultura institucional libre de violencia.
- 5) Finalmente podemos señalar que la investigación deja abierta una multiplicidad de acciones a ser realizadas para la erradicación de estos fenómenos, así como el estudio del impacto en el rendimiento académico y la deserción estudiantil.

REFERENCIAS

- Arroyo, R. (2016). *Violencia Estructural de género una categoría necesaria análisis para los derechos humanos de las mujeres*. Costa Rica: Centro de Estudios de las Masculinidades. Obtenido de <http://masculinidad.org/wp-content/uploads/2016/11/VIOLENCIA-ESTRUCTURAL-DE-G%3%89NERO-UNA-CATEGOR%3%8DA-NECESARIA-DE.pdf>
- Asamblea Nacional del Ecuador. (2018). *Ley Orgánica de Educación Superior. Reformada*. Quito: Registro Oficial 298 Suplemento 02 agosto 2018 .
- Asamblea Nacional del Ecuador. (2018). *Ley Orgánica Integral para prevenir y erradicar la violencia contra las mujeres*. Quito : Regsitro Oficial 175.

- Buendía, M. S. (2022). *Proyecto de Igualdad y no discriminación*. Sangolqui: ISTER.
- CES Consejo de Educación Superior. (2018). *Reglamento para garantizar la igualdad en la educación superior*. Quito: Registro Oficial educación especial 497 24 julio 2028.
- ChapaRomero, A. C., CedenaAlvear, I., & Almanza Avendaño, A. M. (2022). Violencia de género en la universidad: percepciones, actitudes y conocimiento desde la voz del estudiante. *Revista Guillermo de Ockham* 20(1), 77-91.
- Díaz-Barriga, Á. (2013). Guía para al elaboración de una secuencia didáctica. *Comunidad de Conocimiento*, 15.
- FLACSO Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales. (2019). *Protocolo de actuación en casos de violencia y discriminación basada en género y sexualidad en FLACSO Ecuador*. Quito: Flacso.
- Francois Vallaey, C. D. (2009). *Responsabilidad Social Universitaria: manual de primeros pasos*. México: Banco Interamericano de Desarrollo BID.
- Hernández-Sampieri, R. (2014). *Metodología de al Investigación*. México: MACGRAWHILL.
- INEC, I. N. (2019). *Encuesta Nacional sobre Relaciones Familiares y Violencia de Género contra las Mujeres*. Quito: INEC.
- Organización Mundial de la Salud OMS. (2020). *Respeto a las mujeres : prevención de la violencia contra las mujeres*. México: OMS.
- Rifiotis, T. (2011). *Antropología, violencia y justicia: repensando matrices de la sociabilidad contemporánea en el campo del género y de la familia*. Buenos Aires: Antropofagia.
- Segato, R. (2003). *Las estructuras elementales de la violencia: ensayos sobre género entre la antropología, el psicoanálisis y los derechos humanos*. Buenos Aires: Universisda Nacional de Quilmes.
- Vara-Horna, A. A. (2021). *De la evidencia a la Prevención. Cómo prevenir la violencia las mujeres en las universidades*. Quito: PreVi Mujer, GIZ.

Uso de plantas medicinales por parte de indígenas como posible fuente de fármacos para Covid-19

Use of medicinal plants by indigenous people as a possible source of drugs for Covid-19

Brice Dewis¹, Ana Marquez², Maide Mendoza³, Mario Garzón⁴, Byron Ponce⁵, Erika Ordoñez⁶

¹ Instituto Tecnológico Universitario Rumiñahui, dewis.brice@ister.edu.ec

² Universidad Metropolitana del Ecuador, amarquez@umet.edu.ec

³ Instituto Tecnológico Universitario Rumiñahui, maide.mendoza@ister.edu.ec

⁴ Instituto Tecnológico Universitario Rumiñahui, mario.garzon@ister.edu.ec

⁵ Instituto Tecnológico Universitario Rumiñahui, byron.ponce@ister.edu.ec

⁶ Instituto Tecnológico Universitario Rumiñahui, erika.ordonez@ister.edu.ec

Autor para correspondencia: dewis.brice@ister.edu.ec

Fecha de recepción: 2022.05.23

Fecha de aceptación: 2022.06.18

Fecha de publicación: 2022.07.12

RESUMEN

La Organización Mundial de la Salud (OMS) el 11 de marzo de 2020 declara la pandemia por la enfermedad COVID-19, esta era ocasionada por un coronavirus, el SAR-CoV-2. Para finales del 2021 muchos pueblos indígenas reportaron un descenso en los números de personas contaminadas y decesos por COVID-19, señalando la aplicación de plantas medicinales como principal causa de esta mejora. El objetivo fue validar el uso de plantas medicinales de pueblos indígenas, para combatir el COVID-19. La Metodología que se utilizó fue investigación documental. Resultó que las plantas medicinales han sido fuente de fármacos para diferentes enfermedades; se estima que el 85% de la población del planeta emplea plantas medicinales como principal fuente de atención médica, y más del 40% de las drogas sintéticas en los mercados farmacéuticos derivan de plantas y productos naturales. Se concluyó que la ciencia se apoya en estos conocimientos ancestrales y que asimismo los extractos de los distintos productos herbales y las moléculas que ejercen una acción anti-SARS-COV-1, inhiben el virus directamente desde su entrada bloqueando los receptores ACE-2, proteínas que son usadas también por SARS-COV- 2. Estudios empleando estas moléculas pueden ser tratamiento terapéutico prometedor contra el COVID-19.

Palabras clave COVID-19, Plantas Medicinales, Indígenas

ABSTRACT

The World Health Organization (WHO) on March 11, 2020 declares the pandemic for the disease COVID-19, this was caused by a coronavirus, the SAR-CoV-2. By the end of 2021, many indigenous peoples reported a decrease in the number of people contaminated and deaths from COVID-19, pointing to the application of medicinal plants as the main cause of this improvement. The objective was to validate the use of medicinal plants of indigenous peoples, to combat COVID-19. The methodology used was documentary research. It turned out that medicinal plants have been a source of drugs for different diseases; It is estimated that 85% of the planet's population uses medicinal plants as the main source of medical care, and more than 40% of synthetic drugs in pharmaceutical markets are derived from plants and natural products. It was concluded that science is based on this ancestral knowledge and that also the extracts of the different herbal products and the molecules that exert an anti-SARS-COV-1 action, inhibit the virus directly from its entry by blocking the ACE-2 receptors, proteins that are also used by SARS-COV-2. Studies using these molecules may be promising therapeutic treatment against COVID-19.

Keywords: COVID-19, Medicinal Plants, indigenous

INTRODUCCIÓN

El 11 de marzo de 2020 la Organización Mundial de la Salud (OMS) declara la pandemia por la enfermedad COVID-19, misma que tuvo sus inicios en la ciudad de Wuhan. Era ocasionada mediante un coronavirus, el SAR-CoV-2. El problema de investigación es que para finales del 2021 muchos pueblos indígenas reportaron una disminución en las cantidades de personas con contaminaciones y decesos por la enfermedad de COVID-19. Señalando a la aplicación de sus técnicas médicas tradicionales (plantas medicinales) como la principal causa de esta mejora. Se escoge estudiar este tema por lo novedoso del mismo, y la trascendencia que posee. El objetivo fue validar la utilización de plantas medicinales de los pueblos indígenas, para combatir la enfermedad COVID-19. Se manejó la Metodología de la Investigación documental. El uso de plantas medicinales como posible origen de fármacos hacia diferentes enfermedades ha sido validado a través de la historia.

En Latinoamérica se manejan cifras de unos 58 millones de individuos pertenecientes a 800 pueblos y nacionalidades indígenas, que simbolizan el 9,8% de la población de la región, la epidemia de COVID-19 agravó el escenario de las poblaciones indígenas de la región (al igual que la de muchas otras alrededor del mundo) para acceder a los sistemas sanitarios, por lo que muchos habitantes, sobre todo de la Amazonía de Ecuador, comenzaron a aplicar en los procesos de la enfermedad su sabiduría ancestral en cuanto a medicina tradicional proveniente de plantas. (Sunkel oswaldo, Bárcena Alicia, Cimoli mario, 2020).

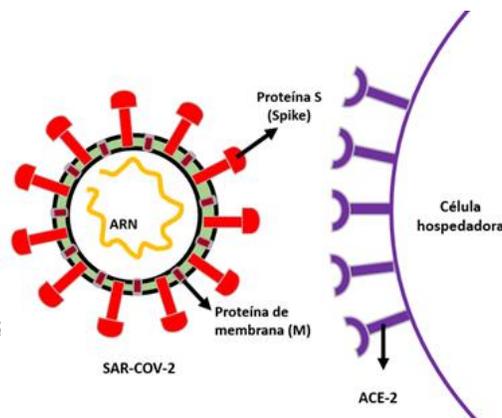
En este orden de ideas refieren los autores que un número importante de la población acudió a la utilización de plantas medicinales como posibles opciones por ser accesibles tanto en cantidades como en costos para tratar y prevenir contagios del coronavirus, en un estudio se encontró que más del 90% de encuestados calificó de efectiva la opción herbal específicamente el uso del eucalipto y el jengibre (Minchala Rosa Ramirez Andres, Aguayza Maya, torres Larry, Romero Lilia, pogyo Gloria, 2020). De tal forma y desde hace muchos años refiere la OMS en sus proyecciones que aproximadamente 85% de la población mundial emplea plantas medicinales como principal fuente de atención médica, y más del 40% de las drogas sintéticas disponibles en los mercados farmacéuticos se derivan de plantas y productos naturales.(OMS, 2009).

Con el arribo del desconocido virus, las comunidades comenzaron a escoger medidas alternativas de índole herboreo. Es así que se realiza una encuesta y se obtiene que 96,2% de los participantes de la encuesta refieren recurrir al uso de plantas medicinales como elección para impedir los contagios. Debido a la progresiva intranquilidad que surgió en la población ante el desacostumbrado aumento de casos afines con el virus(Minchala Rosa Ramirez Andres, Aguayza Maya, torres Larry, Romero Lilia, pogyo Gloria, 2020). De igual manera, en estudios realizados con la Cúrcuma se observó que la supresión de variadas citocinas por la curcumina apunta a que la misma puede ser ventajosa en el tratamiento de pacientes con Ébola y contra la tormenta de citocinas. Los curcuminoídes también inhiben la aminopeptidasa N (APN), que es un receptor celular para alfa coronavirus. (Deguchi A, 2015)

En otro estudio se hace énfasis específicamente en el eucalipto y se concluye que el mismo demuestra propiedades, desinfectantes, astringentes, y se pueden inhalar sus vapores, además aumenta el flujo sanguíneo en la piel y contribuye con el descanso (sedantes), por lo que es estimada como una planta que brinda amplios beneficios frente al tratamiento de enfermedades de índole respiratoria. Dichas propiedades flexibilizan para que sus compuestos puedan ser manejado, tanto en formas medicinales químicas como en tratamientos naturales (Yun B, Lee I, Kim J, Chung S, Shim G, 2000).

La ciencia se apoya en esos conocimientos ancestrales para ubicar en qué parte de la planta se encuentra el principio activo (la raíz, el tallo, la hoja, el fruto y la corteza), en qué época del año aumenta su concentración y cómo son los preparados para obtener mayor presencia de los mismos. Al examinar las bibliografías podemos observar que por el momento no existe una sola terapia o fármaco para combatir el COVID-19, pero sí se tienen los blancos farmacológicos para la ARN polimerasa del virus: Los receptores de membrana celular del hospedador, como la ACE-2 los cuales podemos observar en la Fig.1. Esta proteína tiene actividad proteolítica, capaz de modular la actividad de proteínas de membrana o péptidos reguladores circulantes. La ACE-2 está implicada en la biología cardiovascular y renal, la diabetes y la obesidad y, lo que es más notable, estos receptores ACE-2 del hospedador se unen a la proteína spike (S) del virus SAR-COV-2, es decir, el virus usa este receptor para invadir la célula. La S es una proteína que sufre una rotura y/o la reunión de un segmento y logra así aglutinar la membrana viral con la membrana de la célula hospedadora, es por eso que las se dirigen las pesquisas en la caracterización de respuesta inmune antiviral conducentes a la proteína S y en su inmunogenicidad (Lozada-Requena et al., 2020).

Fig. 1: Modelo de la estructura del virus SAR-COV-2.

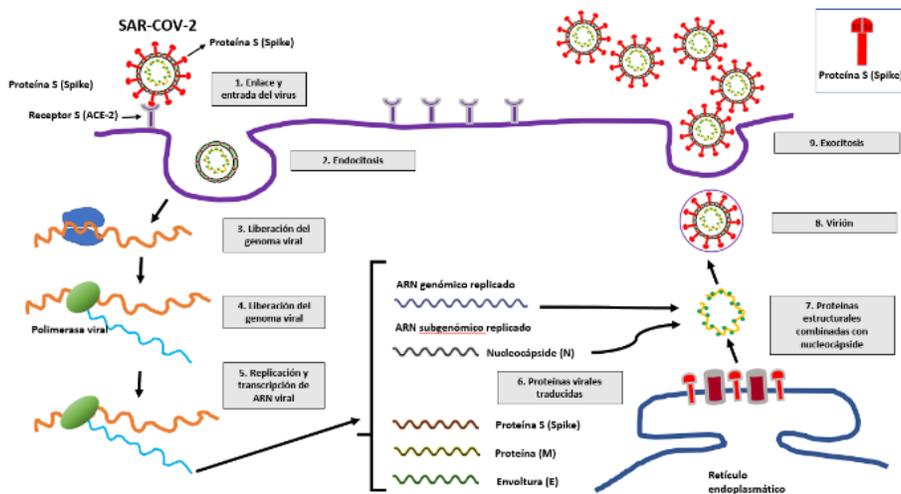


Consta de dos proteínas virales de superficie: (S) Glicoproteína espícula que media la interacción con el receptor de superficie celular del hospedador de la enzima convertidora de angiotensina y la proteína de membrana (M). Posee una cubierta la cual está formada por la membrana lipídica del hospedero y adentro está el ARN viral.

Así mismo se ha demostrado que el bloqueo temprano de ACE-2 con medicamentos inhibe la entrada de SARS-COV-1 a la célula huésped, pero estudios recientes reportan que no son tan eficientes en pacientes con hipertensión y COVID-19 (Benarba Bachir, 2020). ACE-2 es una proteína de membrana presente en las células alveolares tipo I y II, células epiteliales, fibroblastos, células endoteliales y macrófagos. El tratamiento con inhibidores de la enzima ACE-2 acrecienta notablemente la expresión de esta proteína. Por lo tanto, en pacientes con patologías respiratorias y que además reciban tratamiento con estos medicamentos, se podría acrecentar el riesgo de desarrollar la COVID-19 en forma grave o de riesgo vital (Montaño et al., 2020) Por eso, moléculas aisladas de extractos de plantas medicinales capaces de bloquear selectivamente el receptor ACE-2, sin inhibir la actividad enzimática de la serina proteasa MPRSS2, consiguen ser útiles para la prevención y/o tratamiento de la propagación del SAR-COV-2 en humanos, sin aumentar la expresión de ACE-2 en los pacientes, reduciendo de esta forma el riesgo de presentar complicaciones con el COVID-19. Para el momento de esta publicación se están buscando estos compuestos. Sin embargo, con respecto a los polifenoles que son moléculas antioxidantes, que se localizan en la generalidad de las plantas que tienen efectos antivirales y que, específicamente actúan como bloqueadores de la entrada y replicación del virus. Para el año 2009 Nassiri-Asl y Hosseinzadeh, (Nassiri-Asl M, 2020) señalan que la uva *Vitis vinífera*, conocida como vid, proveniente del sur de Europa y Asia occidental contienen varios componentes activos que incluyen flavonoides, polifenoles, antocianinas, proantocianidinas, procianidinas y resveratrol (que es un estilbenoide), mismos que poseen un amplio espectro de efectos farmacológicos y

terapéuticos tales como antioxidantes, antiinflamatorios, y actividades antimicrobianas, además de tener efectos cardioprotectores, hepatoprotectores y neuroprotectores.

Fig. 2. Modelo del ciclo del virus SAR-COV-2.



La cubierta viral está compuesta por glicoproteína pico (S), proteínas de la envoltura (E) y de la membrana (M), Fig.1. el principio y el final de la célula hospedadora está mediada por la proteína S (virus) y la ACE- 2 (huésped). En el SARS-CoV-2, la subunidad S2 se considera como blanco farmacológico antiviral.

La organización estructural del virus y su ciclo de replicación se describen en la Fig. 2. Para estos blancos se tienen posibles candidatos de moléculas provenientes de extractos de plantas, que poseen diferentes mecanismos de actividad biológica para inhibir la entrada del virus o aumentar la inmunidad humana. Cuando se modela un fármaco a partir de un metabolito secundario puede ser menos tóxico que uno sintetizado *in silico*, es por eso que los extractos de plantas, en especial los extraídos con agua o alcohol, son fuentes valiosas de conocimiento para la formulación de fármacos antivirales con actividad inhibitoria del ciclo de replicación de algunos virus en ensayos clínicos, por ejemplo, antocianinas. (Adhikari B, Marasini BP, 2021)

Para el año 2017, Lin y colaboradores estudiaron la supervivencia celular luego de ser infectadas del virus MER-COV, realizando estudios *in vitro* con células vero en presencia y

ausencia de resveratrol. Observaron que, cuando está presente, el resveratrol inhabilita de forma significativa la infección por MERS-CoV y alargó la supervivencia celular posterior a la infección por el virus. Asimismo, hallaron que la expresión de la proteína nucleocápsida esencial para la replicación de MERS-CoV se redujo luego del tratamiento con este resveratrol. Señalan que la molécula en cuestión reguló de forma negativa el proceso de muerte celular programada provocada por MERS-COV *in vitro*, demostrando así que es un potente agente anti-MERS *in vitro*. Podríamos extrapolar entonces que el resveratrol puede ser un potencial agente antiviral contra la infección por SAR-COV-2 en un futuro próximo. (Lin SC, Ho CT, Chuo WH, Li S, Wang TT, 2017).

En países como China se consume una mezcla llamada Lianhuaqingwen o Lianhua Qingwen, que se utiliza generalmente para el tratamiento de la fatiga, la tos, la gripe, la neumonía e incluso las primeras etapas del sarampión. Este ha reportado que contiene mentol, 11 hierbas (que no se detallan por razones comerciales) y un mineral: yeso. Este producto natural tiene efectos antiinflamatorios e inhibidores contra el COVID-19. (Ahmad SR, 2021)

Existen reportes de que extractos de *Rheum officinale*, comúnmente conocida como Ruibarbo y *Polygonum multiflorum* (nombre común: Solimancillo o Soliman) puede inhibir la unión de ACE-2 con la proteína S en el SAR-COV-1, con valores de IC50 entre 1-10 µg/mL. La emodina, con estructura de antraquinona, es un ingrediente activo en este género y se ha mostrado que bloquea significativamente la proteína S, es por eso que los autores la sugieren como un tratamiento potencial para el COVID-19 (TY, Ho, Wu SL, Chen JC, Li CC, 2007) El bloqueo de entrada del ARN del SAR-COV-2 a la célula hospedadora ha hecho que los estudios se enfoquen a la proteína ACE-2. La MPRSS2 es una serina proteasa transmembrana de tipo II (TTSP), que escinde tanto la ACE2 como la proteína S y que ha demostrado ser crucial para la entrada viral a la célula hospedadora y para la propagación del SARS-CoV-2. Estudios empleando inhibidores MPRSS2 indican que puede ser un tratamiento terapéutico prometedor contra el SARS-CoV-2 (Benarba Bachir, 2020) (Mahoney et al., 2021).

Hierbas medicinales que reportan los pueblos indígenas pueden mejorar la respuesta inmune antiviral de la persona contagiada y aumentar la tasa de supervivencia en COVID-19. Entre ellas están la *Allium sativum* (ajo), *Camellia sinensis* (té verde), *Zingiber officinale*

(jengibre), *Nigella sativa* (ajo negro ecuatoriano, Ajenuz, Neguilla, Niguela), *Echinacea spp* (Equinácea), *Hypericum perforatum* (hipérico, hipericón, corazoncillo o hierba de San Juan), y *Glycyrrhiza glabra* (regaliz, regalicia, orozuz u orosú). Datos históricos del SAR-COV 1 enseñaron que la medicina natural tiene un rol determinante en la prevención de infección, especialmente en pacientes de alto riesgo. Entonces, la medicina natural tiene beneficios potenciales en la prevención de COVID-19 y se puede aconsejar en pacientes de alto riesgo con respecto a las condiciones médicas subyacentes (Boozari M, 2021).

Los coronavirus (CoVs) corresponden a la familia: *Coronaviridae*. Han sido descritos desde hace mucho tiempo, ya al terminar el siglo XX se consideraban virus muy estables. En el año 2003 apareció el que produjo el ahora conocido síndrome respiratorio agudo; el SAR-CoV. Los coronavirus son virus de ARN envueltos distribuidos ampliamente entre los mamíferos y algunas aves, poseen una redondeada y discretamente pleomórficos. Tiene diferentes formas los viriones, en líneas generales alcanzan de entre 50 y 120 nm de diámetro, y en situaciones particulares pueden llegar a aproximadamente 200 nm. Causan primordialmente enfermedades del tracto respiratorio y de vías digestivas y en unos casos enfermedades del sistema nervioso o inflamaciones de hígado. Contaminan al hospedero de maneras bien definidas, conservándose adentro de su especie. Para el momento se sabía que estas enfermedades tenían origen animal pero ya se tenía reportes que estaban apareciendo en humanos.(PS, 2006).

Ya se sabía por los reportes de China que el contagio entre humanos ocurría por relación estrecha con una persona infectada que al hablar, toser o estornudar producía gotitas respiratorias. Los pacientes al contagiarse sufren síndrome respiratorio agudo, reportando comúnmente sintomatologías clínicas al comienzo de la patología como hipertermia, tos seca, dolores musculares, dificultad respiratoria, así como leucopenia. En menos proporción se presentan cefaleas, desvanecimientos, debilidad generalizada, dolor abdominal, heces acuosas, y, en los casos más graves, la afectación causa problemas en el tracto bronquial, distrés respiratorio agudo (SDRA), fallas renales y consecuentemente la muerte. (Shailendra K. Saxena, 2019)(Wang D, Hu B, Hu C, Zhu F, 2020) Otros se contagian, pero sin síntomas visibles llegando en ocasiones a pasar desapercibidas. La

generalidad de las personas que se contagian (aproximadamente el 80%) hace su recuperación sin requerir tratamiento de internación hospitalaria. En contraposición se observa que aproximadamente 1% de los que contraen la COVID-19 tiende a evolucionar hacia la gravedad presentando disnea y requiriendo ventilación mecánica. Las personas de la tercera edad y los individuos que presentan enfermedades pre-existentes como problemas cardiovasculares, hipertensión arterial, enfermedad bronco pulmonar obstructiva crónica (EPOC), diabetes, enfermedades autoinmunes o diferentes tipos de cáncer presentan mayores probabilidades de desarrollar una enfermedad grave. Para diagnosticar se debe localizar el ácido nucleico viral mediante pruebas de PCR además de , pruebas de anticuerpos IgG / IgM y estudios complementarios tales como Rx de tórax (Shailendra K. Saxena, 2019).

MATERIALES Y MÉTODOS

Se efectuó una indagación profunda en base de datos en línea de amplia transcendencia como Pubmed, Scopus, Medline y Elsevier, mediante un estudio que aplicó el método cualitativo, de revisión bibliográfica y documental y así obtener los informes sobre resultados de investigaciones previas, de artículos científicos. Se colocó como criterio de búsqueda uso de plantas medicinales por parte de poblaciones indígenas como posible fuente de fármacos, SARS-CoV-2, COVID-19. Se circunscribió la exploración por años de publicación. En cuanto al lenguaje se optó por el inglés y el español. Con relación a los Criterios de Inclusión y exclusión respecto a los artículos se aplicó que trataran el tema del uso de plantas medicinales para ser usadas como fármacos específicamente su acción en el SARS-CoV-1. El único criterio de exclusión era que los artículos no trataran el tema del uso de plantas medicinales para combatir los coronavirus. En la extracción de datos se encontraron 20 artículos, entre los que se escogieron 17 por ser los más relevantes, y de ellos se hizo un análisis de sus resultados.

En la producción de la revisión bibliográfica se pasó por tres etapas o momentos: los cuales fueron aplicados al estudio en primera instancia en esta investigación documental, se efectuó la lectura y reconocimiento de la información, y con esos datos se elaboró el texto escrito (artículo). Luego de seleccionadas las fuentes de información, se procedió a identificar los

artículos relacionados con el tema y que cumplieran los criterios de inclusión, se hizo la recopilación y producción de registros escritos, con el fin de extraer las ideas principales de los artículos examinados. Luego se hizo comparación buscando las semejanzas y diferencia encontradas y en base a ello se elaboran los resultados y su discusión

RESULTADOS

En los resultados emanados en la investigación preliminar utilizando la investigación documental, se determinó que existen suficientes desarrollos terapéuticos basados en investigaciones in-vitro e in-vivo que dan fe de los valiosos efectos antivirales que poseen algunas plantas. Existe gran variedad de investigaciones científicas relativas a la actividad antiviral de un gran número de plantas medicinales fundamentalmente contra el virus H1N1, SARS CoV-1. Las pesquisas realizadas describen el potencial que poseen ciertas plantas medicinales frente al virus de la influenza y otros tantos que podrían extrapolarse para combatir el COVID-19. Específicamente con el eucalipto se concluye que el mismo demuestra propiedades, desinfectantes, astringentes, y se pueden inhalar sus vapores, la piel aumenta su vascularidad capilar y además ayudan a descansar, en tal sentido es estimada como una planta muy benéfica para la salud frente al tratamiento de enfermedades de índole respiratoria. Es necesario dar la visibilidad que se merece a los conocimientos sobre los componentes fitoquímicos presentes en las plantas, resaltando su valiosa utilidad e importancia al momento de plantear medidas para prevenir la enfermedad por coronavirus (COVID-19) y su avance.

DISCUSIÓN

En el estudio realizado se puede comprobar que el uso de plantas medicinales por parte de indígenas como posible fuente de fármacos para covid-19, tiene fundamentación científica, ya que efectivamente su uso tiene implicaciones en cuanto a los blancos farmacológicos para la ARN polimerasa del virus: Los receptores de membrana celular del hospedador, como la ACE- 2. Esta proteína tiene actividad proteolítica, capaz de modular la actividad de proteínas de membrana o péptidos reguladores circulantes. La ACE-2 está implicada en la biología

cardiovascular y renal, la diabetes y la obesidad y, lo que es más notable, estos receptores ACE-2 del hospedador se unen a la proteína spike (S) del virus SAR-COV-2 (30),(Lozada-Requena et al., 2020). De igual manera, en estudios realizados con la Cúrcuma se observó que la supresión de múltiples citocinas por la curcumina propone que la misma consigue ser ventajosa en el tratamiento de pacientes con Ébola y frente a la tormenta de citocinas. Los curcuminoides además inhiben la aminopeptidasa N (APN), el cual es un receptor celular para alfa coronavirus (Deguchi A, 2015). Al compararlo con los resultados obtenidos da fundamento para identificar que efectivamente las plantas medicinales si son efectivas en la lucha contra el Covid-19. En otro estudio se hace énfasis específicamente en el eucalipto y se concluye que el mismo demuestra propiedades, desinfectantes, astringentes, y se pueden inhalar sus vapores la piel aumenta su vascularidad capilar y además ayudan a descansar, en tal sentido es estimada como una planta muy benéfica para la salud frente al tratamiento de enfermedades de índole respiratoria. Es necesario dar la visibilidad que se merece a los conocimientos sobre los componentes fitoquímicos presentes en las plantas, resaltando su valiosa utilidad e importancia al momento de plantear medidas para prevenir la enfermedad por coronavirus (COVID-19) y su avance. (Yun B, Lee I, Kim J, Chung S, Shim G, 2000). Todos estos estudios dan sustento a la investigación realizada ya que queda demostrado que las plantas medicinales si poseen compuestos fitoquímicos que tiene acción antivírica y que pudiera ser aquello lo que los indígenas sin saberlo han estado haciendo con la utilización de plantas medicinales para combatir el COVID-19.

CONCLUSIONES

Las principales conclusiones que podemos deducir de esta investigación documental son las siguientes:

1. Existen suficientes desarrollos terapéuticos que demuestran los efectos antivirales que poseen algunas plantas,
2. Es de relevancia que estos saberes ancestrales de los pueblos indígenas sobre plantas medicinales sigan siendo documentados, y se consideren al momento de

tratar a personas contagiadas con el SARS-CoV-2 al menos en aquellas con síntomas leves o asintomáticos.

3. Es necesario dar a conocer las plantas que podrían suponer enfoques terapéuticos frente al COVID-19.

REFERENCIAS

- Adhikari B, Marasini BP, R. B. (2021). Potential roles of medicinal plants for the treatment of viral diseases focusing on COVID-19. *Phytother Res.*, 1298–1312.
- Ahmad SR. (2021). Medicinal Plants--Derived Natural Products and Phytochemical Extract as Potential Therapies for Coronavirus: Future Perspective. *Biomedical and Pharmacology Journal.*, 771–792.
- Benarba Bachir, P. A. (2020). Plantas Medicinales como Fuentes de Moléculas Activas Contra el COVID-19. *Frontiers En Farmacología*, 1189.
- Boozari M, H. H. (2021). Natural products for COVID-19 prevention and treatment regarding to previous coronavirus infections and novel studies. *Phytotherapy Research*, 864–876.
- Deguchi A. (2015). Curcumin targets in inflammation and cancer. *Endocr. Metab. Immune Disord. Drug Targets*, 96.
- Lin SC, Ho CT, Chuo WH, Li S, Wang TT, L. C. (2017). Effective inhibition of MERS-CoV infection by resveratrol. *BMC Infect Dis*, 144. <https://doi.org/10.1186/s12879-017-2253-8>.
- Lozada-Requena, I., Núñez Ponce, C., Lozada-Requena, I., & Núñez Ponce, C. (2020). COVID-19: respuesta inmune y perspectivas terapéuticas. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública*, 37(2), 312–319. <https://doi.org/10.17843/rpmesp.2020.372.5490>
- Mahoney, M., Damalanka, V. C., Tartell, M. A., Chung, D. hee, Lourenço, A. L., Pwee, D., Mayer Bridwell, A. E., Hoffmann, M., Voss, J., Karmakar, P., Azouz, N. P., Klingler, A. M., Rothlauf, P. W., Thompson, C. E., Lee, M., Klampfer, L., Stallings, C. L., Rothenberg, M. E., Pohlmann, S., ... Janetka, J. W. (2021). A novel class of TMPRSS2

- inhibitors potently block SARS-CoV-2 and MERS-CoV viral entry and protect human epithelial lung cells. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 118(43). <https://doi.org/10.1073/pnas.2108728118>
- Minchala Rosa Ramirez Andres, Aguayza Maya, torres Larry, Romero Lilia, pogyo Gloria, S. mercedes. (2020). La medicina Herbaria como prevención y tratamiento frente al COVID-19 No Title. *AVFT Archivos Venezolanos de Farmacología y Terapéutica*, 949–952.
- Montaño, L. M., Flores-Soto, E., Montaño, L. M., & Flores-Soto, E. (2020). COVID-19 y su asociación con los inhibidores de la enzima convertidora de angiotensina y los antagonistas de los receptores para angiotensina II. *Revista de La Facultad de Medicina*, 63(4), 30–34. <https://doi.org/10.22201/fm.24484865e.2020.63.4.05>
- Nassiri-Asl M, H. H. (2020). Revisión de los efectos farmacológicos de *Vitis vinifera* (Uva) y sus compuestos bioactivos No Title. *Phytother Re*, 1197.
- OMS. (2009). Promoción y desarrollo de la medicina tradicional. *Consejo Ejecutivo de Medicina Tradicional 124ª Reunión. Ginebra/Alma Ata URSS*:
- PS, M. (2006). The molecular biology of coronaviruses. *Adv Virus Res*, 66, 193–292.
- Shailendra K. Saxena. (2019). *Enfermedad por coronavirus 2019 (COVID-19) Epidemiología, Patogénesis, Diagnóstico y Terapéutica*.
- Sunkel oswaldo, Bárcena Alicia, Cimoli mario, G. R. (2020). El COVID-19 y la crisis socioeconómica en América Latina y el Caribe. *Revista Cepal*, 132(edición especial), 141.
- TY, Ho, Wu SL, Chen JC, Li CC, H. C. (2007). Emodin blocks the SARS coronavirus spike protein and angiotensin-converting enzyme 2 interaction. *Antiviral Res*, 92–101.
- Wang D, Hu B, Hu C, Zhu F, X. Y. (2020). Clinical Characteristics of 138 Hospitalized Patients With 2019 Novel Coronavirus-Infected Pneumonia in Wuhan, China. *JAMA*, 1061–1069.
- Yun B, Lee I, Kim J, Chung S, Shim G, Y. I. (2000). Lipid peroxidation inhibitory activity of some constituents isolated from the stem bark of *Eucalyptus globulus*. *Archives of Pharmacal Research*, 147.

Prototipo de seguridad para el Banco Central del Ecuador en Blockchain Híbrido

Security prototype for the Central Bank of Ecuador in Hybrid Blockchain

Félix Mendoza¹, Moisés Toapanta², Carlos Andrade³, Máximo Tandazo⁴, María Roció Maciel Arellano⁵, Luis Jhony Caucha Morales⁶, Richard Romero Izurieta⁷, José Antonio Orizaga Trejo⁸

¹ Gestión de Tecnologías para el Mundo “GTM”, fmendoza99@hotmail.com

² Subsistema de Postgrado, Universidad Católica de Santiago de Guayaquil (UCSG), Guayaquil, Ecuador Departamento de Investigación, Instituto Tecnológico Universitario Rumiñahui, segundo.toapanta@ister.edu.ec

³ Universidad Politécnica Salesiana, candrade@est.ups.edu.ec

⁴ Universidad Politécnica Salesiana, mtandazo@ups.edu.ec

⁵ Departamento de Sistemas de Información (CUCEA), Universidad de Guadalajara, Guadalajara, México, ma.maciel@academicos.udg.mx

⁶ Escuela de Posgrados, Universidad Nacional de Tumbes, ljcaucham@untumbes.edu.pe

⁷ Universidad Estatal de Milagro UNEMI, Universidad Nacional de Tumbes, rromeroi@unemi.edu.ec

⁸ Departamento de Sistemas de Información (CUCEA), Universidad de Guadalajara, jose.orizaga@academicos.udg.mx

Autor para correspondencia: segundo.toapanta@ister.edu.ec

Fecha de recepción: 2022.02.24

Fecha de aceptación: 2022.05.30

Fecha de publicación: 2022.07.12

RESUMEN

Se revisaron modelos transaccionales de Bancos Centrales en Latinoamérica en artículos científicos que presentaron problemas en la gestión de la información y nuevas propuestas en confiabilidad en valores digitales. El problema es que las organizaciones utilizan otros modelos transaccionales de monedas digitales y Ecuador no adopta un modelo de gestión sobre transacciones digitales, la información de los bancos pierde la confiabilidad con temas relacionados a robos informáticos o vulnerabilidad en los sistemas financieros. El objetivo de este documento es realizar un prototipo de modelo para brindar seguridad a la información en el Banco Central del Ecuador basado en Blockchain híbrido. Se utiliza la técnica de la investigación exploratoria, la observación, el método deductivo, el método inductivo para plantear las premisas en Blockchain híbrido al Banco Central. Los resultados son un prototipo de arquitectura para transacciones seguras en Blockchain híbrido, funciones generales del Smart Contract, un algoritmo de gestión de datos expresado en técnicas de diagrama de flujo, y una estructura de datos para almacenamiento. Se concluyó que el prototipo de seguridad de

la información para las transacciones proporciona alto nivel de gestión de la información y almacenamiento de las transacciones de manera segura e inmutable.

Palabras clave: Banco Central del Ecuador, Blockchain, Hyperledger, Ethereum

ABSTRACT

Transactional models of Central Banks in Latin America were reviewed in scientific articles that presented problems in the management of information and new proposals in reliability in digital securities. The problem is that organizations use other transactional models of digital currencies and Ecuador does not adopt a management model on digital transactions, the information of banks loses reliability with issues related to computer theft or vulnerability in financial systems. The objective of this document is to make a prototype model to provide information security in the Central Bank of Ecuador based on hybrid Blockchain. The technique of exploratory research, observation, the deductive method, the inductive method is used to raise the premises in hybrid blockchain to the Central Bank. The results are a prototype architecture for secure transactions in hybrid Blockchain, general functions of the Smart Contract, a data management algorithm expressed in flowchart techniques, and a data structure for storage. It was concluded that the information security prototype for transactions provides a high level of information management and storage of transactions in a secure and immutable manner.

Key words: Central Bank of Ecuador, Blockchain, Hyperledger, Ethereum

INTRODUCCIÓN

Blockchain tiene buen impacto e investigaciones en el área financiera sobre bancos centrales y servicios (Andrade; & Tandazo, 2021), a nivel global, varios países tienen un banco central para gestión de sus economías y datos financieros, en Ecuador la gestión de la información financiera y activos esta cargo del Banco Central del Ecuador (BCE) que gestiona información de usuarios privados y empresas gubernamentales que actúan para el beneficio de nuestro país; además la gestión de la información está bajo los acuerdos de las directivas del banco central (X. Han et al., 2019).

El BCE es una organización que garantiza el flujo financiero y vigila la inflación para impulsar el desarrollo de la economía en Ecuador; entre sus responsabilidades está emitir o gestionar dinero legal, implementar leyes para el ejercicio de la economía, realizar trabajo independiente de las organizaciones gubernamentales y mantener una económica estable

(Green, 2010). Otras funciones de un banco central son gestionar el sistema monetario mediante la aplicación de leyes/políticas monetarias que controlen la inflación en la economía del país, controlar la circulación de billetes en el país, gestionar consignaciones/préstamos a otros bancos dentro del marco legal, realizar transferencias de divisas inter países según las bandas cambiarias (Sun et al., 2018). Las personas u organizaciones utilizan otros sistemas de transacciones basados en monedas digitales, el caso de Ecuador es que no adopta un modelo de gestión o intercambio de este tipo de moneda, al momento las transacciones digitalizadas del entorno financiero del BCE se realizan en dólares norteamericanos, y estas transacciones se encuentran en bases de datos, no existe confianza, tienen vulnerabilidades, la integridad puede ser quebrada (Popova & Butakova, 2019), además un posible ataque a estos registros coloca en alto riesgo la gestión financiera a nivel de país.

El entorno Blockchain es un modelo de datos de registro notable y los datos están en un entorno distribuido, aquí se encuentran nodos/participantes con identificadores, cada nodo/participante contiene información e identificación cifrada para formar una cadena en bloques mucho más seguro (J. Han, 2021). Dentro de Blockchain existe la plataforma Hyperledger que crea canales de comunicación entre las organizaciones situadas en una red privada, el principal componente es el Smart Contract que implementa los acuerdos entre las organizaciones relacionadas, (Akter & Biswas, 2021). Otra plataforma de Blockchain es Ethereum que se utiliza en modelos de pagos en la cadena de registros, también es una plataforma de código abierto, se establece en varios computadores, contiene el historial de transacciones/registros realizados en la cadena (Joseph & Scholar, 2021).

El objetivo de este documento es realizar un prototipo de modelo para brindar seguridad a la información en el Banco Central del Ecuador basado en Blockchain híbrido. ¿Por qué realizar un prototipo de modelo para seguridad de la información en el Banco Central del Ecuador basado en Blockchain híbrido? Para mantener transacciones en forma segura y extender la confiabilidad en el modelo de intercambios en el BCE, mantener un control en los registros de datos del sistema financiero y ampliar la seguridad ante filtraciones de información entre

personal del banco. Se utiliza la técnica de la investigación exploratoria y la observación para analizar otras propuestas de Blockchain en el área financiera, se utiliza el método deductivo para plantear las ideas generales a este caso específico, se utiliza el método inductivo para plantear las premisas en Blockchain híbrido al BCE.

Los resultados son un prototipo de arquitectura para transacciones seguras en Blockchain híbrido, funciones generales del Smart Contract, un algoritmo de gestión de datos expresado en técnicas de diagrama de flujo, y una estructura de datos para almacenamiento. Se concluye que el prototipo de seguridad de la información para las transacciones proporciona alto nivel de gestión de la información y almacenamiento de las transacciones de manera segura e inmutable.

MATERIALES Y MÉTODOS

Materiales

Se utiliza como Materiales los artículos relacionados a seguridad de la información basados en Blockchain para el sector financiero: En (X. Han et al., 2019) se propone e implementa una arquitectura en capas para control del ciclo de vida de sistema monetario, gestión del sistema en Blockchain y gestión de usuarios. En (Green, 2010) el autor crea un marco historial del BCE, analiza la historia del banco en la formación del sistema financiero del país, se presentaron las responsabilidades del sistema bancario. En (Sun et al., 2018) se implementa un sistema en Blockchain para de pago digital del banco central, utilizaron protocolos de comunicación que optimizan las transacciones y los procesos se vuelven eficientes en cada nodo. En (Gu et al., 2019) los autores diseñaron un modelo transaccional de solicitud, el modelo clasifica las claves de acceso a la plataforma, los procesos de reglas de negocios se implementan en Smart Contract, las pruebas obtuvo buena aceptación para el modelo de comercialización. En (Yuan & Wang, 2018) los autores investigaron varios sistemas basados en Blockchain, ellos analizan la optimización en los sistemas y la perspectiva en las transacciones realizadas entre los participantes. En (Liu et al., 2019) los autores diseñaron un modelo para comercio de seguros en Blockchain descentralizado para

la estimación de la seguridad, utilizan flujos de procesamiento de datos, utilizan Smart Contract para optimizar la seguridad en la cadena de registros. En (Hosen et al., 2020) los autores diseñaron un protocolo de validación de transacciones basado Blockchain en una red distribuida, además implementaron un sistema de transmisión para clasificación de servicios, el diseño minimiza el tiempo que un paquete de datos es enviado al receptor. En (Tsai et al., 2018) los autores proponen un modelo para almacenar los saldos de las cuentas que pertenecen al sistema bancario, el modelo tiene los participantes de las cuentas y el sistema que gestiona las transacciones, además el sistema se adapta a varios sistemas del banco. En (Zhang & Zhou, 2020) los autores analizaron una la arquitectura de un sistema Blockchain y los problemas de seguridad/confianza en la información, la arquitectura utiliza modelos de cifrado simétrico y aumentaron la confiabilidad del sistema. En (Deng & Gao, 2020) los autores proponen un sistema de gestión de peajes en Blockchain, la implementación del modelo de transacción y comunicación entre dos participantes, la tecnología avala el funcionamiento y la autenticación en el sistema, además utilizan Smart Contract que sincroniza en forma rápida la gestión de los datos almacenados. En (Wang et al., 2020) los autores proponen un sistema Blockchain con acelerador de memoria para las transacciones y un módulo que valida las transacciones, implementaron una arquitectura de mapeo para los procesos del Blockchain con buenos rendimientos y efectividad de las transacciones. En (Zhuang & Region, 2020) los autores analizaron el impacto de moneda digital en el banco central, el sistema es distribuido/descentralizado y las aplicaciones/programas de almacenamiento colaboran de manera independiente con una conexión integrada, el sistema Blockchain garantiza la autenticación de los objetos digitales y confianza en las transacciones. En (Pavithran & Thomas, 2018) los autores analizan un sistema de monedas digitales, identifican los modelos de pagos actuales y comparan con modelos de criptomonedas, aquí se concluye que la seguridad de Blockchain es mejor que sistemas tradicionales. En (Zhaofeng et al., 2020) se implementa un modelo de gestión de información para la seguridad en los datos en Blockchain. En (Fan et al., 2018) se propone un diseño para salvaguardar los registros de crédito en Blockchain, se implementaron Smart Contract para las cuentas de crédito, se resuelve el problema de identificación y validación de datos. En

(Mamunts et al., 2018) se identificaron modelos Blockchain para aumentar la fiabilidad y la autenticidad de los datos relevantes de una persona, además las transacciones en línea de un sector público se optimizan. En (Mukhopadhyay et al., 2016) se realiza un análisis de las técnicas de minería para evaluar las fortalezas, debilidades y amenazas del sistema transacciones, se compararon los sistemas de transacciones versus los nuevos modelos Blockchain, en los sistemas transaccionales el uso de recursos se ve afectado en el rendimiento. En (Yin et al., 2018) se diseña un esquema de autenticación de transacciones basado en Blockchain para monederos virtuales, utilizan protocolos de autenticación, el sistema genera claves públicas para acceso, con esto se obtuvo un sistema seguro contra ataques de robo de información. En (Lee et al., 2020) se diseña un framework para servicios bancarios en hyperledger. Otra propuesta es el diseño para préstamos bancarios y seguimiento a los clientes en Brasil (Junior et al., 2018).

Métodos

Se realiza el análisis de artículos científicos de biblioteca IEEE para adoptar al prototipo de seguridad de la información y transacciones del modelo de negocio. Se analizó en forma general el manejo del sistema económico de los varios países en América, la propuesta de un prototipo de transferencia de activos (valores monetarios) se basa en mejorar la seguridad, aumentar la confiabilidad entre los bancos, y gestionar las transacciones en la circulación de los bancos en el Ecuador. En los artículos científicos analizados, otros países desarrollan sistemas de almacenamiento que aseguraron la privacidad de los usuarios o entidades (Zhaofeng et al., 2020), otros modelos de transferencias de valores ubicados en los bancos de otros países utilizan al menos un modelo Blockchain (Mamunts et al., 2018).

Alcances: Proponer un prototipo para transacciones basado en Blockchain y un modelo de almacenamiento y gestión de la información para brindar seguridad y confiabilidad en las transacciones. Esta propuesta adopta una tecnología Blockchain y sus plataformas Hyperledger/Ethereum para gestionar el almacenamiento de la organización bancaria, se define una arquitectura para gestionar la seguridad en las transacciones digitales, se define un algoritmo de gestión de historial de las transacciones realizadas.

RESULTADOS

Los resultados en esta fase son los siguientes:

- a) Prototipo de arquitectura para transacciones seguras en Blockchain híbrido.
- b) Funciones generales del Smart Contract.
- c) Algoritmo de gestión de datos.
- d) Estructura de datos para almacenamiento.

Prototipo de arquitectura para transacciones seguras en Blockchain híbrido

Se propone un prototipo de arquitectura formado por cinco capas que optimiza la seguridad de la información y el almacenamiento de las transacciones de los usuarios u organizaciones que utilicen el sistema. La Fig. 1 presenta el prototipo de seguridad para las transacciones realizadas en el BCE, la información fluye a través de las capas que se originan en los clientes.

Capa de usuario: Aquí se encuentran los usuarios internos y externos del BCE, además de las organizaciones participantes que trabajan en conjunto con el BCE y el registro de todos los bancos ecuatorianos; los usuarios pueden utilizar un celular, computadora de escritorio, computadora portátil, tabletas u otro dispositivo para acceso al sistema bancario.

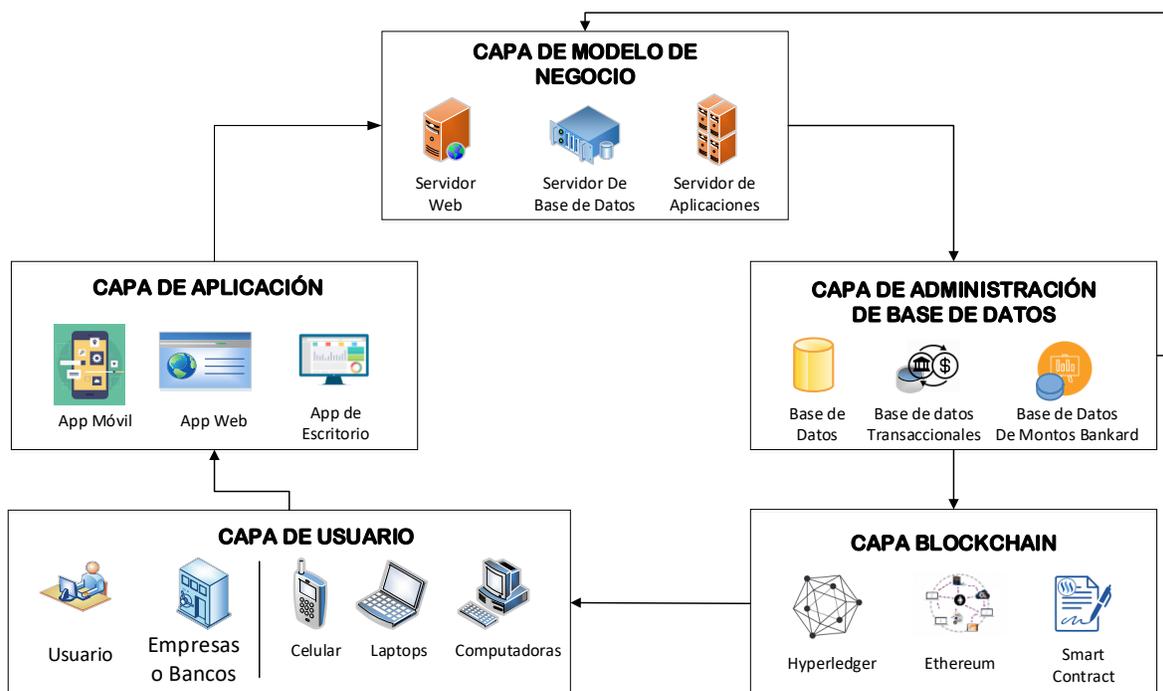
Capa de aplicación: Aquí se encuentran las aplicaciones informáticas que el banco utiliza de acuerdo al tipo de transacción por registro digital de los valores, en esta capa están las aplicaciones móviles/web/escritorio.

Capa de modelo de negocio: Aquí se encuentran las aplicaciones que son servicios para el proceso de conexión, cálculos, gestiones o transacciones entre la capa de aplicaciones y la capa de base de datos, aquí se localiza el servidor web, el servidor de aplicaciones y el servidor de modelo de transacciones.

Capa de administración de base de datos: Aquí se encuentran las bases de datos que el sistema informático del BCE mantiene para almacenamiento de cualquier información, los usuarios se conectan por medio de las aplicaciones informáticas del banco; aquí se encuentra la base de datos de datos propia del BCE, las transacciones generadas, los datos de los usuarios y el monto de dinero.

Capa de Blockchain: Aquí se encuentra la tecnología Blockchain aplicada al sistema bancario, aquí se mantiene la seguridad de los datos que pertenecen a los usuarios y las transacciones realizadas en el BCE contra alguna amenaza de ataque; esta plataforma gestiona los usuarios y las transacciones bancarias dentro del entorno.

Fig. 1. Prototipo de arquitectura para gestión de seguridad en las transacciones



El modelo tiene una red formada por plataformas Blockchain; en la primera plataforma Hyperledger se gestionan los usuarios del BCE y los bancos que se encuentran registrados dentro del país con credenciales de acceso al sistema que son generadas por la cadena; en la segunda plataforma Ethereum se gestionan los usuarios externos como terceros y

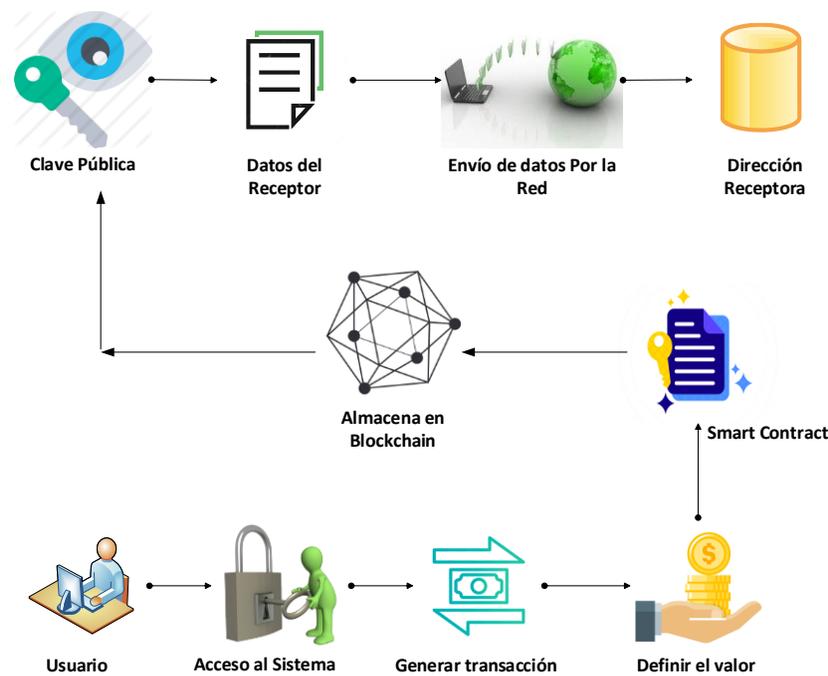
organizaciones/empresas del país con credenciales de libre acceso que pasan por el Smart Contract y se aplica las condiciones que el banco del cliente le proporcione.

Funciones generales del Smart Contract

El modelo de seguridad es para mantener el almacenamiento consistente e inmutable en base a funciones de Blockchain, el uso de Smart Contract asegura el envío de las transacciones a través de la red.

La Fig. 2 representa un modelo de transacciones de valores monetarios en el BCE, el movimiento del dinero desde un cliente bancario hacia otro cliente mediante la utilización de Smart Contract en la red Blockchain; el cliente u organización accede al sistema con la clave privada que se le proporciona; luego el cliente genera la nueva transacción con el monto a transferir hacia la otra cuenta, los datos del remitente y beneficiario; luego se genera un contrato digital que contiene los acuerdos declarados por el cliente emisor; luego el contrato digital viaja por la red y se adiciona a la red Blockchain; además se valida la clave pública del cliente emisor para realizar el envío antes que la red convencional y se obtiene los datos del receptor; los datos de la nueva transferencia viaja a través de la red y alcanza a la nueva dirección del cliente receptor.

Fig. 2. Modelo transaccional en Smart Contract



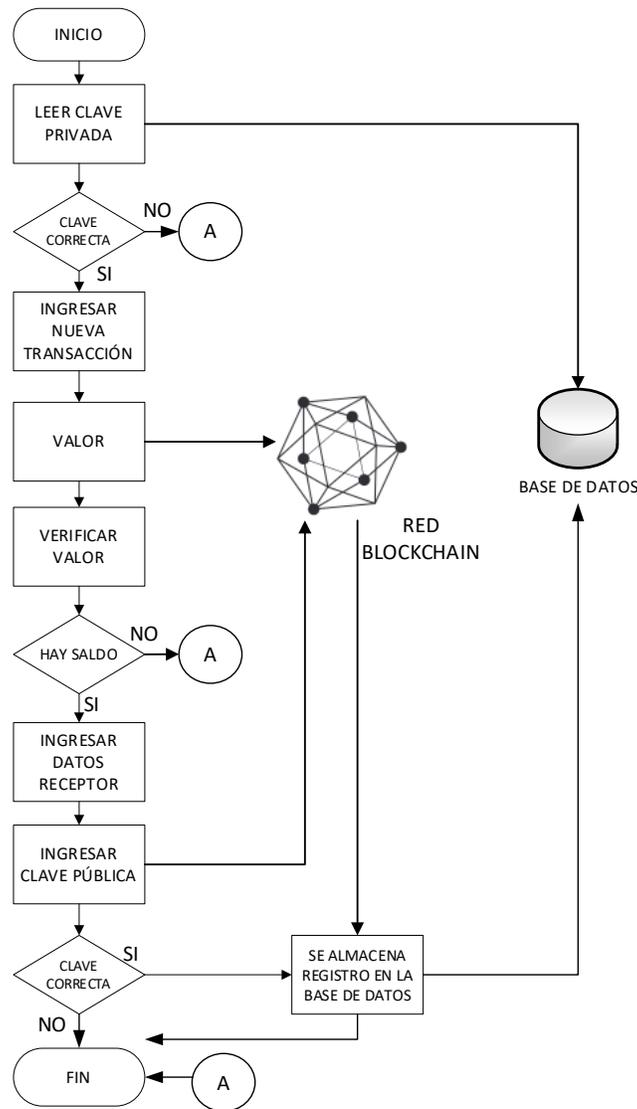
Este prototipo mejora la seguridad en la transferencia de los valores y la tecnología Blockchain utilizada por usuarios en la red y el BCE aumenta la confidencialidad/privacidad en el trayecto del valor; este prototipo cuenta con un sistema de claves públicas y privadas que son generadas por un proveedor de credenciales que pertenecen al Blockchain. Las funciones de los administradores del Blockchain con el modelo de Smart Contract se encargan de gestionar las transacciones generadas en el uso del sistema; el Smart Contract documenta y verifica el cumplimiento de las políticas implementadas en el sistema de transferencia de valores; además valida los datos y simulaciones en ambientes de estrés para mejorar el servicio de transferencias y aumentar la seguridad en el sistema. En el prototipo, los bancos son administrados de acuerdo con los roles entregados por el administrador, estos usuarios pueden ser adicionados, actualizados o eliminados de acuerdo con la política del sistema, y se genera un registro de los cambios en la base de datos tradicional y en el Blockchain para la seguridad en la información.

Algoritmo de gestión de datos

Se propone un algoritmo para la gestión de seguridad en las transacciones generadas por los clientes u organizaciones bancarias controladas por el BCE; el algoritmo contiene los pasos o secuencia del sistema de transacción tradicional con la diferencia que el sistema está conectado a una red Blockchain para la gestión de los movimientos en el sistema financiero del BCE.

La Fig. 3 se presenta el algoritmo propuesto en técnicas de diagrama de flujo, el algoritmo plantea la validación de claves privadas para entrar al sistema y mantener una conexión a la base de datos del sistema para confirmación de datos del cliente-usuario; el sistema valida el acceso y permite generar una transacción al cliente-usuario, caso contrario se corta la conexión por datos erróneos o datos inexistentes; el cliente-usuario genera una nueva transacción con el valor mientras que el sistema inicia la verificación del monto; si el valor es mayor al saldo que tiene en la cartera digital entonces el sistema finaliza la transacción y emite un mensaje de fondos insuficientes; si existe saldo en la cartera entonces el sistema solicita al cliente-usuario los datos del beneficiario de la transacción y solicita una clave transaccional o clave pública generada por del gestor de Blockchain; en el momento que el valor es aceptado junto con la clave pública, se realiza una conexión con la red Blockchain para realizar el respaldo/registro de la transacción generada; si la clave transaccional es válida entonces el sistema se realiza la transacción y se almacenan los registros en la base de datos y en la red Blockchain; se entrega un mensaje de transacción exitosa y se finaliza la transacción.

Fig. 3. Algoritmo de gestión de la información.



Este prototipo permite la verificación de los datos sea ordenada, adecuada y sencilla para el cliente-usuario y mantener la seguridad durante toda la transacción.

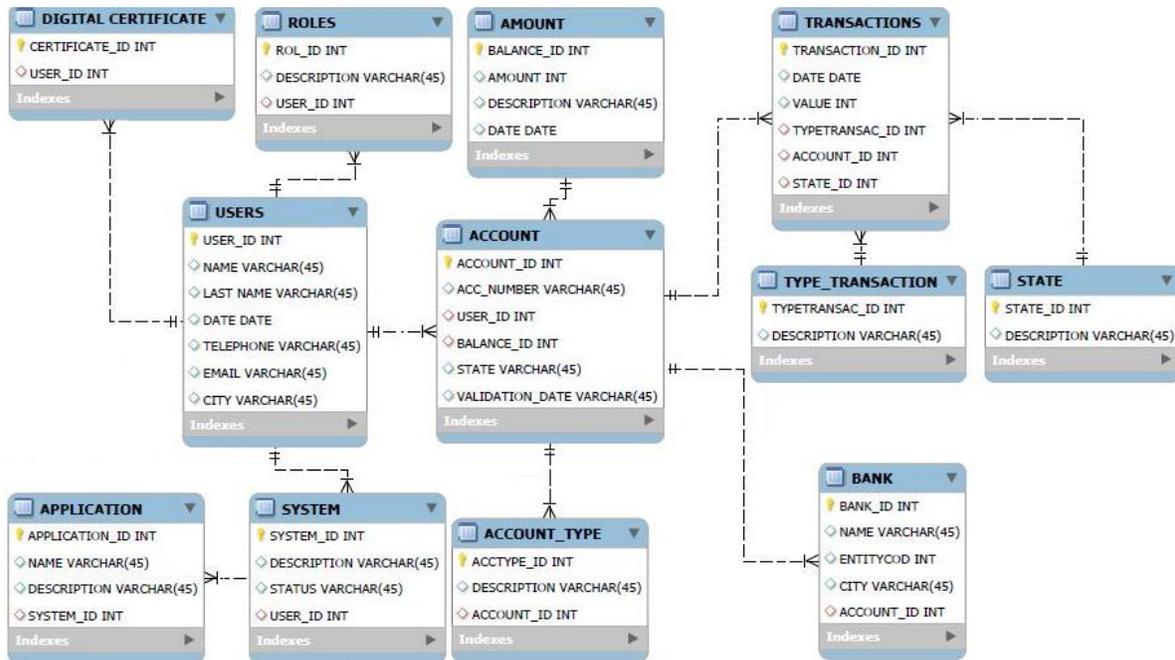
Estructura de datos para almacenamiento

Se propone un modelo de datos que almacena las transacciones del BCE, este modelo valida las transacciones que se realizan en la interacción de los clientes-usuarios con el sistema por medio de las plataformas Blockchain, los clientes-usuarios acceden a las aplicaciones para

acceder a las bases de datos y generar las transacciones; en la estructura de datos se visualizan las tablas que contienen los registros y las relaciones entre los datos.

La Fig. 4 presenta el modelo de datos en Blockchain con las tablas asignadas por tipo de registro; la tabla Users contiene los usuarios del BCE, los usuarios generales y las organizaciones registradas; la tabla Account contiene todas las cuentas de los usuarios registrados en el sistema; la tabla Roles contiene registrados los perfiles-roles de los usuarios de acuerdo al cargo bancario o en los usuarios externos; la tabla Digital Certificate contiene los registros de las claves transaccionales de cada cliente-usuario; la tabla System contiene el estado del sistema con conexión a las aplicaciones informáticas en la tabla Application; la tabla Account type contiene los tipos de cuentas de acuerdo con los clientes-usuarios registrados; la tabla Amount contiene el monto de los usuarios registrados en la red; la tabla Bank contiene los bancos que se encuentran asociados con el BCE; la tabla Transactions contiene la información de los movimientos de las cuentas de acuerdo al tipo de transacción generada en el sistema conectadas a la tabla Type Transaction y el estado de la transacción que se encuentra en la tabla State.

Fig. 4. Estructura de datos para el prototipo Blockchain.



DISCUSION

El prototipo mejora seguridad para las transacciones de dinero digital y resguardo de la información en un sistema del BCE, la gestión del sistema para utilización de los usuarios internos del banco, bancos legales del país y usuarios externos para mantener datos fiables mediante el uso de Blockchain proporciona la seguridad en la información de extremo a extremo.

El prototipo de gestión de la información y las funciones definidas en el Smart Contract aseguran la trazabilidad y salvaguardan la información de una manera efectiva y sin filtraciones; las funciones transaccionales y el algoritmo complementan el prototipo de seguridad con la conexión en la base de datos y la conexión a Blockchain; el modelo en Blockchain híbrido y el modelo de datos se enfocan en mantener una gestión de información que se generan en las interacciones con el sistema para aumentar la seguridad e inmutabilidad de la información.

En la lectura de artículos científicos hay modelos similares que adoptaron de otros sistemas Blockchain de acuerdo al tipo de transacciones que generan, gestión de usuarios, seguimiento

los datos de acuerdo a los roles de cada usuario; los datos se mantienen disponibles para que las transacciones se generen.

Esta propuesta no se determina ni presenta los valores de la implementación de los sistemas, no se determina el posible tiempo de implementación, aunque esto puede variar de acuerdo al sistema que utilizan los países.

CONCLUSIONES

Se concluyó que el prototipo de seguridad de la información para las transacciones proporciona resultados óptimos para la gestión y almacenamiento de las transacciones de forma segura.

Con la funcionalidad del Smart Contract, la información generada y almacenada en los nodos, proporciona seguridad al almacenar en la red Blockchain híbrida, se proporciona confiabilidad en el sistema de transacciones desde el cliente-emisor hasta el cliente-receptor del valor.

Los registros que se almacenan en la estructura de datos del Blockchain se generan después del registro convencional durante el uso del sistema, el prototipo optimiza la gestión de los usuarios y sus cuentas en la base de datos.

REFERENCIAS

- Akter, M. Y., & Biswas, M. (2021). BLS : Bank Loan Sanction Using Blockchain. *2021 International Conference on Electronics, Communications and Information Technology (ICECIT), September, 14–16*. <https://doi.org/10.1109/ICECIT54077.2021.9641104>
- Andrade, A., & Tandazo, M. (2021). Enfoque de Información Segura para Banco Central del Ecuador basado en Blockchain. *UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE GUAYAQUIL*.
- Deng, X., & Gao, T. (2020). Electronic Payment Schemes Based on Blockchain in VANETs. *IEEE Access, 8*, 38296–38303. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.2974964>
- Fan, K., Ren, Y., & Yan, Z. (2018). Secure Credit Reporting on the Blockchain. *2018 IEEE International Conference on Internet of Things (IThings) and IEEE Green Computing*

and Communications (GreenCom) and IEEE Cyber, Physical and Social Computing (CPSCom) and IEEE Smart Data (SmartData), 1349–1354.
<https://doi.org/10.1109/Cybermatics>

- Green, A. (2010). Banco Central del Ecuador-Base Legal. *British Dental Journal*, 209(11), 544. <https://doi.org/10.1038/sj.bdj.2010.1088>
- Gu, K., Wang, L., & Jia, W. (2019). Autonomous Resource Request Transaction Framework Based on Blockchain in Social Network. *IEEE Access*, 7, 43666–43678. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2908627>
- Han, J. (2021). Intelligent Data Management System and Performance Joint Blockchain Model for Commercial Bank Management Accounting. (*IoT in Social, Mobile, Analytics and Cloud*) (*I-SMAC*), 1525–1528. <https://doi.org/10.1109/I-SMAC52330.2021.9641031>
- Han, X., Yuan, Y., & Wang, F.-Y. (2019). A Blockchain-based Framework for Central Bank Digital Currency. *2019 IEEE International Conference on Service Operations and Logistics, and Informatics (SOLI)*, 263–268. <https://doi.org/10.1109/SOLI48380.2019.8955032>
- Hosen, A. S. M. S., Singh, S., Sharma, P. K., Ghosh, U., Wang, J., Ra, I.-H., & Cho, G. H. (2020). Blockchain-Based Transaction Validation Protocol for a Secure Distributed IoT Network. *IEEE Access*, 8, 117266–117277. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.3004486>
- Joseph, S., & Scholar, M. T. (2021). A Blockchain Based Decentralized Transaction Settlement System in Banking Sector. *ICMSS*, 1–6. <https://doi.org/10.1109/ICMSS53060.2021.9673610>
- Junior, G. M. A., Junior, J. N. D., Onodera, M. T., Moreno, S. M. de B. M., & Almeida, V. da R. S. (2018). Improving the Process of Lending, Monitoring and Evaluating through Blockchain Technologies. *2018 IEEE Confs on Internet of Things, Green Computing and Communications, Cyber, Physical and Social Computing, Smart Data, Blockchain, Computer and Information Technology, Congress on Cybermatics*, 1181–1188. <https://doi.org/10.1109/Cybermatics>
- Lee, Y.-T., Lin, J.-J., Hsu, J. Y.-J., & Wu, J.-L. (2020). A Time Bank System Design on the Basis of Hyperledger Fabric Framework. *2020 IEEE International Conference on Blockchain and Cryptocurrency (ICBC)*, 1–3. <https://doi.org/10.1109/ICBC48266.2020.9169476>
- Liu, Y., Ji, Q., Zheng, Q., Wu, H., Wang, Z., & Xiong, G. (2019). Security Assessment of a Partially Decentralized Blockchain System. *2019 IEEE International Conference on Service Operations and Logistics, and Informatics (SOLI)*, 242–247. <https://doi.org/10.1109/SOLI48380.2019.8955082>
- Mamunts, D. G., Marley, V. E., Kulakov, L. S., Pastushok, E. M., & Makshanov, A. V. (2018). The use of authentication technology blockchain platform for the marine

- industry. *Proceedings of the 2018 IEEE Conference of Russian Young Researchers in Electrical and Electronic Engineering, ElConRus 2018, 2018-Janua*, 69–72. <https://doi.org/10.1109/ElConRus.2018.8317032>
- Mukhopadhyay, U., Skjellum, A., Hambolu, O., Oakley, J., Yu, L., & Brooks, R. (2016). A brief survey of Cryptocurrency systems. *2016 14th Annual Conference on Privacy, Security and Trust (PST)*, 745–752. <https://doi.org/10.1109/PST.2016.7906988>
- Pavithran, D., & Thomas, R. (2018). A Survey on Analyzing Bitcoin Transactions. *2018 Fifth HCT Information Technology Trends (ITT), Itt*, 227–231. <https://doi.org/10.1109/CTIT.2018.8649517>
- Popova, N. A., & Butakova, N. G. (2019). Research of a Possibility of Using Blockchain Technology without Tokens to Protect Banking Transactions. *2019 IEEE Conference of Russian Young Researchers in Electrical and Electronic Engineering (ElConRus)*, 1764–1768. <https://doi.org/10.1109/ElConRus.2019.8657279>
- Sun, H., Mao, H., Bai, X., Chen, Z., Hu, K., & Yu, W. (2018). Multi-blockchain model for central bank digital currency. *Parallel and Distributed Computing, Applications and Technologies, PDCAT Proceedings, 2017-Decem*, 360–367. <https://doi.org/10.1109/PDCAT.2017.00066>
- Tsai, W. T., Zhao, Z., Zhang, C., Yu, L., & Deng, E. (2018). A multi-chain model for CBDC. *Proceedings - 2018 5th International Conference on Dependable Systems and Their Applications, DSA 2018*, 25–34. <https://doi.org/10.1109/DSA.2018.00016>
- Wang, Q., Jia, Z., Wang, T., Shen, Z., Zhao, M., Chen, R., & Shao, Z. (2020). A Highly Parallelized PIM-Based Accelerator for Transaction-Based Blockchain in IoT Environment. *IEEE Internet of Things Journal*, 7(5), 4072–4083. <https://doi.org/10.1109/JIOT.2019.2963245>
- Yin, W., Wen, Q., Li, W., Zhang, H., & Jin, Z. (2018). An Anti-Quantum Transaction Authentication Approach in Blockchain. *IEEE Access*, 6, 5393–5401. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2017.2788411>
- Yuan, Y., & Wang, F. Y. (2018). Blockchain and Cryptocurrencies: Model, Techniques, and Applications. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics: Systems*, 48(9), 1421–1428. <https://doi.org/10.1109/TSMC.2018.2854904>
- Zhang, P., & Zhou, M. (2020). Security and Trust in Blockchains: Architecture, Key Technologies, and Open Issues. *IEEE Transactions on Computational Social Systems*, 7(3), 790–801. <https://doi.org/10.1109/TCSS.2020.2990103>
- Zhaofeng, M., Xiaochang, W., Jain, D. K., Khan, H., Hongmin, G., & Zhen, W. (2020). A Blockchain-Based Trusted Data Management Scheme in Edge Computing. *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, 16(3), 2013–2021. <https://doi.org/10.1109/TII.2019.2933482>
- Zhuang, G., & Region, A. (2020). Impact of Bitcoin's Distributed Structure on the

Construction of the Central Bank's Digital Currency System. *Fourth International Conference on Inventive Systems and Control (ICISC)*, *Icisc*, 829–832.
<https://doi.org/10.1109/ICISC47916.2020.9171195>

Análisis y perspectivas del Museo Municipal de Guayaquil

Analysis and perspectives of the Municipal Museum of Guayaquil

Daniela Leiva ¹, Elizabeth Narváez ², Estefanía Rodríguez ³, Karina Castillo ⁴
, Laura Araujo ⁵

¹ Universidad Tecnológica Equinoccial, daniela.leiva@ute.edu.ec

² Instituto Tecnológico Universitario Rumiñahui, elizabeth.narvaez@ister.edu.ec

³ Universidad Católica Andrés Bello, estefania.rodriguez@ucab.ve

⁴ Instituto Superior Tecnológico de Turismo y Patrimonio Yavirac, kcastillo@yavirac.edu.ec

⁵ Instituto Tecnológico Universitario Rumiñahui, laura.araujo@ister.edu.ec

Autor para correspondencia: laura.araujo@ister.edu.ec

Fecha de recepción: 2022.03.18

Fecha de aceptación: 2022.05.29

Fecha de publicación: 2022.07.12

RESUMEN

Contextualizar históricamente los espacios museales ha sido un reto debido a la poca información que se ha podido investigar sobre la constitución de algunos museos en el Ecuador, si algo se ha podido obtener es sobre el primer Museo Nacional que estuvo ubicado en la ciudad de Quito desde 1839. A raíz de los procesos independentistas que se empezaron a visibilizar en la ciudad de Guayaquil y debido a un importante auge comercial de muchos productos que empezaron a ingresar por el puerto, se crea el Museo Industrial representado por objetos representativos de la nación y de sus habitantes poco a poco se va fortaleciendo y enriqueciendo y es así que en el 1908 pasa a constituirse como Museo Municipal de Guayaquil cuyo objetivo fue mostrar las reliquias y memorias de nuestros antepasados. A través de esta investigación se pretende reflexionar sobre instituciones que busquen crear un sentimiento de identidad que permita mantener el legado patrimonial como evidencia de identidad territorial con pedagogías críticas que conviertan a estos espacios en sitios articuladamente participativos, además es importante saber de qué manera ha apoyado el gobierno local, provincial y nacional durante estos procesos de construcción de muchos de estos museos.

Palabras clave: Museo, Reflexión, Cultura, Sociedad.

ABSTRACT

Historically contextualizing museum spaces has been a challenge due to the little information that has been able to investigate about the constitution of some museums in Ecuador, if anything has been obtained it is about the first National Museum that was located in the city of Quito from 1839. As a result of the independence processes that began to become visible in the city of Guayaquil and due to an important commercial boom of many products that began to enter through the port, the

Industrial Museum was created, represented by representative objects of the nation and of its inhabitants gradually become stronger and richer and so in 1908 it became the Municipal Museum of Guayaquil whose objective was to show the relics and memories of our ancestors.

Through this research it is intended to reflect on institutions that seek to create a feeling of identity that allows maintaining the heritage legacy as evidence of territorial identity with critical pedagogies that turn these spaces into articulated participatory sites, it is also important to know how it has supported the local, provincial and national government during these construction processes of many of these museums.

Keywords: Museum, Reflection, Culture, Society.

INTRODUCCIÓN

Fig. 1. Museo Municipal, Guayaquil.



Fuente: Colección Privada de Camila Moscoso Moreno (1939).

En el siglo XIX los museos en América Latina nacieron a la par de la idea del estado – nación, es decir que, la intención de crear estos espacios era representar a la sociedad y las que deben ser sus características, su historia y su cultura. Con el apareamiento de las Repúblicas, los museos adquirieron un tono político por su función de legitimación del estado nacional (Pérez Benavides, 2015). Los objetos y las colecciones se convirtieron en referentes de una ciudadanía con historia y pasado (Pérez Benavides, 2015), es decir que adquieren un carácter pedagógico.

En el Ecuador es muy poca la información que se puede conseguir de los inicios museales y entre lo que se puede rescatar existen datos que hablan sobre el primer

Museo Nacional del Ecuador en 1839 y cerrado en 1876 en la ciudad de Quito, y que contó con algunos gabinetes científicos y colecciones artísticas de las que poco o nada han quedado en la actualidad demostrando la inestabilidad de los primeros museos ecuatorianos (Andrade, 2019). Pero el Ecuador ya era una República instaurada y necesitaba lugares dedicados al fortalecimiento nacional, y si bien la ciudad de Quito como capital del Ecuador fue y sigue siendo una de las ciudades más importantes del país, Guayaquil también podría responder de mejor manera a las necesidades sociales y culturales de los ecuatorianos.

MARCO TEÓRICO

Los museos carecen de una "esencia" que los defina, no tienen un rol fundamental y único, sus identidades, objetivos, funciones, conocimientos, materias, etc., son variables y discontinuos, y están sujetos a cambios en las relaciones de poder, a constricciones sociales o políticas; pero han tenido desde siempre un papel activo en la modelación del conocimiento, formando parte de las estructuras del conocimiento, operando y en ocasiones definiendo las reglas para producirlo (Foucault, 1977, cit. pos. Hooper–Greenhill 1999: 191). Los museos, a través de la colección, selección y clasificación de objetos que interpretan para construir una "verdad", configuran una de las modalidades importantes de producción del conocimiento (Hooper–Greenhill, 1999: 192). El museo, además, es uno de los sitios por medio del cual la gente ha sido enseñada a mirar el mundo, valorar el pasado, visualizar las relaciones entre especies y elementos del mundo y de la realidad social (Livingstone, cit. pos. Forgan, 2005: 579).

La investigación se ha centrado en el análisis del Museo Municipal de Guayaquil con la finalidad de mostrar la historia o cultura representativas de "toda la nación". Han promovido una identidad mediante la idea de continuidad con el pasado y de la integración de lo arqueológico, lo histórico y lo etnográfico en ésta, además de recurrir a la exhibición, en un mismo sitio, de objetos provenientes de distintos lugares del país "reflejando ciertos valores y concepciones sobre el tiempo histórico, el orden político y el desarrollo económico" (Conaculta, 2007: 87).

El sesgo político del conocimiento–patrimonio que preservan y difunden es innegable. Este tipo de museos suelen reconocerse como lugares de la memoria:

evocan historias, personajes, eventos, relaciones sociales y símbolos que influyen en la construcción y formación de identidades e imaginarios nacionales o étnicos; debido a esto, los museos antropológicos y de carácter nacional, a diferencia de otros museos, han sido asumidos como espacios de ideologización, como dispositivos de reproducción y dominación ideológica. Se ha identificado a los museos como "mediadores culturales" en tanto "democratizan" el patrimonio cultural o lo acercan a sus "receptores" (cfr. García, 1989), pero lo que me interesa es reconocer que los museos son espacios de producción y consumo culturales. Las exhibiciones son "en sí mismas un objeto cultural": seleccionan temas; expresan ciertos valores y creencias; suponen un diseño y códigos particulares, así como la realización de ciertas actividades siempre respondiendo a la cultura a la que están dirigidas o en la que se insertan (Duensing, 2005: 22–37).

MÉTODOS

El presente artículo de investigación busca profundizar en el fenómeno museal del Ecuador, motivo por el cual se ha trabajado bajo un enfoque cualitativo de investigación exploratoria lo que permitirá caracterizar las variables de estudio como son el análisis del Museo de Guayaquil. La intención del análisis es lograr un mayor entendimiento del fenómeno cultural museal del país. Para ello se ha recolectado información a través de la revisión bibliográfica para determinar el papel del museo en la actualidad.

DISCUSIÓN

Dentro de la primera mitad del siglo XIX la ciudad de Guayaquil marcó de forma radical la historia y los procesos independentistas, para el año de 1820 de manera sorpresiva y determinante se declara como provincia independiente, respondiendo a los ideales de Bolívar y San Martín. Las élites de la ciudad que conformaban el cabildo nombran a José Joaquín de Olmedo como Jefe político de la provincia y establecen alcaldes, corregidores, procurador general y todas las designaciones que permitan la organización y supervivencia de esta provincia liberta (Guerra, s. f.). Aunque 10 años más adelante, la ciudad pasó por un terrible bajón económico causado por epidemias y bajas producciones cacaoteras, desde 1850 Guayaquil se

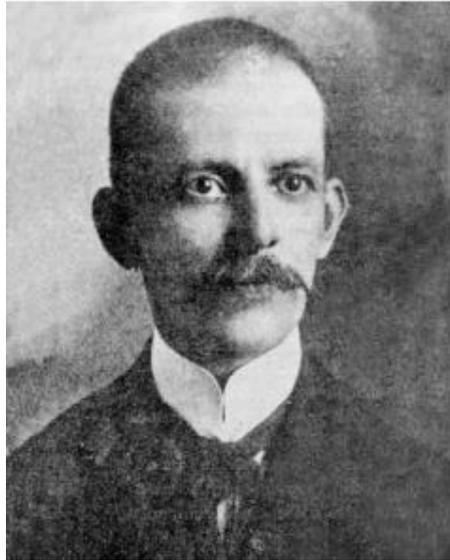
reactiva como un importante puerto comercial, y sumándole el alza de la producción de cacao el Municipio se recuperó consolidándose como eje económico del país.(Deler, s. f.) Con la estabilidad económica alcanzada, las rentas de la producción cacaotera logran financiar la creación y mantención del museo industrial. Sin embargo, este éxito que decantó en la creación del museo, se convirtió en una bofetada para el gobierno Central, debido a que la figura de Municipio es la herencia colonial del cabildo, que ahora gozaban de autonomía administrativa, poder jurídico y que además le había quitado la posibilidad de influir en la construcción de identidad y ciudadanía en terrenos museológicos (Hanna, 2016).

Con una República establecida y un municipio funcional, la alta sociedad guayaquileña – llena de coleccionistas e intelectuales de la época - impulsó el desarrollo de instituciones culturales, formando en el año de 1863 un museo que demuestre el apogeo industrial de la ciudad, es entonces cuando nace el Museo Industrial de Guayaquil (Yánez, 2019). La colección se conformó con objetos de representación tanto a la nación y sus habitantes, y mostraron la manera en cómo las élites de finales del siglo XIX lograron el auge cacaotero e industrial de la región.

Aunque no existe un detalle de las colecciones y como se fueron desarrollando, se sabe que los coleccionistas privados aportaron para el enriquecimiento de las mismas y los procesos académicos de investigación encabezados por el señor Camilo Destruge, historiador y periodista guayaquileño, que durante 17 años fue director de la Biblioteca y Museo hasta 1925 (Avilés, 2016). De esta manera, se formaron colecciones principalmente arqueológicas, que lograron alcanzar reconocimiento y protagonismo.

En 1908 el Museo Industrial pasa a convertirse en el Museo Municipal de Guayaquil. Sin embargo, este protagonismo que consiguió dentro de la región y a nivel nacional, le costó la antipatía de otras instituciones culturales como el Museo Nacional de Quito, que a pesar de ser tutelado por el Estado central no logró ni permanencia ni articulación con las ideas de la nación ecuatoriana (Yánez, 2019). De esta manera, quedarían cimentadas las rivalidades regionales entre Costa y Sierra que hasta la actualidad son visibles en los escenarios políticos y culturales del país.

Fig. 2. Retrato fotográfico de Camilo Destruge, primer director del Museo Municipal de Guayaquil.



Fuente: archivo personal de Víctor Hugo Arellano (s. f.)

A pesar del ambiente hostil generado por la política de la época, Guayaquil logró materializar un discurso de identidad local por medio de las colecciones del museo. Es necesario reconocer que el Museo Nacional gestado por Vicente Rocafuerte daba continuidad a los valores heredados por la Colonia española, dando valor a los artistas de la escuela quiteña (Andrade, 2019) (ya que inicia con una colección de arte colonial), mientras que la ciudad porteña reivindicaba las riquezas agrícolas y la industria desarrollada que nos identifica como país exportador.

Guayaquil, logró propagar un sentimiento cívico en los guayaquileños por medio de la creación de una Biblioteca y el Museo Municipal, es así como consiguieron presentarse ante la ciudadanía ecuatoriana como un pequeño espacio geográfico del Ecuador que tiene tintes progresistas y que se proyecta como una ciudad moderna. Gracias a la bonanza financiera que vivía la ciudad por las exportaciones y la gestión del Señor Pedro Carbo en la presidencia municipal, no solo se inauguran la biblioteca y el museo de la ciudad, sino que se apunta al desarrollo arquitectónico de la ciudad y a la representación cultural con la creación de grandes monumentos (Yánez, 2019).

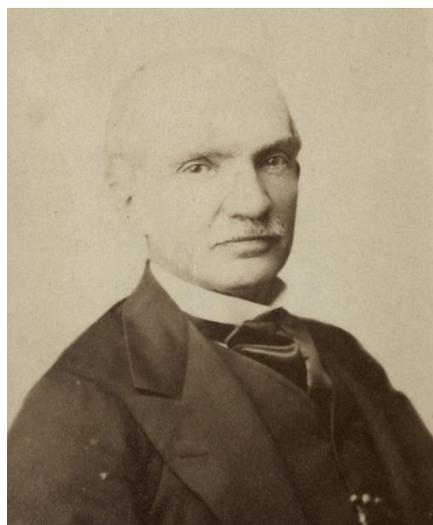
Fig. 3. Fotografía del salón del Museo Municipal en el chalet de la calle Villamil.



Fuente: Archivo personal de Víctor Hugo Arellano (ca. 1910).

A pesar de todos los logros anteriormente mencionados y con la llegada al poder del señor Gabriel García Moreno, entre 1869 y 1875, el mandatario intentó desarmar a los municipios, principalmente a Guayaquil por considerarlos una amenaza al poder central y buscó congregar el poder político, la educación y la cultura en la ciudad de Quito (Esto se evidencia en la existencia del palacio de gobierno, la creación del Observatorio Astronómico, colegios y la Escuela Politécnica, todos en Quito), pero fue el apoyo de la Sociedad Filantrópica del Guayas que mantuvo vivo el museo aunque con una pequeña sala de exposición.

Fig. 4. Gabriel García Moreno, 1872, presidente de Ecuador. Quito - Pichincha – Ecuador.



Fuente: Archivo Leibniz-Institut für Länderkunde. Leipzig, Alemania.

Con el fin del periodo presidencial de García Moreno (falleció trágicamente a machetazos en 1875 razón por la que termina el periodo), la SFG (Sociedad Filantrópica del Guayas) revitaliza al museo con colecciones y también se reponen las colecciones que ya tenían como por ejemplo la colección numismática, además se realizan exposiciones internacionales retornando a un equilibrio institucional, claro que no se volvió al esplendor inicial pues para inicios del siglo XX el museo tuvo que ser trasladado a nueva sede porque la anterior fue incendiada a consecuencia de la peste bubónica y en los procesos de traslado y cambios de administración se perdió pista a otras tantas colecciones sobre agricultura, comercio e industria (Yáneza, 2019).

En 1933, el Museo se instaló en el Palacio Municipal y con las colecciones reorganizadas más las implementadas con donación de personajes representativos como Jacinto Jijón y Caamaño se abrió al museo nuevamente con un diseño que recuerda a las cámaras de maravillas, demostrando tristemente que su afán era preservar objetos, sacralizarlos y buscar una transmisión de identidad. Esta vez el museo compuso una colección con más de 318 piezas arqueológicas que legitiman la historia local con un discurso de museo oficial.

En 1909, el Museo Municipal de Guayaquil se presenta con una muestra arqueológica impresionante, muestra de un pasado prehispánico, ya no se proponía representar a una Ciudad moderna ni progresista, más bien sus colecciones representaban las reliquias de un pasado, algo que ayuda a territorializar la memoria de nuestros antepasados.

Fig. 5. Edificio actual del Museo Municipal de Guayaquil entre la avenida Chile y Pedro Carbo.



Fuente: Guayaquil es mi destino – Alcaldía de Guayaquil

El actual Museo Municipal de Guayaquil ha cambiado su discurso museológico y su ubicación, estos procesos de modernización iniciaron en 1992 durante la administración del alcalde León Febres Cordero, es cuando comienza la remodelación de la ciudad y durante la alcaldía del señor Jaime Nebot en el 2008 el edificio de las calles Chile y Pedro Carbo también se restauró, convirtiendo al edificio en un museo distribuido en 12 salas de exposición (Prehistórica, Histórica, Prehispánica, Hispánica, Colonia, Independencia, República, Siglo XX, de los presidentes, de arte contemporáneo, de arte Sacro, numismática de exhibiciones temporales) y una reserva técnica con más de 12.000 piezas (Empresa Pública Municipal de Turismo, 2019).

La misma edificación es una invitación a conocer el pasado e historia de Guayaquil y el Ecuador desde una perspectiva historiográfica. En la entrada se han colocado reproducciones de las famosas sillas de la cultura Manteña, símbolos potentes del pasado precolonialista de los territorios costeño ecuatorianos.

Fig. 6. Sala Colonial del Museo Municipal de Guayaquil.



Fuente: Guayaquil es mi destino – Efrén Avilés M.

Dentro de las colecciones arqueológicas existen diversos objetos de cerámica, metales y lítica pertenecientes a las distintas culturas de la costa, sierra y oriente recopiladas por los antiguos mecenas y entregadas en donación al espacio. Como parte de las colecciones coloniales y republicanas existen unas 3.000 especies de animales, documentos históricos, armería española, planos, pinturas religiosas, numismática, etc. Además, el interior del museo también ofrece sorpresas, el 2013 el

edificio reveló durante sus adecuaciones la existencia de fosas comunes creadas para ser la última morada de las víctimas de fiebre amarilla de 1842 cuando la Iglesia de San Agustín quedaba en la misma cuadra y los patios eran utilizados como cementerios comunes (El Universo, 2015).

A pesar de la variedad de colecciones, la puesta en escena sigue tratando de brindar la idea de identidad local y regional, un tanto independiente de la idea de unidad nacional. Es un espacio interesante que desde su primer museo (el Industrial) logró exponer las tensiones regionales y de poder que han existido desde inicios de la República, hecho apreciable no solo en las salas de exposición sino en la misma historia de vida del museo. El planteamiento museológico y museográfico muestra la historia de una ciudad que lidera en todos los aspectos a la región costera del país.

Hablar de los museos en la actualidad es hablar de espacios complejos, es pensar en estos espacios no como la entidad cerrada o contenedor de bienes de gran valor, sino como un lugar que permite establecer conexiones entre individuos y comunidades. Existen muy pocos estudios museales que reflexionen sobre estas instituciones, sus discursos y su impacto. Definitivamente el Museo busca crear un sentimiento de identidad porteña, conservar su legado patrimonial como evidencia de memoria e identidad territorial y denunciar sutilmente la ausencia y la ineptitud del gobierno central durante estos procesos de construcción (no logro mantener su proyecto de primer museo nacional).

CONCLUSIÓN

En conclusión, el museo debe ser el lugar que promueva la participación ciudadana. El papel autoritario e impersonal del museo tradicional deberá cambiar por modelos de participación que involucren a los públicos, logren receptar sus contribuciones, potencien su creatividad y por lo tanto generen experiencias más significativas. Para reinventar los museos primero se deben pensar en cómo iniciaron las relaciones de poder en las instituciones museales, así se comienzan los procesos de descolonización y recontextualización, transformando y dándole un giro educativo con pedagogías críticas, convirtiendo a los museos en espacios abiertos, que trabajen de manera articulada y participativa con el espectador (Cartagena & León, 2014).

Es importante realizar una reflexión sobre las relaciones de poder y el sujeto que construye el museo, los públicos. Solo así se construyen los museos participativos, esta es la realidad de la contemporaneidad a la que se enfrentan las instituciones culturales.

REFERENCIAS

- Andrade, M. A. A. (2019). Del primer Museo Nacional del Ecuador a las colecciones científicas entre 1839 y 1876. *Index, revista de arte contemporáneo*, 08, 56–62. <https://doi.org/10.26807/cav.v0i08.205>
- Avilés, E. (2016, marzo 7). *Destruge Camilo—Personajes Históricos*. Enciclopedia Del Ecuador. <http://www.encyclopediadelecuador.com/personajes-historicos/camilo-destruge/>
- Cartagena, M. F., & León, C. (2014). *EL MUSEO DESBORDADO Debates contemporáneos en torno a la musealidad* (1ª ed.). Ediciones Abya- Yala.
- Deler, J.-P. (s. f.). Transformaciones regionales y organización del espacio nacional ecuatoriano entre 1830 y 1930. En *Historia y región en el Ecuador: 1830-1930* (Juan Maiguashca, Vol. 30, pp. 295–353). Flacso Ecuador. [file:///C:/Users/hp001/Downloads/LFLACSO-06-Deler%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/hp001/Downloads/LFLACSO-06-Deler%20(1).pdf)
- El Universo. (2015, abril 16). Otro ícono histórico tendrá Guayaquil a partir de julio. *El Universo*. <https://www.eluniverso.com/noticias/2015/04/16/nota/4773456/otro-iconto-turistico-tendra-guayaquil-partir-julio>
- Empresa Pública Municipal de Turismo. (2019). *Guayaquil es mi destino para conocer sus museos y el arte en la calle*. Alcaldía de Guayaquil. <https://www.guayaquilesmidestino.com/sites/default/files/museos2018.pdf>
- Guerra, S. (s. f.). Y la bobería se extiende a la señora del pacífico: Guayaquil en el camino a la independencia. *ANALES de la Universidad Central del Ecuador*, 372–393. <file:///C:/Users/hp001/Downloads/1302-Texto%20del%20art%C3%ADculo-4916-1-10-20181107.pdf>
- Hanna, S. C. (2016). Repensando el Estado como institución. Poder central, cultura local y relaciones centro-periferia en las interpretaciones de Juan Maiguashca

- y el debate Schwarz-Carvalho Franco. *Almanack*, 13, 153–183.
<https://doi.org/10.1590/2236-463320161308>
- Mora, E. A. (1981). GABRIEL GARCÍA MORENO Y LA GESTACIÓN DEL ESTADO NACIONAL EN ECUADOR. *Crítica & Utopía. Latinoamericana de Ciencias Sociales*, 5, 17.
<http://biblioteca.clacso.org.ar/clacso/otros/20130610110049/AYALA.pdf>
- Pérez Benavides, A. C. (2015). Ausencias y presencias: Tensiones entre una colección con historia y la crítica historiográfica en el Museo Nacional de Colombia. *Procesos. Revista ecuatoriana de historia*, 1(42), 123.
<https://doi.org/10.29078/rp.v1i42.571>
- Yáñez, M. (2019). El Museo Municipal de Guayaquil (1863-1952). *Apuntes. Revista de estudios sobre patrimonio cultural*, 32.
<https://doi.org/10.11144/Javeriana.apc32-1.emmg>

Variantes de la Tecnología OPC-UA y su utilización en la interconexión de Controladores Industriales con diferentes protocolos de comunicación

Variants of OPC-UA Technology and its use in the interconnection of Industrial Controllers with different communication protocols.

Fernando Jácome¹, Luis Daniel Andagoya-Alba², Rommel Valencia³, Henry Osorio⁴, Patricio Paredes⁵

¹ Next Generation Plant Services, fjacome@nps-tech.com

² Instituto Tecnológico Universitario Rumiñahui, luis.andagoya@ister.edu.ec

³ Rhelec Ingeniería CIA LTDA, rommel.valencia@rhelec.ec

⁴ DTV TELECOM CIA. LTDA, hosorio@dtv.ec

⁵ Instituto Tecnológico Universitario Rumiñahui, patricio.paredes@ister.edu.ec

Autor para correspondencia: fernandojacomes@hotmail.com

Fecha de recepción: 2022.02.18

Fecha de aceptación: 2022.05.30

Fecha de publicación: 2022.07.12

RESUMEN

En el área industrial existe una variabilidad de tecnologías controladores con diversas características, dificultando de esta forma su intercomunicación e interoperabilidad, debido a esto se ha propuesto la tecnología OPC-UA como una alternativa que permite la intercomunicación entre controladores de diferentes fabricantes. El presente trabajo tuvo como objetivo el análisis del uso de esta tecnología para la intercomunicación de controladores industriales con diferentes protocolos de comunicación, el método utilizado fue a través del análisis de casos de estudios con diferentes características referentes a seguridades, cifrado y firma digital. Los resultados mostraron que el uso del sistema de comunicación OPC-UA redujo las complejidades de configuración ya que soporta sistemas abiertos, toleró cortafuegos y la configuración. Permitiendo la validación inmediata de variables desde el sistema SCADA hasta los controladores industriales sin previa configuración. Con esto se concluyó que la comunicación OPC-UA puede reemplazar eficazmente al sistema tradicional OPC.

Palabras clave: Tecnología OPC-UA, intercomunicación, protocolo de comunicación, controlador industrial.

ABSTRACT

In the industrial area there is a choice of controller technologies with different characteristics, which makes this form of intercommunication and interoperability difficult, due to this OPC-UA technology has been proposed as an alternative that allows intercommunication between controllers from different manufacturers. The objective of this work is to analyze the use of this technology for the intercommunication of industrial controllers with different communication protocols through the analysis of case studies with different characteristics regarding security, encryption and digital signature. The results showed that the use of the OPC-UA communication system reduced the configuration complexities as it supported open systems, tolerated firewalls and configuration. Allowing the immediate validation of variables from the SCADA system to the industrial controllers without prior configuration. With this it can be concluded that the OPC-UA communication can successfully replace the traditional OPC system.

Key words: OPC-UA technology, intercommunication, communication protocol, industrial controller.

INTRODUCCIÓN

Dentro del área industrial existe una gran cantidad de mecanismos de comunicación entre controladores y sistemas SCADA, dependiendo de las aplicaciones y de los procesos a controlar se pueden tener controladores de diferente fabricante provocando que en una misma industria se tenga diferentes protocolos de comunicación, dificultando de esta forma su intercomunicación e interoperabilidad. Adicionalmente se debe tener en cuenta la seguridad que estos procesos de intercomunicación deben tener para evitar posibles ataques que pueden dañar los procesos afectando a las maquinas que forman parte de los mismos. Por lo cual es necesario validar la tecnología óptima para su procesamiento. (Eckhardt et al., 2018; Yuan et al., 2021). Para solucionar este inconveniente se ha propuesto la tecnología OPC-UA como una alternativa que permite la intercomunicación entre controladores de diferentes fabricantes de forma segura, eficiente y confiable. Estas características han posicionado a esta tecnología como una posible solución al inconveniente de la intercomunicación entre distintos controladores con distintos protocolos de comunicación (Germany, s. f.; *OPC UA_test*, s. f.; Schwarz & Börcsök, 2013).

La tecnología OPC-UA se basa principalmente en una arquitectura cliente-servidor, la cual puede tener diferentes aplicaciones que van desde procesos de intercomunicación entre controladores industriales hasta el manejo de negocios. Una aplicación que está tomando mucha relevancia es su aplicabilidad en sistemas de Smart Grid debido a su uso en el modelado de la información y sus procesos de comunicación (Eymüller et al., 2020; Lai et al., 2020; Okuda et al., 2017).

La tecnología OPC-UA permite una estandarización de intercambio de datos de forma determinística, rápida y segura con una aceptación universal debido a que puede ser implementado en diferentes tipos de hardware como ordenadores industriales, controladores lógicos programables, microcontroladores y servidores en la nube, de igual forma en diferentes sistemas operativos como Microsoft Windows, Android, Linux y Apple OSX. Utiliza varios protocolos, cifrados y monitoreo de tiempos de espera. Todo esto permite la intercomunicación entre productos de distintos fabricantes (Drahoš et al., 2018; Marksteiner, 2018; Muennoi & Hormdee, 2016).

Para el desarrollo de la estandarización propuesta por esta tecnología se requiere de un análisis que permita determinar las características de funcionamiento de los diversos servicios y conceptos desarrollados por los grupos de trabajo de la tecnología OPC-UA en comparación con las tecnologías aplicadas actualmente. Es necesario determinar si esta tecnología propuesta puede ser una alternativa que perdure en el tiempo y contemple la apertura a las futuras tecnologías, esto debido a que los desarrollos futuros pueden dar de baja a los sistemas actuales no solo en los elementos a intercomunicar sino también en la propia tecnología OPC-UA debido a las posibles actualizaciones que podrían irse desarrollando. Así mismo es importante analizar la infraestructura de comunicaciones que le permitiría a esta tecnología la integración de los controles de los procesos en la industria de forma eficiente, segura y con un costo mínimo de implementación y de migración desde los procesos actuales (Almeida, s. f.; Han et al., 2022; Rivera-Velazquez et al., 2021).

El objetivo del presente trabajo fue analizar de manera general la intercomunicación entre controladores a través de sistemas de monitoreo y control que implementen la tecnología

OPC-UA mediante estudios de casos que permitan analizar las características de funcionamiento de la comunicación entre un cliente y servidor. Para esto se realizaron estudios de casos a través de escenarios de simulación variando parámetros propios de cada alternativa, así como parámetros generales como las seguridades, cifrado y firma digital, permitiendo de esta manera determinar las características de cada escenario analizando. Cada uno de los casos de estudio planteados permitieron analizar las características de funcionamiento con relación a las tecnologías existentes en términos de eficiencia, seguridad y costos. El análisis de OPC-UA permitió la comunicación inmediata con los sistemas SCADA y los controladores industriales sin previa configuración, por cuanto la tecnología propuesta puede reemplazar eficientemente al sistema tradicional OPC.

MATERIALES

La Fundación OPC emitió el estándar OPC DA, con el objetivo de resolver los problemas de comunicación de datos de diferentes dispositivos bajo diferentes interfaces y protocolos. Debido a su excelente desempeño OPC DA se ha convertido en un estándar ampliamente aceptado. Sin embargo, OPC DA depende de la tecnología COM y tecnología DCOM de plataforma de Microsoft, lo que dificulta que OPC DA se traslade a otras plataformas. El estándar OPC UA tiene todas las funciones de estándar OPC clásico y es independiente de la plataforma Microsoft. Se puede desarrollar en varios sistemas y dispositivos embebidos usando C/C++, .NET o pila de software Java, y demás ventajas en rendimiento de seguridad y espacio de direcciones integrados, además incluye servicios como: conectarse a servidores, leer/escribir, suscribir y métodos de llamada. Convirtiéndose en un sistema económico y flexible de usar (Krylova et al., 2021; Ren et al., 2019). El sistema de comunicación OPC UA brinda una mejor funcionalidad que el sistema OPC tradicional ya que es difícil de simular en sistemas operativos que no sean de Microsoft, sistemas basados en la arquitectura Microsoft COM/DCOM. También tiene su propio modelo de seguridad combinado al de las propias seguridades de las unidades interconectadas al servicio OPC tradicionales. Sin embargo, la arquitectura OPC UA permite cada vez más interconexiones a dispositivos en IoT, considerando que cada vez están aumentando las cargas generales de la red por la

utilización de más dispositivos y a medida que la velocidad de procesamiento se vuelve más rápida. (Lai et al., 2020). En (Adlok & Nikam, 2017) se realizan pruebas en un emulador de controladores de accionamientos de medio voltaje utilizando una interfaz de tecnología OPC, que ha permitido realizar operaciones como iniciar y detener, así como proporcionar una velocidad de referencia o par al variador emulado. En este trabajo se ha logrado determinar que la tecnología OPC puede ser aplicada en un escenario real donde las señales de control las de una unidad externa y que las mismas pueden gestionarse a través de interfases con tecnología OPC permitiendo de esta manera demostrar la ventaja del uso de esta nueva tecnología en relación a las utilizadas actualmente en estos procesos.

Existen algunos estudios presentados que prueban la aplicabilidad de la comunicación OPC-UA y que fueron tomados en consideración. La eficiencia de la comunicación OPC-UA con 4 diferentes maneras de comunicación fueron comparadas en base a diferentes escenarios como son la comunicación con el nivel empresarial, con sistemas HMIs, entre controladores industriales y con dispositivos de campo. Cada escenario fue evaluado con respecto al tiempo de ciclo y latencia, precisión de tiempo de sincronismo, número de subscriptores, requerimientos de hardware, dificultad de configuración y QoS. Los resultados de esta evaluación nos dan un indicativo que a nivel empresarial y de Sistemas Hombre Maquina (HMI), el más adecuado es el modo Servidor/Cliente de la tecnología OPC-UA y que justifica su mayor análisis (Eckhardt et al., 2018).

MÉTODOS

A través de máquinas virtuales se simuló la comunicación OPC-UA entre cliente y servidor. Los datos seleccionados fueron del tipo doble variando la cantidad entre 5 – 1000. Con la captura de datos por medio del software “WireShark”, se observó y estimo el ancho de banda (AB) utilizado por el protocolo de comunicación. También se empleó diferentes políticas de seguridad, visualizando su comportamiento para realizar un análisis comparativo. Adicionalmente se variaron los periodos de muestreo en el intercambio de datos para comparar el uso del AB. Finalmente, se validó un escenario experimental con el Cliente OPC-UA ejecutándose en Windows Server y en Linux Ubuntu con el fin de corroborar la

autonomía del protocolo en distintos sistemas operativos. En la Tabla 1 se detallan los equipos utilizados para los ensayos.

Tabla 1: Computadoras y dispositivos de red usados en los experimentos y pruebas.

Equipos	Uso
Laptop HP ProBook 4730s, con procesador Intel Core i7 de 2.2 MHz, con 8Gb de memoria RAM y sistema operativo Windows 10 de 64 bits. Instalado el software para manejo de máquinas virtuales “VirtualBox” versión 5.0.20	Computador portátil para la simulación del servidor OPC UA seleccionado y del sistema SCADA.
Laptop Dell Inspiron M531R-5535 con procesador AMD A8 de 1.7 MHz, con 6 Gb de memoria RAM y sistema operativo Windows 10 de 64 bits. Instalado el software para manejo de máquinas virtuales “VirtualBox” versión 5.0.20	Computador portátil para la simulación del servidor OPC UA seleccionado y del controlador industrial basado en PC
Switch de datos TP-LINK TL-SG105E de 5 puertos de red Gigabit Ethernet	Switch de datos con funcionalidad de port mirroring para el monitoreo de tráfico de datos.
Red LAN privada	Red LAN privada para la comunicación entre los computadores portátiles de prueba

Fuente: propia.

En la Tabla 2 se observan las configuraciones de hardware de las máquinas virtuales y el respectivo uso en los escenarios de prueba.

Tabla 2. Configuración y uso de las máquinas virtuales usadas en las diferentes pruebas.

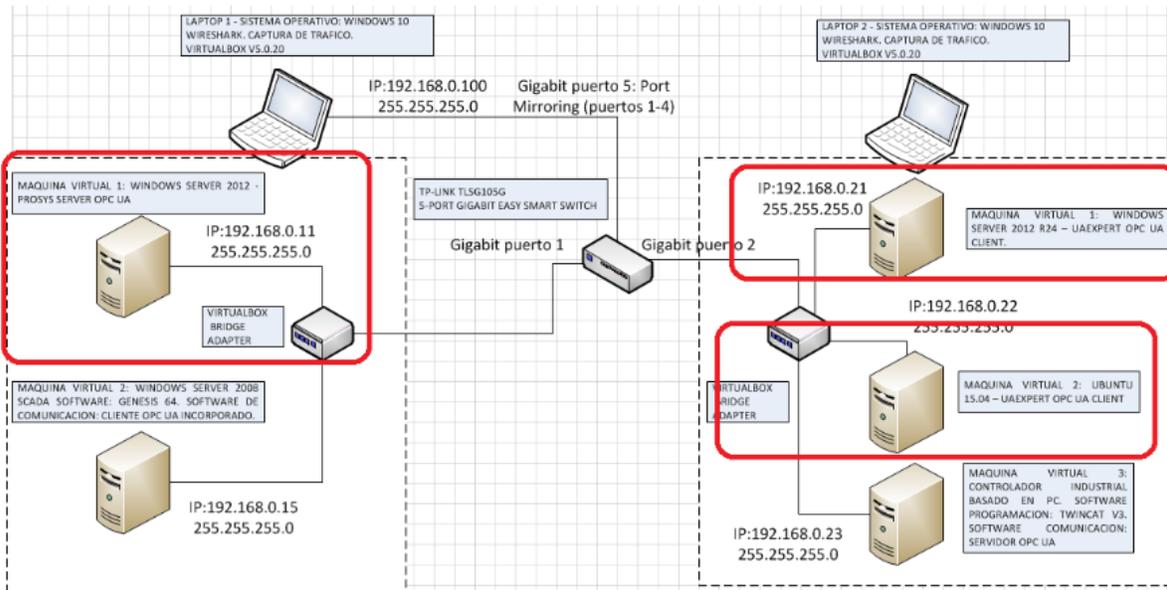
Máquinas virtuales en Laptop HP Probook 4730s	Uso
Máquina virtual con 2 microprocesadores, 2 Gb de memoria y 60 Gb de disco duro virtual, con sistema operativo Windows Server 2012 R2 a 64 bits.	Máquina virtual utilizada para la ejecución del servidor OPC UA seleccionado
Máquina virtual con 2 microprocesadores, 2 Gb de memoria y 60 Gb de disco duro virtual, con sistema operativo Windows Server 2008 R2 a 64 bits.	Máquina virtual utilizada para la ejecución del sistema SCADA seleccionado

Máquinas virtuales en Laptop Dell Inspiron M531R	Uso
Máquina virtual con 2 microprocesadores, 2 Gb de memoria y 60 Gb de disco duro virtual, con sistema operativo Windows Server 2012 R2 a 64 bits.	Máquina virtual utilizada para la ejecución del servidor OPC UA seleccionado en sistema operativo Windows.
Máquina virtual con 2 microprocesadores, 2 Gb de memoria y 60 Gb de disco duro virtual, con sistema operativo Linux versión Ubuntu 14.04 LTS a 64 bits.	Máquina virtual utilizada para la ejecución del servidor OPC UA seleccionado en sistema operativo Linux.
Máquina virtual con 2 microprocesadores, 2 Gb de memoria y 60 Gb de disco duro virtual, con sistema operativo Windows 7 a 32 bits.	Máquina virtual utilizada para la ejecución del controlador industrial basado en PC.

Fuente: propia.

La Fig. 1 muestra la topología de la red LAN local utilizada en las pruebas.

Fig. 1. Topología de la red LAN para las pruebas.



Fuente: propia.

Selección de clientes OPC-UA para las respectivas pruebas.

La Tabla 3 indica una comparación de las características de los clientes OPC-UA revisados.

Tabla 3. Comparación de las características de clientes OPC-UA para las pruebas.

Cliente OPC	Sistema Operativo soportado	Exploración de datos	Interfaz gráfica	Lenguaje SDK	Configuración del tiempo de muestreo de las variables OPC	Cambio del número de variables OPC leídas
Prosys	Windows, Linux, MAC OS	Datos básicos, Estructuras	Si	Java	Fijo (1000 ms)	Si
UaExpert	Windows, Linux,	Datos básicos, Estructuras	Si	C++	Variable (desde 100 ms)	Si
OPC Foundation	Windows	Datos básicos, Estructuras	Si	.NET	Variable (desde 1000 a 5000 ms)	Número Limitado

Fuente: propia.

Selección de servidores OPC-UA para las respectivas pruebas.

De la misma manera, en la Tabla 4, se muestra una comparación de las características de los servidores OPC UA para las pruebas y poder seleccionar el más adecuado.

Tabla 4. Comparación de características de servidores OPC-UA.

Servidor OPC	Sistema Operativo soportado	Presentación de datos	Interfaz gráfica	Lenguaje SDK	Visor y configuración de modos y políticas de seguridad	Visor de eventos de conexión entre servidor y cliente	Cambio del tiempo de publicación de variables OPC	Herramienta de configuración de permisos de usuarios
Prosys	Windows, Linux, MAC OS	Datos básicos, Estructuras	Si	Java	Visor – Configuración	Si (detallado)	Si	Si
Unified Automation ANSI C	Windows, Linux, MAC OS	Datos básicos, Estructuras	No	ANSI C	No	No	No	No

Unified Automation C++	Windows, MAC OS	Datos básicos, Estructuras	No	C++	Visor – Configuración	No	No	Si
OPC Foundation	Windows	Datos básicos, Estructuras	Si	.NET	Visor – Configuración	Si (básico)	No	No

Fuente: propia.

Selección del cliente y del servidor OPC-UA.

Después de un análisis comparativo de las características funcionales se determinó como la mejor alternativa al cliente que cuenta con interfaz gráfico y de monitoreo en línea de variables OPC-UA, por lo cual para el presente trabajo se seleccionó el cliente desarrollado por Unified Automation, Adicionalmente el mismo se ejecuta tanto en Windows como en Linux. Para la selección del Servidor OPC-UA se validó que cuente con interfaz gráfica de fácil utilización y monitoreo de usuarios conectados. El servidor que cumple con estas características fue el desarrollado por Prosys.

Escenario de prueba

Los datos del tipo doble de 32 bits son los más empleados en variables industriales, debido a esto fueron los más idóneos para la ejecución de las pruebas. Se realizó también la lectura de estructura de datos utilizados en aplicaciones específicas. Se capturaron paquetes del proceso de lectura de las variables en un tiempo de muestreo. En las pruebas iniciales no se contempló ningún modo de seguridad (no estuvieron firmados ni encriptados), subsiguientemente se validó los demás modos de seguridad y políticas, evidenciando el comportamiento del consumo de AB. El primer escenario de prueba empieza con la suscripción y lectura de 5 variables con un tiempo de muestreo de 1 segundo. Luego, se realizan otros escenarios de prueba en los cuales se van aumentando la suscripción de las variables a leer, desde 5 variables a 1000, utilizando el mismo tiempo de muestreo con el objetivo de observar el comportamiento del proceso de lectura y la comunicación al aumentar el número de las variables. Además, se realizaron más escenarios de prueba en los cuales se redujo el tiempo de muestreo desde un valor de 1 segundo hasta 100 mili-segundos, y de igual forma, observar

el comportamiento del proceso de lectura de las variables al reducir el tiempo de muestreo. Para validar la interoperabilidad del protocolo de comunicación y comparar el funcionamiento de OPC – UA en diferentes sistemas operativos, se instaló el cliente OPC-UA llamado UaExpert en dos diferentes sistemas operativos como son Windows Server y Linux Ubuntu, y se realizaron pruebas de comunicación con el protocolo. Finalmente, se probaron los modos de seguridad disponibles en el cliente OPC-UA como son: la autenticación anónima, con usuario y clave, y con certificados digitales.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Resultados del proceso de lectura de datos sin firma digital y sin encriptado

De los datos obtenidos con la captura de paquetes en red, se puede estimar el ancho de banda de petición de datos desde el cliente al servidor OPC UA y el ancho de banda de la correspondiente respuesta. En las respectivas pruebas, se incrementa el número de datos y se puede observar que se incrementan la segmentación de paquetes con lo cual se incrementa el ancho de banda. Al emplear autenticación de la contraseña y del usuario, presenta en este caso, aumento de paquetes debido a que se trasmite el certificado o contraseña y presenta alteración de ancho de banda. Esto se puede corroborar en la Tabla 5.a y 5.b.

Tabla 5.a. Cuadro comparativo de las pruebas de lectura de datos sin firma digital y sin encriptado.

Escenario de prueba	Modo de Seguridad	Política de Seguridad	Autenticación de Usuario	t de muestreo [ms]	Núm. de datos (Tipo doble)	Núm. de segmentos del paquete	Núm. de peticiones por segundo	Núm. de bytes por datos
Prueba 1	Ninguno	Ninguno	Anónimo	1000	5	1	1	150
				1000	11	1	1	330
				1000	51	2	1	1530
				1000	1000	21	1	30000
Prueba 2	Ninguno	Ninguno	Anónimo	500	1000	21	2	30000
Prueba 3	Ninguno	Ninguno	Anónimo	100	1000	21	10	30000

Prueba 4	Ninguno	Ninguno	Anónimo	100	1000	21	10	30000
Prueba 5	Ninguno	Ninguno	Anónimo	100	1000	21	10	30000

Fuente: propia.

Tabla 5.b. Cuadro comparativo del ancho de banda capturado en las pruebas de lectura de datos sin firma digital y sin encriptado.

Escenario de prueba	AB (Petición lectura de datos) [bps]	AB (Respuesta lectura de datos) [bps]	AB (Respuesta estado del servidor) [bps]	AB (Respuesta a estado del servidor) [bps]	AB total (Petición datos y estado servidor) [bps]	AB total (respuesta de datos y estado de servidor) [bps]	Observaciones
Prueba 1	1504	3088	1680	2680	3184	5768	Contraseña o certificado enviado únicamente en la activación de la sesión, más no en los datos
	1504	4528	1680	2680	3184	7208	
	1504	14560	1680	2680	3184	17240	
	1504	251104	1680	2680	3184	253784	
Prueba 2	3008	502208	1680	2680	4688	504888	
Prueba 3	15040	2511040	1680	2680	16720	2513720	
Prueba 4	15040	2511040	1680	2680	16720	2513720	
Prueba 5	15040	2511040	1680	2680	16720	2513720	

Fuente: propia.

Resultados de las pruebas de lectura de datos con firma digital y sin encriptado

En estos escenarios, a consecuencia de la firma digital, se adicionan 20 bytes extras al final de cada solicitud y respuesta de los datos, esto causa el aumento del ancho de banda, aun en el caso de emplear segmentos de paquete que posee la firma digital al final del paquete. Esto se puede corroborar en la Tabla 6.a y Tabla 6.b.

Tabla 6.a. Cuadro comparativo de las pruebas con lectura de datos con firma digital y sin encriptado.

Escenario de prueba	Modo de Seguridad	Política de Seguridad	Autenticación de Usuario	t de muestreo [ms]	Núm. de datos	Núm. de segmentos del paquete	Núm. de peticiones por segundo	Núm. de bytes por datos
Prueba 6	Mensaje firmado	Basic 128RSA15	Anónimo	1000	6	1	1	180
				1000	100	3	1	3000
Prueba 7	Mensaje firmado	Basic 128RSA15	Anónimo	500	100	3	2	3000
Prueba 8	Mensaje firmado	Basic 128RSA16	Anónimo	100	100	3	10	3000
Prueba 9	Mensaje firmado	Basic 256	Anónimo	1000	100	3	1	3000
Prueba 10	Mensaje firmado	Basic 256	Anónimo	500	100	3	2	3000
Prueba 11	Mensaje firmado	Basic 256	Anónimo	100	100	3	10	3000
Prueba 12	Mensaje firmado	Basic 256SHA256	Anónimo	100	100	3	10	3000

Fuente: propia.

Tabla 6.b. Cuadro comparativo del ancho de banda capturado de la lectura de datos con firma digital y sin encriptado.

Escenario de prueba	AB (Petición lectura de datos) [bps]	AB (Respuesta lectura de datos) [bps]	AB (Respuesta estado del servidor) [bps]	AB (Respuesta estado del servidor) [bps]	AB total (Petición datos y estado servidor) [bps]	AB (Respuesta datos y estado servidor) [bps]	Observaciones
Prueba 6	1664	3488	1840	2840	3504	6328	Difiere en 20 bytes en la petición y la respuesta de lectura de datos debido a la firma digital
	1664	26912	1840	2840	3504	29752	
Prueba 7	3328	53824	1840	2840	5168	56664	
Prueba 8	16640	269120	1840	2840	18480	271960	
Prueba 9	1664	26912	1840	2840	3504	29752	
Prueba 10	3328	53824	1840	2840	5168	56664	
Prueba 11	16640	269120	1840	2840	18480	271960	
Prueba 12	17600	269760	1840	2840	19440	272600	

Fuente: propia.

Resultados de las pruebas de lectura de datos con firma digital y encriptado

En estos escenarios no se presentó incremento notorio en el ancho de banda empleado en comparación a la lectura de datos que utilizan una firma digital. Presenta una gran diferencia con respecto al tiempo de ida y vuelta de los mensajes de los datos con un incremento del doble, esto se demuestra en la Tabla 7.a y Tabla 7.b.

Tabla 7.a. Cuadro comparativo de las pruebas de lectura de datos con firma digital y encriptado.

Escenario de prueba	Modo de Seguridad	Política de Seguridad	Autenticación de usuario	Tiempo de Muestreo [ms]	Núm. datos	Núm. de segmentos del paquete	Núm. de peticiones por segundo	Núm. de bytes por datos
Prueba 13	Mensaje firmado y cifrado	Ba-sic128RSA15	Anónimo	1000	100	3	1	3000

Prueba 14	Mensaje firmado y cifrado	Ba-sic128RSA15	Anónimo	500	100	3	2	3000
Prueba 15	Mensaje firmado y cifrado	Ba-sic128RSA15	Anónimo	100	100	3	10	3000
Prueba 16	Mensaje firmado y cifrado	Basic256	Anónimo	100	100	3	10	3000
Prueba 17	Mensaje firmado y cifrado	Ba-sic128RSA15	Anónimo	100	100	3	10	3000

Fuente: propia.

Tabla 7.b. Cuadro comparativo del ancho de banda capturado en las pruebas de lectura de datos con firma digital y encriptado.

Escenario de prueba	AB (Petición de datos) [bps]	AB (Respuesta lectura de datos) [bps]	AB (Respuesta estado del servidor) [bps]	AB (Respuesta estado del servidor) [bps]	AB total (Petición de datos y estado servidor) [bps]	AB total (Respuesta de datos y estado servidor) [bps]	Observaciones
Prueba 13	1680	26992	1840	2840	3520	29832	Aumento del tiempo de ida y retorno de los datos debido al proceso de cifrado
Prueba 14	3360	53984	1840	2840	5200	56824	
Prueba 15	16800	269920	1840	2840	18640	272760	
Prueba 16	16800	269920	1840	2840	18640	272760	
Prueba 17	16800	269920	1840	2840	18640	272760	

Fuente: propia.

Resultados de las pruebas de lectura de datos con firma digital y encriptado con simulación SCADA.

Se pueden notar las diferencias en el ciclo de ida y retorno de los mensajes de los datos, entre los casos de comunicación con política de seguridad Basic128Rsa15 y el caso con política de seguridad Basic256, en que se puede percibir un incremento notorio por el procesamiento

de encriptado y desencriptado, y la administración de reorganización de datos entre estos casos de comunicación, esto se demuestra en la Tabla 8.a y Tabla 8.b.

Tabla 8.a. Cuadro comparativo de las pruebas de lectura de datos con firma digital y encriptado de la simulación SCADA.

Escenario de prueba	Modo de seguridad	Política de seguridad	Autenticación de usuario	t de muestreo [ms]	Núm. de datos	Núm. De segmentos del paquete	Núm. De peticiones por seg.	Núm. De bytes por datos
Prueba 18	Mensaje sin firmado y cifrado	Ninguno	Anónimo	100	32	1	10	256
Prueba 19	Mensaje sin firmado y cifrado	Ba- sic128RSA 15	Anónimo	100	32	1	10	256
Prueba 20	Mensaje sin firmado y cifrado	Basic256	Anónimo	100	32	1	10	256

Fuente: propia.

Tabla 8.b. Cuadro comparativo del ancho de banda utilizado de las pruebas de lectura de datos con firma digital y encriptado de la simulación SCADA.

Escenario de prueba	AB (Petición lectura de datos) [bps]	AB (Respuesta lectura de datos) [bps]	AB (Respuesta estado del servidor) [bps]	AB (Respuesta estado del servidor) [bps]	AB total (Petición datos y estado servidor) [bps]	AB total (Respuesta datos y estado servidor) [bps]	Observaciones
Prueba 18	10240	35680	0	0	10240	35680	Aumento del tiempo de ida y retorno de los datos debido al
Prueba 19	12000	37600	0	0	10240	37600	

Prueba 20	12000	37600	0	0	10240	37600	proceso de ci- frado y manejo de arreglos.
-----------	-------	-------	---	---	-------	-------	--

Fuente: propia.

Estos datos presentados en los diferentes escenarios indica, dependiendo del tipo de escenario, que podemos reducir el ancho de banda.

Es conveniente emplear como cliente OPC UA al programa “UAExpert”, porque tiene una interfaz visual más detallada que incluye ventanas de monitoreo y facilita el añadir las variables OPC UA desde la ventana de espacio de direcciones hasta las vistas de suscripciones de la interfaz. También nos permite trabajar en el sistema operativo como Windows o en Linux.

TRABAJOS FUTUROS

Se realizará un análisis de tipos de controladores industriales y su interoperabilidad con diferentes sistemas operativos, así como su flexibilidad para soporte de envío de datos a diferentes protocolos de comunicación orientados a industria 4.0.

CONCLUSIONES

El uso del sistema de comunicación OPC-UA redujo las complejidades de configuración ya que soporta sistemas abiertos, toleró cortafuegos y la configuración es por puertos definidos adecuados ya que no genera puertos aleatorios.

Las reducciones del ancho de banda que se producen con el uso de OPC-UA dependieron del periodo de muestreo, de la cantidad de mensajes y del tipo de datos. Los datos verificados fueron del tipo doble con un tiempo de muestreo de 10 a 10000 milisegundos sin encriptado. Para el sistema de comunicación OPC-UA se recomienda utilizar datos del tipo doble del tipo entero para disminuir tamaño de bytes, aunque con los de tipo decimal se gana en precisión, con tiempos de muestreo rápido para información crítica y tiempos lentos para información no crítica.

La comunicación OPC-UA permitió la validación inmediata de variables desde el sistema SCADA hasta los controladores industriales sin previa configuración, lo que demuestra que el sistema de comunicación OPC-UA puede reemplazar eficazmente al sistema tradicional OPC.

REFERENCIAS

- Adlok, N., & Nikam, A. (2017). Automatic testing of medium voltage drive using OPC server interface. *2017 International Conference on Smart grids, Power and Advanced Control Engineering (ICSPACE)*, 65-68. <https://doi.org/10.1109/ICSPACE.2017.8343407>
- Almeida, C. (s. f.). Unified Architecture. *OPC Foundation*. Recuperado 30 de junio de 2022, de <https://opcfoundation.org/about/opc-technologies/opc-ua/>
- Drahoš, P., Kučera, E., Haffner, O., & Klimo, I. (2018). Trends in industrial communication and OPC UA. *2018 Cybernetics & Informatics (K&I)*, 1-5. <https://doi.org/10.1109/CYBERI.2018.8337560>
- Eckhardt, A., Müller, S., & Leurs, L. (2018). An Evaluation of the Applicability of OPC UA Publish Subscribe on Factory Automation use Cases. *2018 IEEE 23rd International Conference on Emerging Technologies and Factory Automation (ETFA)*, 1, 1071-1074. <https://doi.org/10.1109/ETFA.2018.8502445>
- Eymüller, C., Hanke, J., Hoffmann, A., Kugelmann, M., & Reif, W. (2020). Real-time capable OPC-UA Programs over TSN for distributed industrial control. *2020 25th IEEE International Conference on Emerging Technologies and Factory Automation (ETFA)*, 1, 278-285. <https://doi.org/10.1109/ETFA46521.2020.9212171>
- Germany, B. A. G. & C. K., Hülshorstweg 20, 33415 Verl. (s. f.). *Beckhoff New Automation Technology*. Beckhoff Automation. Recuperado 30 de junio de 2022, de <https://www.beckhoff.com/es-es/>

Han, D., Gong, Y., & Xu, D. (2022). Research on Key Technologies of OPC UA Standard and Test. *2022 IEEE Asia-Pacific Conference on Image Processing, Electronics and Computers (IPEC)*, 95-98. <https://doi.org/10.1109/IPEC54454.2022.9777611>

Krylova, E. L., Nemudruk, M. L., Shchurov, D. A., Novozhilov, I. M., & Fedorov, M. S. (2021). The Use of OPC UA Technology in the Study of Models of Control Objects. *2021 IV International Conference on Control in Technical Systems (CTS)*, 171-173. <https://doi.org/10.1109/CTS53513.2021.9562917>

Lai, Y. H., Huang, Y.-H., Lai, C. F., Chen, S. Y., & Chang, Y.-C. (2020). Dynamic Adjustment Mechanism based on OPC-UA Architecture for IIoT Applications. *2020 Indo – Taiwan 2nd International Conference on Computing, Analytics and Networks (Indo-Taiwan ICAN)*, 335-338. <https://doi.org/10.1109/Indo-TaiwanICAN48429.2020.9181337>

Marksteiner, S. (2018). Reasoning on Adopting OPC UA for an IoT-Enhanced Smart Energy System from a Security Perspective. *2018 IEEE 20th Conference on Business Informatics (CBI)*, 02, 140-143. <https://doi.org/10.1109/CBI.2018.10060>

Muennoi, A., & Hormdee, D. (2016). 3D Web-based HMI with WebGL Rendering Performance. *MATEC Web of Conferences*, 77, 09003. <https://doi.org/10.1051/mateconf/20167709003>

Okuda, M., Mizuya, T., & Nagao, T. (2017). Development of IoT testbed using OPC UA and database on cloud. *2017 56th Annual Conference of the Society of Instrument and Control Engineers of Japan (SICE)*, 607-610. <https://doi.org/10.23919/SICE.2017.8105726>

OPC UA_test. (s. f.). Recuperado 3 de julio de 2022, de <https://page.advantech.com/opc-ua-test>

Ren, H., Liu, Y., & Wang, H. (2019). Research on Communication Method of OPC UA Client Based on ARM. *2019 IEEE/ACIS 18th International Conference on Computer and Information Science (ICIS)*, 52-56. <https://doi.org/10.1109/ICIS46139.2019.8940214>

- Rivera-Velazquez, F., Salazar-Valle, E., & Martínez-Águilar, G. M. (2021). OPC UA server on Raspberry Pi and Arduino for didactic use. *2021 10th International Conference On Software Process Improvement (CIMPS)*, 115-124. <https://doi.org/10.1109/CIMPS54606.2021.9652694>
- Schwarz, M. H., & Börcsök, J. (2013). A survey on OPC and OPC-UA: About the standard, developments and investigations. *2013 XXIV International Conference on Information, Communication and Automation Technologies (ICAT)*, 1-6. <https://doi.org/10.1109/ICAT.2013.6684065>
- Yuan, H., Hao, H., & Zhang, M. (2021). Overview of OPC UA TSN. *2021 IEEE 5th Information Technology, Networking, Electronic and Automation Control Conference (ITNEC)*, 5, 715-718. <https://doi.org/10.1109/ITNEC52019.2021.9586911>



INSTITUTO TECNOLÓGICO UNIVERSITARIO RUMIÑAHUI

Dr. Ángel Huerta
Rector

Instituto Superior Tecnológico Universitario Rumiñahui

Av. Atahualpa 1701 y 8 de febrero

Sangolquí, Ecuador

Teléfono: (+593) 23524529

Correo electrónico: info@ister.edu.ec

REVISTA CIENTÍFICA
CONECTIVIDAD

