

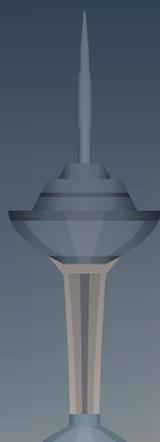


**UNIVERSIDAD NACIONAL
DE SAN MARTÍN**

REVISTA CIENTÍFICA DE SISTEMAS E INFORMÁTICA

e-ISSN: 2709-992X
Volumen 2, Número 2, Año 2022.

**Productivismo académico
y científico en el Perú.**



RCSI

Volumen 2 • Número 2 • Julio - Diciembre 2022



Fondo Editorial
Universidad Nacional de San Martín

© **Universidad Nacional de San Martín**

Facultad de Ingeniería de Sistemas e Informática

Jr. Maynas N° 177, Tarapoto –Perú

Editor

Fondo Editorial

Editorial:

Universidad Nacional de San Martín

Diseño de portada:

Lic. Manuel Angel Rojas Torres

Volumen 2, Número 2, Año 2022

DOI: 10.51252/rcsi

e-ISSN: 2709-992X

Hecho el Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú N° 2022-XXXX

Tarapoto, San Martín, Perú, Julio 2022

RCSI. Revista científica de sistemas e informática es una revista científica internacional, temática, de acceso abierto y periodicidad semestral. Es publicada por el Fondo Editorial en colaboración con la Facultad de Ingeniería de Sistemas e Informática de la Universidad Nacional de San Martín. Su misión es la difusión de investigaciones inéditas, originales y pertinentes en las áreas temáticas de Ciencias de la computación, Sistemas de información, Redes informáticas y comunicaciones e Ingeniería de control y sistemas; que permita contribuir a la solución de los problemas del país y el mundo. Nuestro público objetivo son académicos, profesionales y estudiantes vinculados a la ingeniería de sistemas y carreras afines.

Editor Jefe

Ing. Dr. Miguel Angel Valles Coral, Universidad Nacional de San Martín, Perú

Editores Asociados

Ing. Dr. José Miguel Barrón-Adame, Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato, México

Ing. Dr. Raciél Yera Toledo, Universidad de Jaén, España

Ing. Mg. Richard Enrique Injante Oré, Universidad Nacional de San Martín, Perú

Ing. M. Sc. (c) Lloy Pinedo Tuanama, Universidad Nacional de San Martín, Perú

Editor Ejecutivo

Ing. M. Sc. (c) Jorge Raul Navarro Cabrera, Universidad Nacional de San Martín, Perú

Comité Editorial

Ing. Dr. Juan Gabriel Colonna, Instituto de Computação da Universidade Federal do Amazonas, Brasil

PhD. Himer Avila George, Universidad de Guadalajara, México

Ing. Dr. Victor Manuel Cornejo Aparicio, Universidad Nacional de San Agustín, Perú

Ing. Dr. José Manuel Castillo Cara, Universidad Nacional de Educación a Distancia, España

Comité Científico

Ing. Dr. Dewar Wilmer Rico Bautista, Universidad Francisco de Paula Santander, Colombia

Ing. Dr. David Santos Mauricio Sanchez, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Perú

PhD. Herbert Oliveira Rocha, Universidad Federal de Roraima, Brasil

Ing. Edison Effer Apaza Tarqui, Universidad Peruana Unión, Juliaca, Perú

M. Sc. Carlos Eduardo Cañedo Figueroa, Universidad Autónoma de Chihuahua, México

Dr. Maximiliano Epifanio Asís López, Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo, Huaraz, Perú

M. Sc. Cristian A. Martínez, Universidad Nacional de Salta, Argentina

M. Sc. Nemías Saboya Ríos, Universidad Peruana Unión, Lima, Perú

Dr. Luis Antonio Rivera Escriba, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Brasil

Dra. Norka Norali Bedregal Alpaca, Universidad Nacional de San Agustín, Arequipa, Perú

Ing. Michael Leonardo Andina Zambrano, Universidad Politécnica Salesiana, Ecuador

Mg. Carlo José Luis Corrales Delgado, Universidad Nacional de San Agustín, Perú

Lic. M. Sc Edwin Augusto Hernández Torres, Universidad Nacional de San Martín, Perú

Dra. Karim Guevara Puente de la Vega, Universidad Nacional de San Agustín, Arequipa, Perú

Gestor de la revista: Ing. Juan Velazco Mieses

Diagramadora: Est. Kasidy Argandoña Del Aguila

Diseño gráfico: Lic. Manuel Angel Rojas Torres

Correctora de estilo: Bach. Itzel Garagay Mozombite

Índice

Editorial

- Productivismo académico y científico en el Perú** e407
Academic and scientific productivity in Peru
Velasco Mises, J. C.

Artículos originales

- Evaluación de Snort y Suricata para la detección de sondeos de redes y ataques de denegación de servicio** e363
Evaluation of Snort and Suricata for detection of network probes and denial of service attacks
Perdigón-Llanes, R.

- Aplicación de un programa educativo basado en redes sociales para generar competencias comerciales en los propietarios de restaurantes del distrito de Tarapoto** e384
Application of an educational program based on social networks to generate commercial skills in restaurant owners in the Tarapoto district
Rubio-Oliveira, J. C.

- Competencias digitales en Mypes de la región San Martín, Perú** e385
Digital skills in Mypes in the San Martín region, Peru
Erazo-Panduro, M., Cárdenas-García, A., Ruiz-Cueva, J., García-Castro, J. C., Torres-Delgado, W. & Tuesta-Estrella, J.

- Juego Serio para rehabilitación motora fina en niños: consideraciones de diseño y usabilidad** e405
Serious game for fine motor rehabilitation in children: design and usability consideration
Sánchez Calle, J. E. & Castillo Armas, G. P.

Artículos de revisión

- Algoritmos y su efecto en la agricultura: automatización de procesos** e386
Algorithms and their effect on agriculture: process automation
Sánchez Calle, J. E. & Castillo Armas, G. P.

Productivismo académico y científico en el Perú

Academic and scientific productivism in Peru

 Velasco-Meises, Juan Carlos^{1*}

¹Universidad Nacional de San Martín, Tarapoto, Perú

Recibido: 10 Jul. 2022 | **Aceptado:** 15 Jul. 2022 | **Publicado:** 20 Jul. 2022

Autor de correspondencia*: velascomieises@unsm.edu.pe

Como citar este artículo: Velasco-Meises, J. C. (2022). Productivismo académico y científico en el Perú. *Revista Científica de Sistemas e Informática*, 2(2), e407. <https://doi.org/10.51252/rcsi.v2i2.407>

EDITORIAL

En 2013, el Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (Concytec) implementó el “directorio nacional de Investigadores e Innovadores – DINA” como una base de datos para profesionales peruanos y extranjeros residentes en Perú, donde se reúne información valiosa sobre los grados, títulos y toda la producción académica relacionada con la investigación de forma auto referenciada, esto quiere decir que el investigador era el único responsable por la información proporcionada.

Posteriormente, en 2015, se crea el Registro Nacional de Investigadores de Ciencia y Tecnología (REGINA) con el propósito de reunir a investigadores y calificarlos principalmente por el número de publicaciones en revistas indizadas en bases de datos reconocidas internacionalmente como Scopus, Web of Science o Scielo y los grados académicos obtenidos. Todos aquellos investigadores que querían obtener una calificación tenían que estar registrados previamente en DINA, cumplir con los criterios establecidos en el “Reglamento de Calificación y Registro de Investigadores en Ciencia y Tecnología del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica – SINACYT” y someterse a un riguroso proceso de verificación documentaria (Concytec, 2018).

Más tarde, a inicios del 2019, el CONCYTEC implementó el “Registro Nacional Científico, Tecnológico y de Innovación Tecnológica – RENACYT” para personas naturales o jurídicas relacionadas con la ciencia, tecnología o innovación tecnológica (CTI). A partir de este registro los investigadores son clasificados en dos grupos: “María Rostworowski” con tres niveles y “Carlos Monge Medrano” con cuatro niveles. Esta nueva clasificación amplía y reconoce por primera vez la contribución de otras áreas del conocimiento como las humanidades, ciencias sociales, arquitectura, arte, entre otras. Esto permitiría a los investigadores conseguir visibilidad, reconocimiento y acceder a fuentes de financiamiento, con lo cual docentes investigadores y científicos peruanos tendrían más oportunidades y mejores condiciones para desarrollar sus proyectos de investigación y consecuentemente contribuir al desarrollo socioeconómico del país.

Es en ese contexto, que en los últimos años en nuestro país se ha notado mayor interés por publicar en revistas científicas de alto impacto y seguir escalando niveles en la clasificación del Renacyt. Porque como se puede concluir existe relación directamente proporcional entre el número de publicaciones realizadas y los beneficios que pueden obtenerse. Estos beneficios pueden ser económicos, reconocimientos públicos, ascensos y contrataciones o mayores oportunidades para obtener financiamiento. Además de la creciente

exigencia por parte de las instituciones educativas y del gobierno por aumentar la producción científica que justifique las inversiones realizadas en este ámbito.

La evaluación y el escrutinio constante de la investigación está generando una dinámica imparable de productivismo en la actividad académica y científica (Loría, 2018) reduciendo de forma significativa la calidad tanto de la investigación en general como de las publicaciones resultantes. Este productivismo académico resulta también en una mercantilización de la educación y supone que la producción en masa de la investigación necesariamente resuelve los problemas que aquejan a nuestra sociedad (Torres Petry, 2016).

Tal es la presión de los investigadores por publicar que recurren a revistas depredadoras solo por el afán de no quedar rezagados o perder los beneficios que la calificación Renacyt otorga. Se descuida la investigación en general y los resultados entregados son poco confiables. Esto perjudica tanto el prestigio del investigador como a la sociedad en su conjunto que cuenta con que la ciencia y la academia contribuyan a su desarrollo.

De otro lado, las universidades públicas y privadas a nivel nacional están impulsando proyectos editoriales de creación de revistas científicas y académicas. En parte por la necesidad de visibilizar las investigaciones que desarrollan sus docentes y estudiantes y por los procesos de licenciamiento y renovación de licencia realizados por la Superintendencia Nacional de Educación Universitaria (Sunedu).

Sin embargo, el Concytec ha publicado recientemente el nuevo reglamento de calificación de los investigadores del Registro Nacional de Ciencia y Tecnología (el tercero en cuatro años) que ignora los trabajos publicados en revistas incluidas en Latindex Catálogo 2.0, DOAJ, Redalyc y EIRH Plus. Estos nuevos criterios de evaluación también perjudican el desarrollo y crecimiento de las revistas emergentes, ya que los investigadores las consideran poco “atractivas” porque estas revistas en sus primeros años no cumplen con los requerimientos para conseguir la indización a bases de datos como Scopus o WoS-JCR. La publicación de nuevas reglas de juego para la evaluación y categorización ha valido el pronunciamiento de los investigadores de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos que de acuerdo con un informe publicado por el Concytec es la universidad con mayor número de investigadores Renacyt (Concytec, 2019). Pero no todo es negativo, el nuevo reglamento abre puertas para que los estudiantes ingresen al Renacyt y desarrollen una carrera como investigadores reconocidos.

La convergencia de estos factores nos obliga a reflexionar sobre actuales políticas de evaluación e incentivos en la investigación científica en nuestro país. Es claro que la publicación no es el fin último de la investigación, sino contribuir al desarrollo de la sociedad y mejorar las condiciones de vida. Entonces, debemos encontrar un equilibrio entre el ejercicio de la actividad científica y de investigación con los sistemas que miden su productividad y calidad.

Sin embargo, a pesar del cambio de las reglas del juego, el Fondo Editorial en coordinación estrecha con el Vice Rectorado de Investigación de la Universidad Nacional de San Martín viene trabajando arduamente para garantizar que las revistas publicadas cumplan todos los estándares exigidos para ser aceptados en los diferentes índices iniciales, para que en mediano a largo plazo

CONFLICTO DE INTERESES

No existe ningún tipo de conflicto de interés relacionado con la materia del trabajo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Concytec. (2018). *COMUNICADO N.o 001-CONCYTEC-2018*.

<https://portal.concytec.gob.pe/index.php/contacto/8-noticias/1223-el-concytec-informa-sobre->

las-plataformas-dina-y-regina

- Concytec. (2019). *Conoce quiénes, dónde y qué estudian los investigadores peruanos en el RENACYT*. <https://portal.concytec.gob.pe/index.php/noticias/2002-conoce-a-quienes-donde-y-que-estudian-los-investigadores-peruanos-en-el-renacyt>
- Loría, E. (2018). Aristoteles y Nietzsche: la ética en el trabajo académico y científico. *Investigación Económica*, 77(306), 125. <https://doi.org/10.22201/fe.01851667p.2018.306.67931>
- Torres Petry, A. (2016). Productivismo académico en la enseñanza del derecho brasileiro. *Revista Pedagogía Universitaria y Didáctica del Derecho*, 3(2). <https://doi.org/10.5354/0719-5885.2016.44680>



Evaluación de Snort y Suricata para la detección de sondeos de redes y ataques de denegación de servicio

Evaluation of Snort and Suricata for detection of network probes and denial of service attacks

Perdigón-Llanes, Rudibel^{1*}

¹COPEXTEL S.A. División Pinar del Río: Pinar del Río, Cuba

Recibido: 04 May. 2022 | **Aceptado:** 22 Jun. 2022 | **Publicado:** 20 Jul. 2022

Autor de correspondencia*: rperdigon90@gmail.com

Como citar este artículo: Perdigón-Llanes, R. (2022). Evaluación de Snort y Suricata para la detección de sondeos de redes y ataques de denegación de servicio. *Revista Científica de Sistemas e Informática*, 2(2), e363.
<https://doi.org/10.51252/rcsi.v2i2.363>

RESUMEN

Los sistemas de detección de intrusiones constituyen una de las herramientas más utilizadas para identificar ataques o intrusiones en redes de datos en aras de asegurar la confidencialidad, disponibilidad e integridad de la información que por ellas se transmite. Debido a la complejidad de su aplicación en los esquemas de ciberseguridad de las empresas es necesario realizar una evaluación objetiva de estas soluciones con el propósito de seleccionar la herramienta que mejor se ajuste a los requerimientos de estas organizaciones. El objetivo de la presente investigación consiste en comparar cuantitativamente el rendimiento de Snort y Suricata para la detección de sondeos de redes y ataques de denegación de servicio. Se utilizó la herramienta htop para comprobar el rendimiento de Snort y Suricata ante sondeos de redes y ataques de denegación de servicio simulados con diferentes aplicaciones de Kali Linux. Se identificó que Snort posee un consumo de CPU inferior a Suricata durante la detección de intrusiones mediante análisis de firmas, sin embargo, Suricata evidenció mejores índices de efectividad. Los resultados obtenidos contribuyen a la toma de decisiones en relación a la selección, despliegue e implementación de sistemas de detección de intrusiones en redes de datos empresariales.

Palabras clave: ciberseguridad; pentest; rendimientos; sistemas de detección de intrusiones.

ABSTRACT

Intrusion detection systems are one of the most widely used tools to identify attacks or intrusions in data networks in order to ensure the confidentiality, availability and integrity of the information transmitted through them. Due to the complexity of its application in companies' cybersecurity schemes, it is necessary to carry out an objective evaluation of these solutions in order to select the tool that best suits the requirements of these organizations. The objective of this research is to quantitatively compare the performance of Snort and Suricata for the detection of network probes and denial of service attacks. The htop tool was used to test the performance of Snort and Suricata against network probes and denial of service attacks simulated with different Kali Linux applications. It was identified that Snort has a lower CPU consumption than Suricata during intrusion detection through signature analysis, however, Suricata showed better effectiveness rates. The results obtained contribute to decision making in relation to the selection, deployment and implementation of intrusion detection systems in business data networks.

Keywords: cybersecurity; pentest; performance; intrusion detection systems



1. INTRODUCCIÓN

La aplicación de las tecnologías digitales en los procesos de negocio del sector empresarial mundial denota marcados beneficios económicos para estas organizaciones (Perdigón Llanes & Pérez Pino, 2020). Sin embargo, el uso acelerado de las tecnologías digitales ha ocasionado un crecimiento de los ataques informáticos, los cuales ocupan la octava posición de los fenómenos con mayor impacto económico a nivel mundial (World Economic Forum, 2020).

Datos de Eset Security para Latinoamérica reflejan que durante 2020 las empresas de la región sufrieron ataques vinculados fundamentalmente a la infección por malware (34%), ataques de ingeniería social (20%), acceso indebido a aplicaciones e información (18%) y denegación de servicios (11%) (Eset Security, 2021). Registros de la compañía Fortinet aseveran que durante el primer semestre de 2020 en América Latina se produjeron más de 15 mil millones de intentos de ciberataques (Fortinet, 2020). Las pérdidas económicas generadas por estos delitos impactan negativamente en las economías de las organizaciones, principalmente en las pequeñas y medianas empresas (PYME), que son incapaces de sostener sus negocios luego de sufrir un ciberataque de envergadura (Bustamante Garcia et al., 2020).

Con el objetivo de minimizar la incidencia de estas transgresiones, las organizaciones emplean diferentes herramientas digitales para preservar la confidencialidad, disponibilidad e integridad de sus recursos informáticos (AlYousef & Abdelmajeed, 2019). Los Sistemas de Detección de Intrusiones (IDS, por sus siglas en inglés) representan una de las soluciones más utilizadas para este propósito porque permiten identificar acciones y comportamientos malintencionados en una red de computadoras mediante el análisis de los datos que por ella transitan ((Karim et al., 2017); (Syed Ali Raza Shah, 2018); (Maniriho et al., 2020); (Perdigón Llanes & Orellana García, 2021). Estos sistemas pueden detectar comportamientos anómalos o ataques específicos dirigidos a una red o un host en particular (Olia Castellanos & Milton García, 2020).

Según los autores Kumar & Singh (2018) y Arteaga Pucha (2020) los IDS se clasifican según su enfoque de detección, su comportamiento ante las intrusiones y los tipos de sistemas que monitorean. Maciá-Fernández et al. (2017) establecen que, en correspondencia con su enfoque de detección los IDS se clasifican en: IDS de análisis de firmas (S-IDS) y de análisis de anomalías (A-IDS). Los S-IDS comparan el tráfico de red con firmas de ataques conocidos, por su parte, los A-IDS distinguen patrones de tráfico malicioso del tráfico normal mediante la aplicación de técnicas de inteligencia artificial (Divekar et al., 2018); (Arteaga Pucha, 2020); (Maniriho et al., 2020).

En relación a su comportamiento ante las intrusiones, los autores Kumar & Singh (2018) catalogan a los IDS en pasivos y activos. Los IDS pasivos no realizan acciones de protección por sí mismos, estas soluciones solo generan alertas dirigidas a operadores y administradores de las TIC durante la detección de comportamientos anómalos e intrusiones, por su parte, los IDS activos poseen la capacidad de bloquear automáticamente los comportamientos sospechosos sin necesidad de supervisión o interferencia humana, proporcionando acciones de corrección en tiempo real ante los ataques (Kumar & Singh, 2018).

En correspondencia con los sistemas que monitorean, los IDS se catalogan en: Sistemas de Detección de Intrusiones de Red (NIDS, por sus siglas en inglés) y Sistemas de Detección de Intrusiones en el Host (HIDS, por sus siglas en inglés). Los autores Ashok & Manikrao (2015); Maciá-Fernández et al. (2017); Solarte Martinez et al. (2017) y Arteaga Pucha (2020) establecen que los NIDS efectúan la detección de tráfico malicioso en una red fortaleciendo la seguridad de esta y los HIDS contribuyen a elevar la seguridad de un equipo específico.

Debido a la complejidad del despliegue y aplicación de los IDS en las arquitecturas de ciberseguridad de las empresas, es necesario realizar una evaluación objetiva de estos sistemas, con el propósito de seleccionar adecuadamente la solución que mejor se ajuste a los requerimientos de estas organizaciones (Wang et al., 2013). Aunque los IDS comerciales son reconocidos por su alto desempeño y efectividad, los cos-tos

asociados a su implementación en los esquemas de seguridad limitan su utilización en organizaciones como las PYMES, que carecen de recursos económicos y financieros para adquirir tecnologías de avanzada (Janampa Patilla et al., 2021). Por tal motivo, estas organizaciones deben adoptar alternativas tecnológicas confiables y eficientes para minimizar fallas y garantizar el correcto funcionamiento de sus recursos digitales con ahorro de costos.

Las herramientas de código abierto representan una solución viable para las PYMES porque facilitan el despliegue de servicios digitales con un aprovechamiento óptimo de los recursos de hardware (Perdigón & Ramírez, 2020) y (Perdigón-Llanes, 2022). Los autores Perdigón Llanes & Orellana García (2021) identificaron que Snort y Suricata constituyen los IDS de código abierto más utilizados en la actualidad para la detección de intrusiones en redes de datos. Sin embargo, en la literatura consultada no se evidenció un consenso sobre cuál de estas soluciones posee mejores índices de desempeño (Syed Ali Raza Shah, 2018); (Murphy, 2019); (Bouziani et al., 2019); (Arteaga Pucha, 2020); (Perdigón Llanes & Orellana García, 2021). Además, según Arteaga Pucha (2020) son escasas las investigaciones orientadas a comparar el rendimiento de estas herramientas ante ciberataques dirigidos a redes de pequeñas y medianas empresas.

El objetivo de la presente investigación consiste en comparar cuantitativamente el rendimiento de Snort y Suricata para la detección de ataques de tipo Probing (Sondeo de redes) y DoS (Denegación de Servicios). Se evaluaron ambas herramientas ante estos tipos de ataques porque según los autores Bouziani et al. (2019); López-Avila et al. (2020) y Arteaga Pucha (2020) son muy utilizados por los ciberdelincuentes en la actualidad, fundamentalmente dirigidos a las redes digitales de empresas que brindan sus servicios en internet.

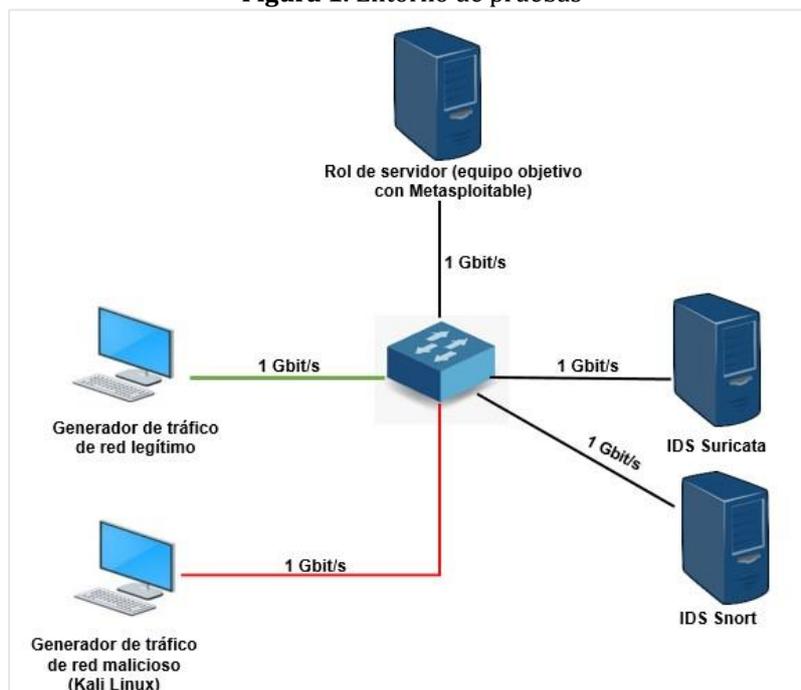
2. MATERIALES Y MÉTODOS

En esta investigación se utilizaron como métodos científicos el analítico-sintético y el experimental. El método analítico-sintético permitió el análisis de la literatura existente relacionada con los IDS. Para la búsqueda de información se emplearon las bases de datos Google Scholar y ScienceDirect que son herramientas gratuitas y abarcan un número considerable de fuentes académicas. El método experimental se empleó para comprobar el desempeño de los IDS seleccionados mediante la realización de pruebas de rendimiento.

Las pruebas de rendimiento (benchmark) facilitan la toma de decisiones para la selección de sistemas digitales basados en un conjunto de parámetros (Perdigón Llanes & Ramírez Alonso, 2020). Estas pruebas permiten evaluar el funcionamiento de los IDS y determinar si su desempeño se ajusta a los requerimientos tecnológicos de las organizaciones (Arteaga Pucha, 2020).

El desempeño de los IDS es influenciado en gran medida por las prestaciones de hardware del equipo donde operan (Siddiqi, 2016); (Karim et al., 2017) y (Caro Moreno, 2020). Con el objetivo de obtener resultados fiables durante las pruebas benchmark, los autores de la presente investigación instalaron los IDS a evaluar en ordenadores físicos con similares prestaciones; CPU: core-i3 4160; RAM: 4Gb DDR3; HDD: 500Gb, NIC: 1Gbit/s modelo TP-LINK TG-3269 y Ubuntu Server 20.04 como sistema operativo. La tarjeta de red en estos equipos fue configurada en modo promiscuo y se deshabilitaron sus mecanismos de segmentación (offload) para evitar el rechazo de paquetes de red. La Figura 1 describe el entorno donde se desarrollaron las pruebas.

Figura 1. Entorno de pruebas



La generación de tráfico de red malicioso se realizó mediante la distribución Kali Linux que constituye una solución ampliamente empleada para pruebas de penetración y contiene las herramientas nmap y hping3. Se dispuso un equipo con Metasploitable 2 para simular el rol de un servidor empresarial que provee servicios web, base de datos y compartición de ficheros. Este equipo constituyó el objetivo de los ataques y pruebas de penetración realizadas. Snort y Suricata operan con similares bases de firmas, por tal motivo, estas fueron descargadas en la misma fecha para garantizar similares condiciones de detección durante las pruebas benchmark. Se utilizaron las bases de firmas Emerging Threats del 6 de enero de 2022 que son de libre acceso y se encuentran disponibles en internet.

La diversidad de servicios y aplicaciones digitales que utilizan las empresas incrementan significativamente el tráfico de datos en sus redes informáticas (Syed Ali Raza Shah, 2018). Para simular el tráfico de una red empresarial y comprobar el rendimiento de los IDS seleccionados, los autores de este trabajo se apoyaron en los criterios de (Karim et al., 2017), mediante el uso de la herramienta Ostinato. Según Karim et al. (2017), el tráfico de una red con grandes flujos de datos puede simularse combinando la cantidad de paquetes enviados, sus dimensiones e intervalos de tiempo entre cada envío. En correspondencia con los criterios de (Karim et al., 2017), en esta investigación se realizó el envío de 10000 paquetes de red de 128 y 3072 bytes respectivamente, cada 1 segundo mediante el protocolo TCP para simular el tráfico de una red empresarial.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los autores Murphy (2019) y Aludhilu & Rodríguez-Puente (2020) consideran que la eficiencia y efectividad de los IDS constituyen aspectos relevantes para su evaluación. Estas características se relacionan respectivamente, con su consumo de recursos de hardware y con su capacidad para identificar comportamientos maliciosos y actividades de intrusión (Murphy, 2019) y (Aludhilu & Rodríguez-Puente, 2020). Para determinar la eficiencia de los IDS analizados se empleó la herramienta htop y para comprobar su efectividad se simuló pruebas de intrusión mediante la distribución Kali Linux. Con el propósito de generar tráfico de red para simular el ambiente de una red empresarial se utilizó la herramienta Ostinato

0.9. Se seleccionaron las últimas versiones estables disponibles de Snort y Suricata hasta la fecha en que se realizó este estudio: Snort 2.9.18.1 y Suricata 6.0.4.

Según los criterios de Aludhilo & Rodríguez-Puente (2020) los IDS son efectivos si arrojan bajos índices de falsas alarmas. Los autores Bijone (2016) y Syed Ali Raza Shah (2018) consideran que las tasas de falsos positivos (FPR, por sus siglas en inglés), tasas de falsos negativos (FNR, por sus siglas en inglés) y tasas de verdaderos positivos (TPR, por sus siglas en inglés) constituyen indicadores fiables para medir la efectividad de los IDS. Según estos autores, FPR: denota la probabilidad de que un IDS emita una alerta cuando no existe intrusión, FNR: representa la probabilidad de que un IDS no emita una alerta cuando sí existe una intrusión y TPR: determina la probabilidad de que un IDS emita una alerta ante una intrusión. Estos indicadores se determinan según las siguientes fórmulas (Bijone, 2016); (Syed Ali Raza Shah, 2018); (Kumar & Singh, 2018):

$$FPR = FP / (FP + TN) * 100 \quad (1)$$

$$FNR = FN / (FN + TP) * 100 \quad (2)$$

$$TPR = TP / (TP + FN) * 100 \quad (3)$$

Donde:

Verdadero negativo (TN, por sus siglas en inglés): El tráfico de red inofensivo es identificado como tal por el IDS.

Verdadero positivo (TP, por sus siglas en inglés): El tráfico de red malicioso es identificado como tal por el IDS.

Falso positivo (FP, por sus siglas en inglés): El tráfico de red inofensivo es identificado como tráfico malicioso por el IDS.

Falso negativo (FN, por sus siglas en inglés): El tráfico de red malicioso es identificado como como tráfico de red inofensivo por el IDS.

Se comprobó en un primer momento la efectividad de los IDS para manejar el tráfico de red inofensivo. Posteriormente y de forma simultánea al tráfico de red inofensivo, fue generado secuencialmente el tráfico de red malicioso mediante las herramientas nmap y hping3. El empleo de estas herramientas permitió simular ataques de tipo sondeo de redes y DoS. Se generaron ataques DoS de tipo SYN Flood, UDP Flood y PING Flood y se utilizó la opción randsource para evadir los IDS utilizados.

Se identificó que ambas soluciones fueron incapaces de detectar los ataques DoS SYN Flood y UDP Flood simulados, por lo que se crearon 2 reglas personalizadas para identificar este tipo de transgresiones. Las reglas creadas se estructuraron según las especificaciones realizadas por Janampa Patilla et al. (2021) para estos tipos de ataques:

```
alert tcp $EXTERNAL_NET any -> $HOME_NET 80 (flags: S; msg: "Posible ataque DoS SYN flood detectado";
flow: to_server; detection_filter: track by_src, count 50, seconds 1; sid:10000004; rev:001;)
```

```
alert udp $EXTERNAL_NET any -> $HOME_NET any (msg: "Posible ataque DoS UDP flood detectado";
detection_filter: track by_src, count 50, seconds 1; sid:10000005; rev:001;)
```

La Tabla 1 muestra la efectividad de los IDS analizados según los indicadores descritos en las fórmulas 1, 2 y 3 respectivamente.

Tabla 1. Efectividad de Snort y Suricata ante sondeos de red y ataques DoS

Tráfico de red legítimo generado	Tráfico de red malicioso generado	Snort			Suricata		
		FPR	FNR	TPR	FPR	FNR	TPR
Tráfico de paquetes de 128 bytes		0	0	0	0	0	0
		0	0	0	0	0	0
Tráfico de paquetes de 128 bytes	nmap -sS -p- ip_Metasploitable	0	99,98	0,02	0	99,96	0,04
	SYN Flood: hping3 --rand-source -c 1000	0	1	99	0	1	99
	ip_Metasploitable -p 80 --faster	0	97,9	2,1	0,005	0	100
	UDP Flood: hping3 --rand-source -c 1000 --udp	0	0	100	0	0	100
	ip_Metasploitable -p 53 --faster	0	0	100	0	0	100
	PING Flood: hping3 --rand-source -c 1000 --icmp	0	0	100	0	0	100
Tráfico de paquetes de 3072 bytes	ip_Metasploitable --faster	0	99,98	0,02	0	99,98	0,02
	nmap -sS -p- ip_Metasploitable	0	99,98	0,02	0	99,98	0,02
	SYN Flood: hping3 --rand-source -c 1000	0	22,1	77,9	0,0048	0	100
	ip_Metasploitable -p 80 --faster	0	35,5	64,5	0,0168	0	100
	UDP Flood: hping3 --rand-source -c 1000 --udp	0	35,5	64,5	0,0168	0	100
	ip_Metasploitable -p 53 --faster	0	19,0	81,0	0	46,4	53,6
	PING Flood: hping3 --rand-source -c 1000 --icmp	0	19,0	81,0	0	46,4	53,6
	ip_Metasploitable --faster	0	19,0	81,0	0	46,4	53,6

Ambos IDS mostraron tasas de detección inefectivas ante los ataques Probing generados con nmap. Se identificó que Snort no arrojó falsos positivos durante las pruebas de penetración realizadas, sin embargo, demostró elevadas tasas de falsos negativos (FNR), elemento que incide negativamente en la seguridad de la red. De forma general Suricata evidenció índices de efectividad superiores a Snort para la detección de intrusiones en el ambiente de pruebas utilizado.

Durante el período de tiempo que demoraron las pruebas realizadas se monitoreó la carga de CPU y el uso de memoria RAM de ambos IDS. Las Figuras 2 y 3 muestran respectivamente, los resultados obtenidos.

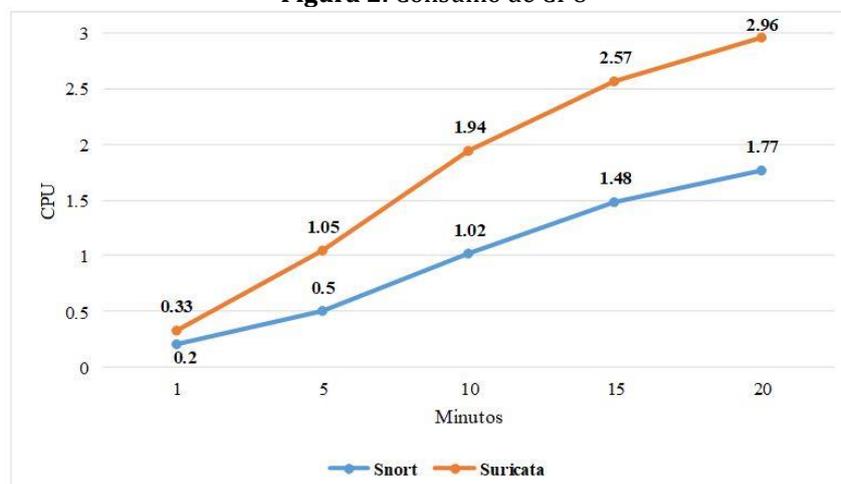
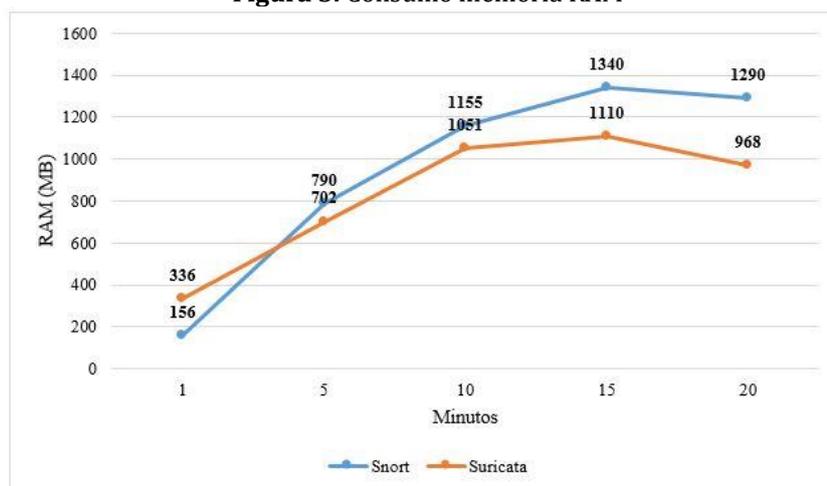
Figura 2. Consumo de CPU

Figura 3. Consumo memoria RAM

Los resultados anteriores permitieron identificar que ambos IDS mantuvieron un consumo eficiente de los recursos de hardware durante las pruebas realizadas, pues no se evidenció sobreexplotación del CPU y el consumo de memoria RAM no sobrepasó el 33% de la memoria disponible. No obstante, Snort demostró mejores resultados en relación a la carga del CPU, aunque su consumo de memoria RAM fue ligeramente superior a Suricata.

En su investigación Park & Ahn (2017) determinaron que Snort posee mayor eficiencia respecto a Suricata en relación al consumo de CPU. Sin embargo, según estos autores, Suricata posee índices de efectividad superiores para la detección de intrusiones.

Syed Ali Raza Shah (2018) comprobaron los rendimientos de Snort y Suricata para la detección de intrusiones en redes de 10 Gbits/s. Los resultados obtenidos por Syed Ali Raza Shah (2018) evidenciaron que Snort posee mayor eficiencia que Suricata respecto al consumo de recursos de hardware (CPU y RAM) durante el análisis del tráfico en redes de 10 Gbits/s. Según estos autores, aunque ambos IDS demostraron altos índices de falsos positivos, Snort obtuvo mejores indicadores de efectividad para la detección de intrusiones en redes de altas velocidades.

Los autores Bouziani et al. (2019) evaluaron el funcionamiento de Snort y Suricata en modo S-IDS e identificaron que, aunque ambas soluciones emplean similares bases de firmas, sus índices de detección suelen ser diferentes. Estos autores determinaron que Snort obtuvo mejores resultados que Suricata ante ataques de evasión.

En su tesis Murphy (2019) identificó que, aunque Snort consume menos memoria RAM que Suricata, éste último posee tasas de detección superiores.

El autor Arteaga Pucha (2020) evaluó los rendimientos de Snort y Suricata en modo A-IDS e identificó que Suricata es un 5% mejor que Snort en relación a sus funcionalidades, posee una menor tasa de pérdida de paquetes y una precisión para la detección de anomalías un 8% superior a Snort.

En concordancia con los resultados obtenidos por Park & Ahn (2017), en la presente investigación se identificó que Snort posee un consumo de CPU inferior a Suricata para la detección de ataques Probing y DoS mediante el análisis de firmas, sin embargo, Suricata mantiene mejores índices de efectividad respecto a Snort para la detección de estos ataques en redes de datos con velocidades de 1 Gbits/s.

4. CONCLUSIONES

En esta investigación se realizó un análisis comparativo de la eficiencia y efectividad de Snort y Suricata para la detección de sondeos de redes y ataques DoS en redes de datos mediante el análisis de firmas. Los resultados obtenidos evidenciaron que, aunque ambos IDS operan con similares bases de firmas, existen marcadas diferencias en relación a su efectividad para la detección de estos ataques. Snort evidenció un consumo de CPU inferior a Suricata, sin embargo, ambas soluciones realizaron la detección de intrusiones con una alta eficiencia respecto al consumo de recursos de hardware. Las pruebas de intrusión simuladas permitieron identificar que Suricata posee mayor efectividad que Snort para la detección de ataques de tipo Probing y DoS en redes de datos con velocidades de 1 Gbits/s.

Los resultados alcanzados en este trabajo facilitan la toma de decisiones en relación a la selección, despliegue e implementación de sistemas para la detección de intrusiones en redes de datos empresariales. El uso de Suricata como IDS en PYMES contribuirá a fortalecer la seguridad de la información en estas organizaciones ante ataques y accesos no autorizados con un uso óptimo de sus recursos de hardware. Los autores de futuros estudios pueden enriquecer esta investigación mediante el análisis de nuevas versiones de los IDS abordados y su rendimiento para la detección de anomalías.

FINANCIAMIENTO

Ninguno.

CONFLICTO DE INTERESES

No existe ningún tipo de conflicto de interés relacionado con la materia del trabajo.

CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES

Conceptualización, curación de datos, análisis formal, investigación, metodología, supervisión, validación, redacción - borrador original, redacción - revisión y edición: Perdigón-Llanes, R.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aludhilu, H., & Rodríguez-Puente, R. (2020). A Systematic Literature Review on Intrusion Detection Approaches. *Revista Cubana de Ciencias Informáticas*, 14(1), 58–78.
http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S2227-18992020000100058&script=sci_abstract&tlng=en
- AlYousef, M. Y., & Abdelmajeed, N. T. (2019). Dynamically Detecting Security Threats and Updating a Signature-Based Intrusion Detection System's Database. *Procedia Computer Science*, 159, 1507–1516. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2019.09.321>
- Arteaga Pucha, J. E. (2020). Evaluación de las funcionalidades de los sistemas de detección de intrusos basados en la red de plataformas open source utilizando la técnica de detección de anomalías. *Latin-American Journal of Computing*, 7(1), 49–64. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2019.09.321>
- Ashok, D., & Manikrao, V. (2015). Comparative study and analysis of network intrusion detection tools. *International Conference on Applied and Theoretical Computing and Communication Technology. Davangere: IEEE*, 312–315. <https://doi.org/10.1109/ICATCCT.2015.7456901>
- Bijone, M. (2016). A Survey on Secure Network: Intrusion Detection & Prevention Approaches. *American Journal of Information Systems*, 4(3), 69–88. <https://doi.org/10.12691/ajis-4-3-2>
- Bouziani, O., Benaboud, H., Chamkar, A. S., & Lazaar, S. (2019). A Comparative study of Open Source IDSs

- according to their Ability to Detect Attacks. *2nd International Conference on Networking, Information Systems & Security. Rabat: ACM*, 1–5. <https://doi.org/10.1145/3320326.3320383>
- Bustamante Garcia, S., Valles Coral, M. A., & Levano Rodriguez, D. (2020). Factores que contribuyen en la pérdida de información en las organizaciones. *Revista Cubana de Ciencias Informáticas*, 14(3), 148–165. <https://rcci.uci.cu/?journal=rcci&page=article&op=view&path%5B%5D=1948&path%5B%5D=818>
- Caro Moreno, R. (2020). *Despliegue y explotación de herramientas Open Source para la monitorización y gestión de eventos en un entorno virtualizado* [Universidad de Cádiz]. <http://hdl.handle.net/10498/23447>
- Divekar, A., Parekh, M., Savla, V., Mishra, R., & Shirole, M. (2018). Benchmarking datasets for Anomaly based Network Intrusion Detection: KDD CUP 99 alternatives. *3rd International Conference on Computing, Communication and Security (ICCCS)*, 1–8. <https://doi.org/10.1109/CCCS.2018.8586840>
- Eset Security. (2021). *Eset Security Report Latinoamérica 2021* (pp. 1–29). <https://www.welivesecurity.com/wp-content/uploads/2021/06/ESET-security-report-LATAM2021.pdf>
- Fortinet. (2020). *Threat Intelligence Insider Latin America 2020*. https://www.fortinetthreatinsiderlat.com/en/Q2-2020/BR/html/trends#trends_position
- Janampa Patilla, H., Huamani Santiago, H., & Meneses Conislla, Y. (2021). Snort Open Source como detección de intrusos para la seguridad de la infraestructura de red. *Revista Cubana de Ciencias Informáticas*, 15(3), 55–73. <https://rcci.uci.cu/?journal=rcci&page=article&op=view&path%5B%5D=2042>
- Karim, I., Vien, Q.-T., Anh Le, T., & Mapp, G. (2017). A Comparative Experimental Design and Performance Analysis of Snort-Based Intrusion Detection System in Practical Computer Networks. *Computers*, 6(1). <https://doi.org/10.3390/computers6010006>
- Kumar, D., & Singh, R. (2018). Comprehensive Review: Intrusion Detection System and Techniques. *IOSR Journal of Computer Engineering*, 18(4), 20–25. <https://doi.org/10.9790/0661-1804032025>
- López-Avila, L., Acosta-Mendoza, N., & Gago-Alonso, A. (2020). Detección de anomalías basada en aprendizaje profundo: Revisión. *Revista Cubana de Ciencias Informáticas*, 13(3), 107–123. <https://rcci.uci.cu/?journal=rcci&page=article&op=view&path%5B%5D=1874&path%5B%5D=779>
- Maciá-Fernández, G., Camacho, J., Magán-Carrión, R., Fuentes-García, M., García-Teodoro, P., & Theron, R. (2017). UGR'16: Un nuevo conjunto de datos para la evaluación de IDS de red. *Jornadas de Ingeniería Telemática*, 71–78. <https://doi.org/10.4995/jitel2017.2017.6520>
- Maniriho, P., Mahoro, L. J., Niyigaba, E., Bizimana, Z., & Ahmad, T. (2020). Detecting Intrusions in Computer Network Traffic with Machine Learning Approaches. *International Journal of Intelligent Engineering and Systems*, 13(3), 433–445. <https://doi.org/10.22266/IJIES2020.0630.39>
- Murphy, B. R. (2019). *Comparing the performance of intrusion detection systems: snort and suricata* [Colorado Technical University]. <https://www.proquest.com/openview/885ab9a9d8f5c1b92d177780f8e81699/1?pq-origsite=gscholar&cbl=18750&diss=y>
- Olia Castellanos, L., & Milton García, B. (2020). Análisis y caracterización de conjuntos de datos para detección de intrusiones. *Serie Científica de La Universidad de Las Ciencias Informáticas*, 13(4), 39–52. <https://publicaciones.uci.cu/index.php/serie/article/view/558>

- Park, W., & Ahn, S. (2017). Performance Comparison and Detection Analysis in Snort and Suricata Environment. *Wireless Pers Commun*, 94, 241–252. <https://doi.org/10.1007/s11277-016-3209-9>
- Perdigón-Llanes, R. (2022). Suricata como detector de intrusos para la seguridad en redes de datos empresariales. *Revista Ciencia UNEMI*, 15(39), 44–53. <https://doi.org/10.29076/issn.2528-7737vol15iss39.2022pp44-53p>
- Perdigón Llanes, R., & Orellana García, A. (2021). Sistemas para la detección de intrusiones en redes de datos de instituciones de salud. *Revista Cubana de Informática Médica*, 13(2). <http://www.revinformatica.sld.cu/index.php/rcim/article/view/440>
- Perdigón Llanes, R., & Pérez Pino, T. M. (2020). Análisis holístico del impacto social de los negocios electrónicos en América Latina, de 2014 a 2019. *Revista de Tecnología y Sociedad*, 10(18). <https://doi.org/10.32870/Pk.a10n18.459>
- Perdigón Llanes, R., & Ramírez Alonso, R. (2020). Plataformas de software libre para la virtualización de servidores en pequeñas y medianas empresas cubanas. *Revista Cubana de Ciencias Informáticas*, 14(1), 40–57. <https://rcci.uci.cu/?journal=rcci&page=article&op=view&path%5B%5D=1901>
- Siddiqi, A. (2016). *Performance Analysis of Open Source IDPS in Virtual Computing Environment* [Northcentral University]. <https://www.proquest.com/openview/decad1264757e8ac0c572441d0572fe9/1?cbl=18750&pq-origsite=gscholar>
- Solarte Martínez, G. R., Ocampo, C. A., & Castro Bermúdez, Y. V. (2017). Sistema de detección de intrusos en redes corporativas. *Scientia et Technica*, 22(1), 60–68. <https://doi.org/10.22517/23447214.9105>
- Syed Ali Raza Shah, B. I. (2018). Performance comparison of intrusion detection systems and application of machine learning to Snort system. *Future Generation Computer Systems*, 80, 157–170. <https://doi.org/10.1016/j.future.2017.10.016>
- Wang, X., Kordas, A., Hu, L., Gaedke, M., & Derrick. (2013). Administrative Evaluation of Intrusion Detection System. *2nd Annual Conference on Research in Information Technology*, 47–52. <https://doi.org/10.1145/2512209.2512216>
- World Economic Forum. (2020). *The Global Risks Report 2020* (15th ed.). http://www3.weforum.org/docs/WEF_Global_Risk_Report_2020.pdf



Aplicación de un programa educativo basado en redes sociales para generar competencias comerciales en los propietarios de restaurantes del distrito de Tarapoto

Application of an educational program based on social networks to generate commercial skills in restaurant owners in the Tarapoto district

Rubio-Oliveira, Juan Carlos¹ *

¹Universidad Peruana Unión, Tarapoto, Perú.

Recibido: 20 May. 2022 | **Aceptado:** 16 Jun. 2022 | **Publicado:** 20 Jul. 2022

Autor de correspondencia*: carlos.rubio@upeu.edu.pe

Como citar este artículo: Rubio-Oliveira, J. C. (2022). Aplicación de un programa educativo basado en redes sociales para generar competencias comerciales en los propietarios de restaurantes del distrito de Tarapoto. *Revista científica de sistemas e informática*, 2(2), e384. <https://doi.org/10.51252/rcsi.v2i2.384>

RESUMEN

Las redes sociales han crecido de forma exponencial y tienen impacto significativo a nivel social, en tal sentido el aprovechamiento de su uso y características puede resultar beneficioso para la transferencia de conocimientos a los empresarios del sector gastronómico y potenciar los negocios del rubro. El objetivo de la investigación fue determinar el efecto de un programa educativo basado en redes sociales en la generación de competencias comerciales en los propietarios de restaurantes del distrito de Tarapoto. El diseño de la investigación fue pre-experimental, de corte cuantitativo, a 20 gerentes de diferentes restaurantes, a quienes capacitamos para mejorar sus competencias comerciales basadas en redes sociales, posterior diseñamos y aplicamos una encuesta para determinar el logro de las competencias. Obtuvimos como resultados, el 35 y 50% de los gerentes lograron competencias comerciales regulares y altas. Concluimos que la aplicación de un programa educativo basado en redes sociales tiene impacto positivo en la generación competencias comerciales en los propietarios de restaurantes del distrito de Tarapoto.

Palabras clave: estrategias; gerentes; gestión gastronómica; habilidad comercial; marketing

ABSTRACT

Social networks have grown exponentially and have a significant impact at the social level, in this sense, taking advantage of their use and characteristics can be beneficial for the transfer of knowledge to entrepreneurs in the gastronomic sector and boost business in the field. The objective of the research was to determine the effect of an educational program based on social networks in the generation of commercial skills in restaurant owners in the district of Tarapoto. The research design was pre-experimental, quantitative, to 20 managers from different restaurants, whom we trained to improve their commercial skills based on social networks, later we designed and applied a survey to determine the achievement of the skills. We obtained as results, 35 and 50% of the managers achieved regular and high commercial competitions. We conclude that the application of an educational program based on social networks has a positive impact on the generation of commercial skills in restaurant owners in the district of Tarapoto.

Keywords: business skills; gastronomic management; managers; marketing; strategies



1. INTRODUCCIÓN

A nivel mundial las empresas necesitan generar vínculos positivos con los clientes, para ello el conocer sus preferencias y expectativas se ha vuelto indispensable para la venta de productos y/o servicios (Mendoza Gutierrez y Loaiza Torres, 2021). Sin embargo, la inadecuada planeación estratégica, los débiles procesos operativos y los problemas administrativos, generan riesgos y efectos negativos en las actividades comerciales de los distintos sectores empresariales (Brito Gómez, 2018). Entre ellos, el sector gastronómico, donde lograr la calidad de lo ofertado ha tomado protagonismo y un reto para sobrevivir en el mercado y al fenómeno de la globalización (Monroy Ceseña & Urcádiz Cázares, 2018).

Asimismo, el contexto de la pandemia ocasionada por el COVID-19, ha traído consigo, para el caso de la pequeña y mediana empresa (PYMES) impactos negativos, como la reducción de ventas y pérdida de la cuota del mercado (Bullemore-Campbell & Cristóbal-Fransi, 2021). Para revertir dicha situación, las PYMES han tenido que implementar estrategias operacionales y de marketing, con el fin de satisfacer los nuevos requerimientos de los clientes y así poder mantener sus metas financieras (García-Contreras et al., 2021). Además, García-Madurga et al., (2021) señalan que en tiempos de COVID la tecnología se convirtió en la mejor herramienta para asegurar la supervivencia de distintos sectores empresariales.

En tal sentido, las empresas deben trabajar en función a mejorar las estrategias y mecanismos que ayuden al acceso y búsqueda de información, todo en fusión con la tecnología, considerado el aliado indiscutible del éxito de empresarial (Cuenca-Fontbona et al., 2020), Además, en pleno siglo XXI el estatus tecnológico de una empresa puede determinar la eficacia de la misma en los mercados productivos (Ollivier Fierro et al., 2021).

Entonces, la innovación tecnológica permite utilizar los recursos existentes de la empresa de manera sistematizada, mejorando la capacidad de gestión del negocio, considerando el entorno y factores intervinientes (Terán Bustamante et al., 2019). Por lo que, dicha innovación representa un eslabón fundamental para superar los desafíos de la economía globalizada y cambiante (Hernández et al., 2017). Sin embargo, Buenrostro Mercado & Hernández Eguiarte (2019) manifiestan que las MYPES son el grupo de empresas que tienen mayores brechas para adquirir infraestructura tecnológica debido a los reducidos presupuestos que manejan.

Bajo ese contexto, la herramienta tecnológica que se acomoda más a la situación económica que manejan las PYMES son las redes sociales, que poseen gran eficacia e impacto comunicativo, facilitan los procesos comerciales y sobre todo está dirigida a cualquier tipo de público sin la necesidad de estar centrada en algún tema específico (Trejos-Gil, 2020). Según, (Bricio Samaniego et al., 2018) las redes sociales como Facebook, Instagram, LinkedIn, Twitter, WhatsApp, entre otras, se han convertido en el principal medio para llegar al cliente, generando nuevas capacidades y competencias para los propietarios de las empresas a fin de poder comercializar productos o servicios.

Entonces las redes sociales se convierten en la herramienta que permite las transferencias de conocimiento, donde gracias a sus características, permiten detectar oportunidades dentro de los mercados internacionales, nacionales y locales a fin de mejorar capacidades empresariales (Sampedro Guamán et al., 2021). Además, Cho et al. (2020) y Zurita-Mézquita et al. (2021) mencionan que la inclusión de las redes sociales en el mundo empresarial representa una estrategia mercadológica con fines de construir y posicionar la imagen de la marca.

Perdigón Llanes et al. (2018) señalan que las principales estrategias de comercio electrónico y marketing digital en conjunto con las redes sociales, fortalecen la interacción con los clientes y se pone a la par del constante crecimiento del Internet en plena era digital, donde el sector turismo es uno de los grandes beneficiados, especialmente el sector gastronómico, ya que por estudios quedó demostrando que el 32% de los consumidores usan redes sociales para la búsqueda de información sobre comida, restaurantes y

precios (Falcão Durão et al., 2017). En ese sentido, las redes sociales permiten la expansión de información para los clientes y la generación de nuevos conocimientos para los propietarios de los negocios, finalmente logrando cumplir los niveles de satisfacción y aceptación del producto ofertado (Sanchez-Johnson et al. (2021) y Zumba-Zuniga et al. (2021).

En el Perú, gracias a la información mostrada por la Comisión de Promoción del Perú para la Exportación y el Turismo (PROMPERÚ), el 84% de visitas de turistas al país son promovidas por la información registrada en el Internet, específicamente las redes sociales, convirtiendo a dicha herramienta en un elemento indispensable para el sector turístico (Carpio Maraza et al., 2019). Se recalca que el sector gastronómico representa a la actualidad uno de los fuertes del concepto turístico, proporcionando ingresos económicos para las empresas que a su vez logran posicionarse competitivamente en el mercado, donde adaptarse a los cambios y manejar la empresa con las herramientas adecuadas ayudará a la toma de decisiones positivas (Salazar Duque & Burbano Argoti, 2017). Además, en el Perú el desarrollo de la gastronomía, presenta beneficios socioeconómicos (Aguilar Jara, 2018).

Tras lo mencionado el estudio tuvo el objetivo de determinar el efecto de un programa educativo basado en redes sociales en la generación de competencias comerciales en los propietarios de restaurantes del distrito de Tarapoto, Perú.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio tuvo un diseño pre-experimental, de corte cuantitativo. La población estuvo constituida por 56 generantes de empresas (restaurantes) que se encontraron registrados Dirección Regional de Comercio Exterior y Turismo - San Martín (DIRCETUR) hasta el año 2020. La muestra se constituyó por 20 gerentes de diferentes restaurantes del distrito de Tarapoto, que se obtuvo mediante muestreo no probabilístico por conveniencia.

Para el caso del programa educativo basado en redes sociales, se diseñó en base de la propuesta metodológica de Marciniak (2017), compuesta de seis fases para el diseño de un programa o curso virtual: análisis del problema educativo; justificación y objetivos del proyecto; propuesta de perspectivas del proyecto; planificación pedagógica, operativa y económica; estimación de resultados operados; y evaluación y seguimiento del proyecto.

Asimismo, para la recopilación de datos se diseñó un instrumento tipo cuestionario denominado "Encuesta para evaluar las competencias comerciales en restaurantes del distrito de Tarapoto", para el diseño del instrumento, partimos del análisis del estudio de Miranda-Torrez (2021), quien propuso un marco teórico sobre las acciones competitivas a tomar para el desempeño organizacional bajo la dinámica competitiva. También consideramos el estudio de Silva-Treviño et al. (2021), quienes indican los puntos a considerar, para garantizar la calidad del servicio brindado y generar satisfacción en el cliente; así como también el estudio de Rosado Salgado & Osorio Londono (2020), quienes hablan sobre tres dimensiones a estudiar para generar ventajas innovadoras en los modelos de negocios. De tal manera el instrumento se conformó por 5 dimensiones y 20 indicadores, con escala de preguntas tipo Likert con cinco categorías de respuestas (1= nunca; 2= casi nunca; 3= a veces; 4= casi siempre; y 5= siempre), la puntuación estuvo comprendida entre 20 y 100 puntos, con un Alfa de Cronbach de 0,92 y juicio de expertos de 4,82. El puntaje obtenido se categorizó en nivel de competencias comerciales bajo, regular y alto.

Finalmente, los datos fueron tabulados en la herramienta Excel, para mantener el orden. Posteriormente se empleó el software de estadística SPSS v24, para el procesamiento estadístico de los datos. El análisis de los datos consistió en una prueba de Shapiro-Wilk para validar la distribución de normalidad, considerando que los datos tuvieron distribución normal, aplicamos la prueba estadística T-Student para muestras relacionadas, ya que se encuestó a 20 individuos (gerentes de diferentes restaurantes del distrito de Tarapoto).

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados se organizaron de la siguiente manera para lograr el cumplimiento del objetivo planteado:

Competencias comerciales

En base a las respuestas obtenidas del instrumento de recolección de datos del pretest y postest sobre las competencias comerciales, se realizó un análisis estadístico descriptivo de los valores obtenidos, donde se categorizaron los puntajes (Tabla 1).

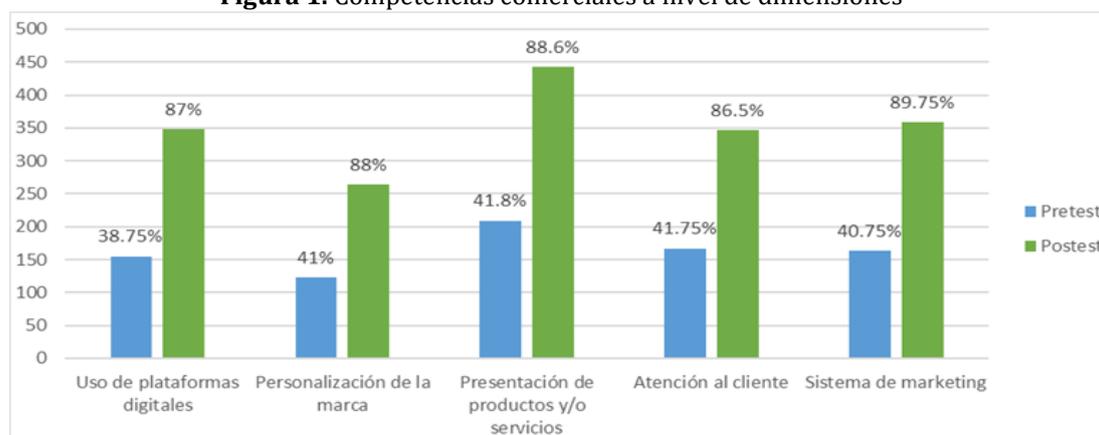
Tabla 1. Categorización de los resultados de las competencias comerciales

Logro de competencias	Antes		Después	
	Nº de gerentes	Porcentaje (%)	Nº de gerentes	Porcentaje (%)
Baja	7	35	3	15
Regular	9	45	7	35
Alta	4	20	10	50
Total	20	100	20	100

Se puede evidenciar en el caso del antes, respecto al logro de las competencias comerciales la categoría de baja comprensión con el 35% y la categoría regular comprensión con el 45%, representan predominancia, mostrando limitados conocimientos o deficientes competencias comerciales. Mientras que después la categoría con mayor comprensión fue alta con 50%, evidenciando mejoras en las competencias comerciales basadas en redes sociales. Como en el estudio (Sampedro Guamán et al., 2021), el 53% de las empresas que emplearon adecuadamente sus conocimientos y manejo de redes sociales logrando resultados positivos en sus actividades comerciales.

Asimismo, para tener mayor detalle de los resultados obtenidos respecto a las competencias comerciales en la recolección de datos tras la aplicación del instrumento, se dividió la variable en cinco dimensiones: uso de plataformas digitales; personalización de la marca; presentación de productos y/o servicios; atención al cliente; y sistema de marketing. Donde se obtuvieron los valores mostrados en la figura 1, que a nivel de estadística descriptiva muestran información porcentual de los puntajes obtenidos por cada dimensión el antes y después de la aplicación del programa educativo.

Figura 1. Competencias comerciales a nivel de dimensiones



Se evidencia que todas las dimensiones evaluadas tienen aumento significativo entre el pretest y postest. Así como señalan Cho et al. (2020) las redes sociales tienen un impacto positivo significativo en la eficiencia y operativa de una empresa y pueden ser una fuente de recursos de conocimientos estratégicos que crean ventajas competitivas. Asimismo, en el estudio de Zumba-Zuniga et al. (2021) los resultados mostraron que

la gestión de la innovación y las redes sociales promueven la colaboración y el conocimiento de los actores turísticos convirtiéndose claves para la gestión más eficiente de las empresas.

Sin embargo, si bien la estadística descriptiva muestra el impacto significativo del programa educativo basado en redes sociales en la adquisición de competencias comerciales, se realizaron pruebas de estadísticas inferencial con la finalidad de que los resultados mostrados tengan mayor peso y que ningún otro factor ajeno a la investigación haya influido en la obtención de resultados.

Para ello, primero se realizó la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk, debido al número de la muestra equivalente a 20 individuos. Obteniendo como resultado la distribución normal de los datos, ya que el valor de p era mayor a 0,05 para el caso del pretest $p=0,140$ y posttest $=0,063$. Una vez comprobada la normalidad de los datos, se procedió a realizar la prueba t de Student, a nivel general de los valores obtenidos (Tabla 2) y a nivel específico por dimensión evaluada en las competencias comerciales (Tabla 3).

Tabla 2. Prueba de t de Student del pre y postest

Tipo de test	Media		t	gl	Significancia 0,05	Decisión
	Pretest 40,85	Postest 88				
Pre-Post	-47,15		- 59,016	19	0,000	Se rechaza H_0 y se acepta H_1

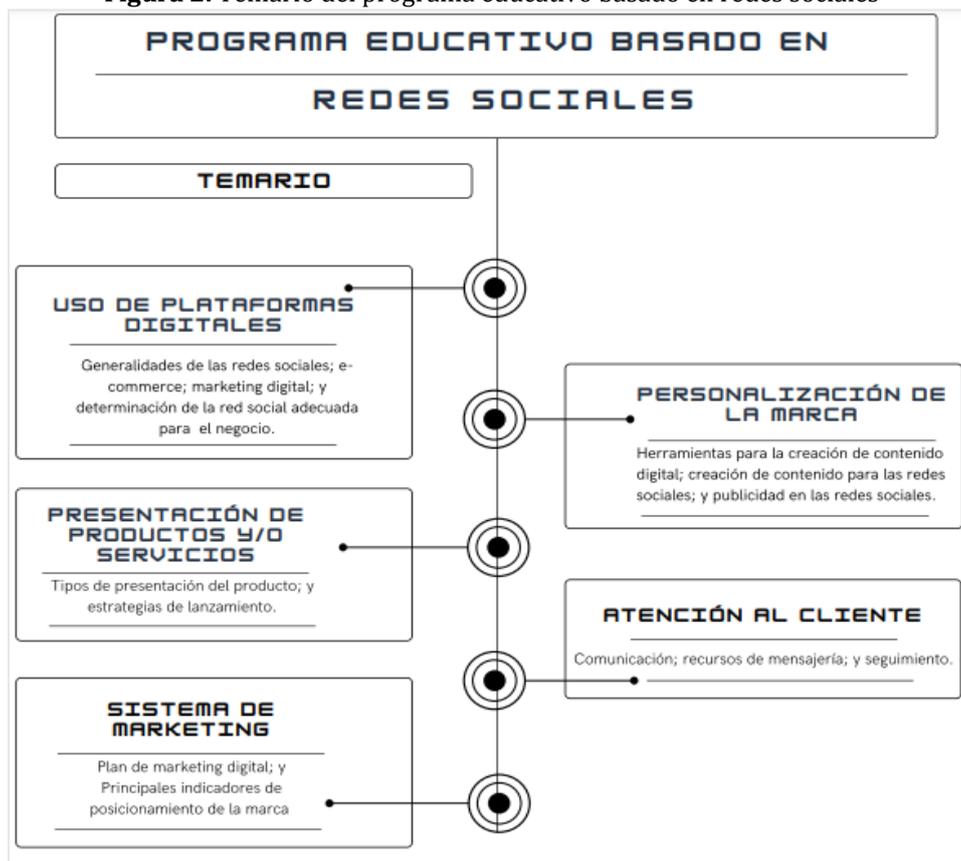
A partir de la información mostrada en la Tabla 2, tenemos como resultado una diferencia significativa en las medias de las competencias comerciales antes y después del programa educativo, por lo que se rechaza la hipótesis nula debido a que el valor de la significancia es $< \alpha=0,05$, por lo tanto, se puede afirmar que el programa educativo basado en redes sociales si influyo en la mejora de las competencias comerciales de los propietarios de restaurantes del distrito de Tarapoto. Así como en el estudio de Sanchez-Johnson et al., (2021) donde la generación de nuevos conocimientos para los propietarios de los negocios, logró establecer una mejor estrategia mercadotécnica donde las redes sociales fue el principal protagonista. Además, Terán Bustamante et al. (2019) y Zurita-Mézquita et al. (2021) mencionan que los cambios representan el aprovechamiento de la innovación tecnológica con la finalidad de posicionar a la marca en el mercado.

Programa educativo basado en redes sociales

Los restaurantes del distrito de Tarapoto, tiene la necesidad de brindar un servicio de calidad, donde para ello necesitan emplear técnicas y estrategias, que permitan gestionar adecuadamente las acciones que contribuyan al curso normal del negocio. Esta conceptualización se encuentra ligada a las herramientas digitales, que, debido a su versatilidad e introducción en el mundo empresarial, pueden ayudar al desarrollo de capacidades o habilidades empresariales Sampedro Guamán et al. (2021) y Zurita-Mézquita et al. (2021).

En base a lo mencionado, apoyados del análisis de los estudios Perdígón Llanes et al. (2018); Salazar Duque & Burbano Argoti (2017); Trejos-Gil (2020), se construyó el temario a considerar, para la formación de las competencias comerciales de la muestra en estudio (Figura 2). Asimismo, la elaboración de los puntos a tratar es parte del resultado de la lógica de la Fase IV: Planificación pedagógica, operativa y económica del modelo de Marciniak, (2017).

Figura 2. Temario del programa educativo basado en redes sociales



El temario fue creado con la finalidad de generar competencias comerciales basadas en redes sociales. En ese sentido, Sanchez-Johnson et al., (2021) señalan que es necesario establecer mecanismos que permitan crear y/o expandir conocimientos ligados a las competencias comerciales, y mejor si se usan las redes sociales como una estrategia de mercadotecnia. Además, Cuenca-Fontbona et al., (2020), mencionan que la tecnología se ha convertido en un medio para acumular nuevos aprendizajes, generar otra visión del negocio y de cómo desenvolverse en los nuevos retos del marcando aprovechando las bondades informáticas disponibles.

4. CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos, concluimos que el programa educativo basado en redes sociales ha influido de manera positiva en las competencias comerciales de los gerentes de los restaurantes del distrito de Tarapoto.

La aplicación del programa educativo basado en redes sociales, se realizó de manera satisfactoria. Asimismo, se recalca que las dimensiones abarcadas en el estudio, sirvieron como elemento principal para poder conceptualizar teóricamente a detalle los puntos a considerar en el temario empleado en el programa.

El temario diseñado y aplicado en la investigación puede ser utilizado en cualquier otro estudio de la temática abordada, debido a la generalidad de los puntos considerados en la capacitación de competencias comerciales basadas en redes sociales.

FINANCIAMIENTO

Ninguno.

CONFLICTO DE INTERESES

No existe ningún tipo de conflicto de interés relacionado con la materia del trabajo.

CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES

Conceptualización, curación de datos, análisis formal, investigación, metodología, supervisión, validación, redacción - borrador original, redacción - revisión y edición: Rubio-Oliveira, J.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilar Jara, N. (2018). La gastronomía peruana patrimonio cultural: material e inmaterial, genera desarrollo socioeconómico en la provincia de Huánuco. *Investigación Valdizana*, 10(4), 190–193. <http://revistas.unheval.edu.pe/index.php/riv/article/view/82>
- Bricio Samaniego, K., Calle Mejía, J., & Zambrano Paladines, M. (2018). El marketing digital como herramienta en el desempeño laboral en el entorno ecuatoriano: estudio de caso egresados de la Universidad de Guayaquil. *Revista Universidad y Sociedad*, 10(4), 103–109. <https://rus.ucf.edu.cu/index.php/rus/article/view/984>
- Brito Gómez, D. (2018). El riesgo empresarial. *Revista Universidad y Sociedad*, 10(1), 269–277. <https://rus.ucf.edu.cu/index.php/rus/article/view/806>
- Buenrostro Mercado, H. E., & Hernández Eguiarte, M. del C. (2019). La incorporación de las TIC en las empresas. Factores de la brecha digital en las Mipymes de Aguascalientes. *Economía Teoría y Práctica*, 27(50), 101–124. <https://doi.org/10.24275/etypuam/ne/502019/buenrostro>
- Bullemore-Campbell, J., & Cristóbal-Fransi, E. (2021). La dirección comercial en época de pandemia: el impacto del covid-19 en la gestión de ventas. *Información Tecnológica*, 32(1), 199–208. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642021000100199>
- Carpio Maraza, A., Hanco Gomez, M. S., Cutipa Limache, A. M., & Flores Mamani, E. (2019). Estrategias del marketing viral y el posicionamiento de marca en los restaurantes turísticos de la Región de Puno. *Comuni@cción*, 10(1), 70–80. <https://doi.org/10.33595/2226-1478.10.1.331>
- Cho, Y. S., Edevbie, N., Lau, A. K. W., & Hong, P. C. (2020). The Impact of Social Media Technologies on Supplier and Customer Relationship Management: An Empirical Analysis in the U.S. *IEEE Access*, 8, 220878–220888. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.3043143>
- Cuenca-Fontbona, J., Matilla, K., & Compte-Pujol, M. (2020). Digital transformation of public relations and communication departments of a sample of Spanish companies. *Revista de Comunicacion*, 19(1), 75–92. <https://doi.org/10.26441/RC19.1-2020-A5>
- Falcão Durão, A., dos Santos, A. J., Avelino, M. R., & Borba da Mota Silveira, C. (2017). Comiendo virtualmente con los ojos: Un estudio sobre el uso de Instagram por parte de los prestadores de servicios turísticos de gastronomía de Recife (Brasil). *Estudios y Perspectivas En Turismo*, 26(4). http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1851-17322017000400011
- García-Contreras, R., Valle-Cruz, D., & Canales-García, R. A. (2021). Selección organizacional: resiliencia y desempeño de las pymes en la era de la COVID-19. *Estudios Gerenciales*, 37(158), 73–84. <https://doi.org/10.18046/J.ESTGER.2021.158.4291>
- García-Madurga, M. Á., Grilló-Méndez, A. J., & Morte-Nadal, T. (2021). La adaptación de las empresas a la realidad COVID: una revisión sistemática. *RETOS. Revista de Ciencias de La Administración y Economía*, 11(21), 55–70. <https://doi.org/10.17163/RET.N21.2021.04>

- Hernández, H. G., Cardona, D. A., & Del Rio, J. L. (2017). Direccionamiento Estratégico: Proyección de la Innovación Tecnológica y Gestión Administrativa en las Pequeñas Empresas. *Información Tecnológica*, 28(5), 15–22. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642017000500003>
- Marciniak, R. (2017). Propuesta metodológica para el diseño del proyecto de curso virtual: aplicación piloto. *Apertura (Guadalajara, Jal.)*, 9(2), 74–95. <https://doi.org/10.32870/AP.V9N2.991>
- Mendoza Gutierrez, L. F., & Loaiza Torres, J. S. (2021). Análisis del compromiso y la satisfacción del cliente interno de la UCB Tarija mediante el modelo de ecuaciones estructurales (SEM). *Revista Investigación y Negocios*, 14(23), 77–87. <https://doi.org/https://doi.org/10.38147/invneg.v14i23.129>
- Miranda-Torrez, J. (2021). Acciones competitivas y desempeño organizacional en la perspectiva dinámica competitiva. *Investigación Administrativa*, 50(127), 1–17. <https://doi.org/10.35426/IAV50N127.10>
- Monroy Ceseña, M. A., & Urcádiz Cázares, F. J. (2019). Calidad en el servicio y su incidencia en la satisfacción del comensal en restaurantes de La Paz, México. *Investigación Administrativa*, 48(123). http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2448-76782019000100006
- Ollivier Fierro, J. Ó., Martínez Ramos, P. J., & Domínguez Alcaraz, I. (2021). Madurez tecnológica e innovación en empresas mexicanas. *Investigación Administrativa*, 50(128), 1–24. <https://doi.org/10.35426/IAV50N128.09>
- Perdigón Llanes, R., Viltres Sala, H., & Madrigal Leiva, I. R. (2018). Estrategias de comercio electrónico y marketing digital para pequeñas y medianas empresas. *Revista Cubana de Ciencias Informáticas*, 12(3), 192–208. <https://rcci.uci.cu/?journal=rcci&page=article&op=view&path%5B%5D=1713>
- Rosado Salgado, L. A., & Osorio Londono, A. A. (2020). El impacto del modelo de negocios en las capacidades dinámicas. *Revista de Economía Del Caribe*, 25, 66–81. <https://doi.org/10.14482/ECOCA.25.362.1>
- Salazar Duque, D., & Burbano Argoti, C. (2017). Análisis de la oferta gastronómica, una perspectiva comercial a través del marketing de servicios: Caso sector La Rumipamba, Pichincha, Ecuador. *Revista Interamericana de Ambiente y Turismo*, 13(1), 2–14. <https://doi.org/10.4067/S0718-235X2017000100002>
- Sampedro Guamán, C. R., Palma Rivera, D. P., Machuca Vivar, S. A., & Arrobo Lapo, E. V. (2021). Transformación digital de la comercialización en las pequeñas y medianas empresas a través de redes sociales. *Revista Universidad y Sociedad*, 13(3). http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2218-36202021000300484
- Sanchez-Johnson, W. P., Pacheco-Molina, A. M., & Alban-Alcivar, J. A. (2021). La base de datos usuario-clientes de las redes sociales como estrategias de mercadotecnia. *Digital Publisher CEIT*, 6(3), 346–367. <https://doi.org/10.33386/593dp.2021.3.591>
- Silva-Treviño, J. G., Macías-Hernández, B. A., Tello-Leal, E., & Delgado-Rivas, J. G. (2021). La relación entre la calidad en el servicio, satisfacción del cliente y lealtad del cliente: un estudio de caso de una empresa comercial en México. *CienciaUAT*, 15(2), 85–101. <https://doi.org/10.29059/cienciauat.v15i2.1369>
- Terán Bustamante, A., Dávila Aragón, G., & Castañón Ibarra, R. (2019). Gestión de la tecnología e innovación: un Modelo de Redes Bayesianas. *Economía: Teoría y Práctica*, 27(50), 63–100. <https://doi.org/10.24275/ETYP/AM/NE/502019/TERAN>
- Trejos-Gil, C. A. (2020). Pertinencia del marketing digital en las empresas de Aburrá Sur. *Revista EAN*, 88, 81–101. <https://doi.org/10.21158/01208160.N88.2020.2696>

Zumba-Zuniga, M. F., Toledo-Macas, R. K., & Martinez-Fernandez, V. A. (2021). Management of innovation and social networks in tourism companies: Descriptive theoretical approach of its adoption and use. *CISTI*. <https://doi.org/10.23919/CISTI52073.2021.9476458>

Zurita-Mézquita, E. C., Berttolini-Díaz, G. M., & Barroso-Tanoira, F. G. (2021). Redes sociales en la micro, pequeña y mediana empresa. *Revista Cubana de Ciencias Informáticas*, 15(4). [https://rcci.uci.cu/?journal=rcci&page=article&op=view&path\[\]=2193](https://rcci.uci.cu/?journal=rcci&page=article&op=view&path[]=2193)



Competencias digitales en Mypes de la región San Martín, Perú

Digital skills in Mypes in the San Martín region, Peru

Erazo-Panduro, Marx¹

Cárdenas-García, Ángel^{1*}

Ruiz-Cueva, John¹

García-Castro, Juan Carlos¹

Torres-Delgado, Wilson¹

Tuesta-Estrella, José¹

¹Universidad Nacional de San Martín, Tarapoto, Perú.

Recibido: 18 May. 2022 | **Aceptado:** 25 Jun. 2022 | **Publicado:** 20 Jul. 2022

Autor de correspondencia*: acardenasg@unsm.edu.pe

Como citar este artículo: Erazo-Panduro, M., Cárdenas-García, A., Ruiz-Cueva, J., García-Castro, J. C., Torres-Delgado, W. & Tuesta-Estrella, J. (2022). Competencias digitales en Mypes de la región San Martín, Perú. *Revista científica de sistemas e informática*, 2(2), e385. <https://doi.org/10.51252/rcsi.v2i2.385>

RESUMEN

Poseer competencias digitales es una necesidad que las Mypes están obligadas a tener en el mercado actual cambiante, en donde el comercio se ha visto influenciado por las TIC. En este sentido, el objetivo del estudio fue determinar el nivel de las competencias digitales de las Mypes peruanas de la región San Martín en época de pos covid-19. Para ello, se realizó una investigación básica de nivel descriptivo y diseño no experimental transversal. Participaron 63 Mypes, las cuales respondieron una encuesta validada y confiabilizada. Los resultados mostraron que el nivel de conocimiento del funcionamiento genérico de las herramientas digitales fue medio en 51%, alto en 30 % y bajo en 19 %; el nivel de conocimiento de las herramientas digitales fue medio en 38%, alto en 33% y bajo en 29 %; el nivel de uso de las herramientas digitales fue medio en 63%, alto en 24% y bajo en 13%; además el nivel de acceso a la información digital fue medio en 48%, bajo en 35% y alto en 17%. Concluyendo que el nivel de competencias digitales en Mypes de San Martín es regular.

Palabras clave: acceso a información; funcionamiento; herramientas digitales; utilidad

ABSTRACT

Possessing digital skills is a necessity that Mypes are obliged to have in the current changing market, where commerce has been influenced by TIC. In this sense, the objective of the study was to determine the level of digital skills of Peruvian Mypes in the San Martín region in the post-Covid-19 era. For this, a basic descriptive level research and non-experimental cross-sectional design was carried out. 63 Mypes participated, which answered a validated and reliable survey. The results showed that the level of knowledge of the generic operation of digital tools was medium in 51%, high in 30% and low in 19%; the level of knowledge of digital tools was medium in 38%, high in 33% and low in 29%; the level of use of digital tools was medium in 63%, high in 24% and low in 13%; in addition, the level of access to digital information was medium in 48%, low in 35% and high in 17%. Concluding that the level of digital skills in Mypes de San Martín is regular.

Keywords: access to information; operation; digital tools; usefulness



1. INTRODUCCIÓN

La pandemia de la Covid-19 ha impactado en la economía global, siendo los más afectados las Micro y Pequeñas Empresas (Mypes), quienes evidenciaron vulnerabilidad digital ante las actuales demandas de los consumidores (Esteban-Navarro et al., 2020). De acuerdo a Inga-Ávila et al. (2022), las Mypes de diferentes sectores tuvieron que ajustar sus procesos para permanecer en el mercado competitivo mediante la articulación de políticas tecnológicas y mejora de capacidades de reacción y adaptación.

En este marco, los recursos humanos – propietarios, gerentes o empleados – han experimentado barreras para afrontar el comercio cambiante; exhibiendo deficientes habilidades y capacidades en el uso de las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC), sea para el trabajo remoto, implementación de tecnologías de información, generación de mecanismos de comunicación, o gestión de relaciones con los clientes y proveedores (Cuesta Santos & Lopes Martínez, 2020; Guzmán Duque & Gutiérrez Rojas, 2018; Inga-Ávila et al., 2022)

Según Vizalote-Rodríguez (2022), mediante una revisión sistemática, la incertidumbre de las Mypes de reemplazar la mano de obra por las tecnologías de la información obstaculiza la automatización o sistematización de los procesos, generando baja productividad, flexibilidad y sostenibilidad. Realidad que puede deberse a los desafíos que conlleva la implementación de herramientas digitales como la vulnerabilidad a delitos informáticos, violación de datos sensibles, mayor inversión, reducción de valor de mercado, etc.

En México, Cruz Coria (2021), afirma que gran parte de los microempresarios tuvieron dificultades para hacer frente a la situación de la pandemia, teniendo complicaciones para el desarrollo de estrategias empresariales que adoptaran el uso de soluciones digitales para comercializar sus productos o servicios; como el uso de las redes sociales o sistemas de ventas por internet, ocasionando incluso el cierre comercial; dado a las bajas competencias digitales de los propietarios que reflejaron en sus organizaciones ineficiencia para afrontar la adversidad.

En el contexto peruano, Osorio Chavez et al. (2022), manifiestan que más del 50% de las organizaciones no han logrado posicionarse en el mercado debido a la baja práctica del uso de herramientas digitales, específicamente del marketing digital, poniendo en riesgo su permanencia en el mercado. Los autores aluden asimismo que el impacto de la pandemia aún persiste, y son las Mypes quienes deben implementar buenas prácticas de comercio digital a fin de optimizar el desempeño empresarial.

Ahora bien, las Mypes en el Perú, para el 2020, alcanzaron ventas equivalentes al 8% del PBI, dirigidos por el 95% de los empleadores. La región San Martín, presentó una correlación alta entre el índice de capacidad formal y el desempeño financiero, siendo una de los departamentos con aumento de ingresos de ventas y formalización de negocios (COMEXPERU, 2020). Sin embargo, se desconoce actualmente información que refleje las capacidades de los propietarios para la adopción y manejo de las TIC, incorporación en sus procesos y mejora de la productividad empresarial.

Bajo este panorama, el estudio buscó determinar el nivel de las competencias digitales de las Mypes peruanas de la región San Martín en época de pos covid-19, enfocado en el conocimiento del funcionamiento genérico de las TIC, conocimiento de herramientas digitales específicas, uso de herramientas tecnológicas y acceso a la información.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Se optó por una investigación básica de nivel descriptivo, no experimental de corte transversal, ya que se propuso fortalecer y ampliar teorías existentes, las variables no fueron controladas y los datos se recopilaban en un único momento (Hernandez Sampieri et al., 2014).

La población muestral consistió en 63 Mypes de la región San Martín registrados en la Cámara de Comercio, Producción y Turismo de San Martín. La técnica utilizada fue la encuesta y el instrumento un cuestionario online; que recopilaban información sobre el conocimiento del funcionamiento genérico de las TIC, conocimiento de herramientas digitales específicas, uso de herramientas tecnológicas y acceso a la información; distribuidos en 20 ítems con escala de respuesta ordinal (1-5).

Los instrumentos fueron validados por expertos y confiabilizados mediante Alpha de Cronbach. Se elaboraron baremos para la presentación de los datos a través de la estadística descriptiva. Los datos se organizaron en Excel 2016 y fueron procesados en el programa SPSS versión 25.

3. RESULTADOS

El 51% de las Mypes presentó nivel de conocimiento medio respecto al funcionamiento genérico de las TIC, el 30% nivel alto y el 19% nivel bajo (Tabla 1). Esto indica que más de la mitad de las empresas de la región San Martín tienen cierto nivel de conocimiento sobre el manejo de una computadora, realizar impresiones, acceder y hacer búsquedas por internet y realizar actividades de mantenimiento de equipos de cómputo.

Tabla 1. Conocimiento del funcionamiento genérico

Conocimiento	Escala	N° encuestados	% encuestados
Bajo	5 a 8	12	19%
Medio	9 a 12	32	51%
Alto	13 a 15	19	30%
Total		63	100%

En cuanto al nivel de conocimiento de las herramientas digitales, el 38% de las Mypes señaló nivel medio, el 33% nivel alto y el 29% nivel bajo (Tabla 2). Es decir, se ha demostrado que la mayoría de las empresas presentan nivel regular de conocimiento sobre herramientas como la ofimática Word o Excel, así como enviar correos electrónicos mediante programas Gmail u Outlook, además, emplean Google drive y Trello para gestionar archivos y notas. Por otro lado, con menor medida existen empresas que ignoran estas herramientas por lo que pierden ventaja en comparación con las demás.

Tabla 2. Conocimiento de las herramientas digitales

Conocimiento	Escala	N° encuestados	% encuestados
Bajo	5 a 8	18	29%
Medio	9 a 12	24	38%
Alto	13 a 15	21	33%
Total		63	100%

Respecto al nivel de uso de las herramientas digitales, el 63% de Mypes indicaron un nivel medio, el 24 % nivel alto y el 13 % nivel bajo. Se reconoce que las empresas de la región San Martín hacen uso regular de herramientas como las redes sociales Facebook Business, Instagram para negocios, WhatsApp business para interactuar con los clientes y realizar ventas, compras, citas etc.; también herramientas como Yape y Plin, para realizar cobros a sus clientes y pagos a sus proveedores. Se presentaron casos de empresas que no usan estas herramientas por desconocimiento o porque no las consideran útil.

Tabla 3. Uso de las herramientas digitales

Uso	Escala	N° encuestados	% encuestados
Bajo	5 a 8	8	13%
Medio	9 a 12	40	63%
Alto	13 a 15	15	24%
Total		63	100%

Correspondiente al nivel de acceso a la información digital, el 48% de la Mypes presentaron un nivel medio, el 35% nivel bajo y el 17% nivel alto. Se reconoció que las empresas tienen nivel regular de acceso a la información mediante telefonía móvil, datos móviles y conexión a internet. Este indicador es pertinente porque el acceso a la información asegura la comunicación con clientes y proveedores, sin embargo, existe regular porcentaje de empresas que no acceden a ello debido a la deficiente cobertura de las tecnologías.

Tabla 4. Acceso a la información digital

Acceso	Escala	N° encuestados	% encuestados
Bajo	5 a 8	22	35%
Medio	9 a 12	30	48%
Alto	13 a 15	11	17%
Total		63	100%

Finalmente, se determinó que el nivel de competencias digitales en 52% de las Mypes encuestadas fue medio, en 27% alto y 21% bajo (Tabla 5). Estos resultados indican que gran proporción de las empresas tiene cierto nivel de competitividad en el aspecto digital. Después de ello, hay empresas que aprovechan muy bien las herramientas digitales y por ende tienen alta competitividad digital. Sin embargo, es importante recalcar que, a la competitividad alta, le sigue una baja competitividad debido a que existen empresas que no conocen y hacen uso de las herramientas digitales, por falta de cobertura o porque creen que no es relevante para el funcionamiento y la dirección empresarial.

Tabla 5. Competencias digitales

Competencias	Escala	N° encuestados	% encuestados
Bajo	20 a 33	13	21%
Medio	34 a 47	33	52%
Alto	48 a 60	17	27%
Total		63	100%

4. DISCUSIÓN

Los resultados indican la oportunidad para que las empresas orientadas a la formación digital de personas y organizaciones gestionen contenidos y capacitaciones para Mypes. Asimismo, debido a que la tecnología es muy importante para el desarrollo empresarial y competitividad de la región, como lo señalan Lissitsa et al. (2017), que la tecnología inclusive modifica las interacciones humanas y la forma de percibir la realidad inmediata. Gracias a este cambio en la percepción de la realidad de las personas es que las empresas deben innovar y para ello es pertinente que los gerentes y el personal mejoren su nivel de conocimiento sobre las herramientas digitales y su entorno.

Sin duda alguna, para aquellas empresas que conocen el funcionamiento de las herramientas digitales sus procesos pueden mejorar en comparación con los que no tienen mayor conocimiento. Este resultado guarda relación con el estudio de Jalil Naji (2018) que manifiesta que la adquisición de nuevas habilidades y competencias de forma continua es resultado de una alta demanda a raíz de la última revolución tecnológica.

En cuanto al nivel de conocimiento sobre las herramientas digitales de las Mypes de la región San Martín, estas tienen un nivel medio con un 38% seguido por un nivel alto con un 33% y un nivel bajo con un 29%. Se logró demostrar que no existe diferencia entre la cantidad de empresas que tienen o no conocimiento sobre las herramientas digitales. Sin embargo, la mayoría presentan conocimiento regular, de ahí es que, estas empresas necesitan fortalecer sus competencias tecnológicas. Este hallazgo se relaciona con el estudio de Guzmán Duque & Gutiérrez Rojas (2018), quienes mencionan que las condiciones actuales para el desarrollo de las empresas necesitan de la apropiación de las TIC que les permitan generar ventaja

competitiva. Y esto se logra en primer lugar, aceptando la importancia que tienen las herramientas digitales en una organización.

Respecto al uso de las herramientas digitales, se encontró que las Mypes usan a un nivel medio con un 63% seguido por un nivel alto (24%) y bajo (13%). Acá existe una amplia diferencia entre la cantidad que tienen un uso mayor al promedio que es favorable para el desarrollo organizacional y de la sociedad en su conjunto. No obstante, también es importante recalcar que las empresas que no utilizan herramientas digitales, presentan desventajas en el mercado actual cambiante. Este resultado se asemeja a lo indicado por Guzmán Duque & Gutiérrez Rojas (2018) quienes aluden que las empresas requieren prepararse para incursionar en el mercado digital. Asimismo, guarda relación con el estudio de Osorio Chavez et al. (2022), quienes señalaron que existe relación entre la competencia digital y el uso de herramientas digitales.

En cuanto al nivel de acceso a la información digital de las Mypes de la región San Martín, se encontró un nivel medio con un 48 %, seguido por un nivel bajo con un 25 % y un nivel alto en 17%. Es en esta dimensión que, sin lugar a dudas, es el nivel más bajo que presentan las empresas, debido a que es tendencia que no cuenten con acceso a la información digital, por lo que pierden oportunidades de crecimiento. Resultado que coincide con la afirmación de González Ochoa et al. (2020) respecto a que al tener acceso a información digital las posibilidades de ganar competitividad aumentan.

Este panorama refleja que las Mypes peruanas de la región San Martín carecen de competencias digitales que les permitan, en plena era de pos pandemia covid-19, adaptarse a las necesidades de los actuales consumidores, pues la digitalización se considera indispensable en los procesos comerciales y representan el factor de éxito o fracaso empresarial, tal como señala Vizalote-Rodríguez (2022), que las herramientas posibilitan no sólo la reducción de tiempo, sino también ayuda a mejorar los canales de comunicación con los clientes y proveedores, mejorar la toma de decisiones, permitir la elaboración de productos innovadores y principalmente poseer mayor control de los procesos.

5. CONCLUSIONES

Este estudio demuestra que el nivel de las competencias digitales en Mypes de la región San Martín en Perú es regular, al igual que sus dimensiones de conocimiento del funcionamiento genérico, conocimiento de herramientas digitales específicas, uso de herramientas y acceso a la información digital. Realidad que no es ajena en otros ámbitos geográficos, pues el impacto de la pandemia de la covid-19 ha puesto en descubierto los limitados accesos y disposición de las TIC en dichos sectores. Aunque este estudio pone en descubierto una realidad que afecta la productividad y competitividad de las empresas en el mercado actual, es una oportunidad para proponer investigaciones que intervengan en solucionar las deficientes competencias de Mypes mediante el fortalecimiento de capacidades y conocimiento en el manejo de herramientas digitales pertinentes para sobresalir a través de la digitalización de los procesos comerciales.

FINANCIAMIENTO

Ninguno.

CONFLICTO DE INTERESES

No existe ningún tipo de conflicto de interés relacionado con la materia del trabajo.

CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES

Conceptualización: Erazo-Panduro, M., Cárdenas-García, A., García-Castro, J. C.
Curación de datos: Torres-Delgado, W. & Ruiz-Cueva, J.

Análisis formal: García-Castro, J. C., Torres-Delgado, W. & Tuesta-Estrella, J.

Investigación: Erazo-Panduro, M., Cárdenas-García, A., Ruiz-Cueva, J., García-Castro, J. C., Torres-Delgado, W. & Tuesta-Estrella, J.

Metodología y supervisión: García-Castro, J. C. & Torres-Delgado, W.

Redacción - borrador original: García-Castro, J. C., Torres-Delgado, W. & Tuesta-Estrella, J.

Redacción - revisión y edición: Erazo-Panduro, M. & Cárdenas-García, A.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- COMEXPERU. (2020). *Las micro y pequeñas empresas en el Perú Resultados en 2020*. LAS MYPES EN 2020. <https://www.comexperu.org.pe/upload/articles/reportes/reporte-mypes-2020.pdf>
- Cruz Coria, E. (2021). Estrategias de resiliencia organizacional de las micro y pequeñas empresas turísticas de Pachuca de Soto, Hidalgo ante la COVID-19. *Nova Scientia*, 13(27). <https://doi.org/10.21640/ns.v13i27.2869>
- Cuesta Santos, A., & Lopes Martínez, I. (2020). Hacia las competencias profesionales 4.0 en la empresa cubana. *Revista Cubana De Ingeniería*, 11(1), 66–76. <https://rci.cujae.edu.cu/index.php/rci/article/view/738>
- Esteban-Navarro, M.-Á., García-Madurga, M.-Á., Morte-Nadal, T., & Nogales-Bocio, A.-I. (2020). The Rural Digital Divide in the Face of the COVID-19 Pandemic in Europe - Recommendations from a Scoping Review. *Informatics*, 7(4), 54. <https://doi.org/10.3390/informatics7040054>
- González Ochoa, A. L., Machado Ramírez, J. G., Talavera Hernández, M. E., & Sevilla Rizo, A. (2020). Influencia de las TIC en el proceso administrativo. *Revista Científica de FAREM-Estelí*, 33, 52–63. <https://doi.org/10.5377/farem.v0i33.9608>
- Guzmán Duque, A. P., & Gutiérrez Rojas, C. D. (2018). Las competencias digitales y el uso de las tecnologías sociales: el valor agregado en la comercialización en el sector calzado en Bucaramanga. *I+D Revista de Investigaciones*, 11(1), 17–27. <https://doi.org/10.33304/revinv.v11n1-2018002>
- Hernandez Sampieri, R., Fernandez Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la Investigación* (Sexta Edic). MCGRAW-HILL. <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>
- Inga-Ávila, M., Churampi-Cangalaya, R., Inga-Aliaga, M., Rodríguez-Giraldez, W., & Vicente-Ramos, W. (2022). Influence of people, processes and technology on business strategy in small enterprise in a Covid 19 environment. *International Journal of Data and Network Science*, 6(3), 779–786. <https://doi.org/10.5267/j.ijdns.2022.3.003>
- Jalil Naji, M. (2018). Industria 4.0, competencia digital y el nuevo Sistema de Formación Profesional para el empleo. *Revista Internacional y Comparada de Relaciones Laborales y Derecho Del Empleo*, 6(1), 1–35. http://ejcls.adapt.it/index.php/rlde_adapt/article/view/555
- Lissitsa, S., Chachashvili-Bolotin, S., & Bokek-Cohen, Y. (2017). Digital skills and extrinsic rewards in late career. *Technology in Society*, 51, 46–55. <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2017.07.006>
- Osorio Chavez, L. M., Octavio, E., & Yudet, D. (2022). Digital Marketing in the Hardware Business, an Opportunity for the Peruvian MYPES Positioning and Surviving over the Covid-19 Pandemic. In 13th International Conference on E-Education, E-Business, E-Management, and E-Learning (IC4E) (2022), *Association for Computing Machinery*, 392–398. <https://doi.org/10.1145/3514262.3514286>
- Vizalote-Rodríguez, G. A. (2022). Contribución de las TI en la mejora de la productividad de las PYME. *Revista Amazonía Digital*, 1(1), e164. <https://doi.org/10.55873/rad.v1i1.164>



Juego Serio para rehabilitación motora fina en niños: consideraciones de diseño y usabilidad

Serious game for fine motor rehabilitation in children: design and usability considerations

Saavedra-Parisaca, Edwin¹

Vidal-Duarte, Elizabeth^{1*}

¹Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Arequipa, Perú

Recibido: 29 May. 2022 | **Aceptado:** 10 Jul. 2022 | **Publicado:** 20 Jul. 2022

Autor de correspondencia*: evidald@unsa.edu.pe

Como citar este artículo: Saavedra-Parisaca, E. & Vidal-Duarte, E. (2022). Juego Serio para rehabilitación motora fina en niños: consideraciones de diseño y usabilidad. *Revista Científica de Sistemas e Informática*, 2(2), e405. <https://doi.org/10.51252/rcsi.v2i2.405>

RESUMEN

Los sistemas de rehabilitación basados en juegos serios se han desarrollado no solo para medir la precisión de los movimientos sino buscando motivar y lograr un mayor compromiso con los ejercicios realizados, más aún cuando los pacientes son niños. En este artículo se presenta el desarrollo un juego serio para la rehabilitación motora de niños entre 7 y 13 años. Para ello se hizo uso del dispositivo Leap Motion teniendo en cuenta los atributos de sistemas de rehabilitación virtual para terapias: aprendizaje observacional, práctica, motivación y retroalimentación; para probar la usabilidad del sistema se hizo uso del cuestionario especializado para sistemas de rehabilitación virtual para terapia Suitability Evaluation Questionary (SEQ). Los resultados mostraron la aceptación del sistema no sólo a nivel de funcionalidad sino de no presentar incomodidades en cuanto a mareos, náuseas, molestia en los ojos entre otras. El poder tener los resultados del SEQ ha permitido identificar mejoras en cuanto al diseño y consideraciones de usabilidad.

Palabras clave: miembros superiores; rehabilitación virtual; tracking óptico

ABSTRACT

Rehabilitation systems based on serious games have been developed not only to measure the precision of movements but also to motivate and achieve greater commitment to the exercises performed, even more so when the patients are children. This article presents the development of a serious game for the motor rehabilitation of children between 7 and 13 years old. For this, the Leap Motion device was used, taking into account the attributes of virtual rehabilitation systems for therapies: observational learning, practice, motivation and feedback; To test the usability of the system, the specialized questionnaire for virtual rehabilitation systems for therapy Suitability Evaluation Questionary (SEQ) was used. The results showed the acceptance of the system not only at the level of functionality but also of not presenting discomfort in terms of dizziness, nausea, eye discomfort, among others. Being able to have the results of the SEQ has made it possible to identify improvements in terms of design and usability considerations.

Keywords: superior members; virtual rehabilitation; optical tracking



1. INTRODUCCIÓN

El objetivo principal de la rehabilitación física es ayudar a la persona a volver al desempeño funcional de las actividades de la vida diaria mediante la recuperación de las habilidades motoras perdidas. Para hacerlo, los médicos especialistas buscan promover el aprendizaje motor, definido como un conjunto de procesos internos asociados con la práctica o la experiencia que conducen a cambios relativamente permanentes en la capacidad de una habilidad motora (Schmidt & Lee, 2005; Schmidt & Lee, 2005). La forma en que se organizan las condiciones de práctica dentro de las sesiones de terapia implica variables de aprendizaje motor: por ejemplo; el tipo de tarea a practicar, el orden en que se practican y el tipo de retroalimentación proporcionada (Levac et al., 2011).

Los juegos serios se definen como “juegos que están diseñados para entretener a los jugadores mientras educan, entrenan o cambian su comportamiento” (Michael & Chen, 2005; Chen et al., 2016), o juegos con el propósito de mejorar el conocimiento, las habilidades o la actitud de un individuo en el mundo real (Thompson et al., 2010). Dentro de los juegos serios se ha identificado un tipo de juegos denominados exergames (Oh & Yang, 2010), los que tienen como característica principal proporcionar entornos que responden a las acciones del usuario, lo que facilita la práctica contextual repetitiva y la retroalimentación consistente con las condiciones del usuario, para la adquisición exitosa de habilidades motoras (Miller et al., 2014).

Los juegos serios involucran diferentes tecnologías como realidad virtual, sensores, tecnologías de telecomunicaciones, interfaces hombre/computadora. Uno de estos sensores es Leap Motion (Ultraleap, 2021), un dispositivo de tracking óptico diseñado para detectar, reconocer y capturar movimiento en las extremidades superiores a nivel fino (dedos) y grueso (brazo, muñeca y mano). Este dispositivo no necesita marcadores e incorpora sensores infrarrojos y cámaras para hacer todos los cálculos geométricos para el reconocimiento de la mano (Bachmann et al., 2018).

Existen experiencias previas con el uso de Leap Motion para terapias de rehabilitación física. Postolache et al. (2018) desarrollaron un juego en donde el paciente toma cubos de colores y los pone en una cesta, el juego es flexible en el sentido de identificar si se trabaja la mano derecha o izquierda, si es un varón o una mujer quien juega (para adecuar el estilo de la mano) el enfoque principal del artículo está en la validación de usabilidad. Cortés-Pérez et al. (2021) hacen uso de Leap Motion en la rehabilitación de deficiencias motoras en pacientes con enfermedades del sistema nervioso central. La investigación tomó el dispositivo en una terapia experimental basada en videojuegos y la comparó con la terapia tradicional a través de 5 ensayos controlados aleatorios. Su estudio mostró mejoras en la movilidad de las extremidades superiores y las tareas orientadas a la movilidad de las mismas.

De Oliveira et al. (2016) combinaron el uso del dispositivo Leap Motion con el sensor electroencefalográfico “MinWave” para crear un entorno virtual de juego terapéutico que fue muy bien valorado por 8 expertos clínicos en parálisis cerebral en un programa de terapia ocupacional del Núcleo de Asistencia Médica Integrada (NAMI) de la Universidad de Fortaleza, Brasil. El resultado del estudio mostró una herramienta alternativa prometedora para la rehabilitación de niños con parálisis cerebral.

Iosa et al. (2015) desarrollaron juegos de rehabilitación para pacientes de la tercera edad que tuvieron accidente cerebrovascular subagudo e hicieron un estudio piloto de viabilidad de los mismos y medir la eficacia de la intervención mediante la escala de Abilhand para evaluar la capacidad manual. Chen et al. (2016) desarrollaron un sistema que mide los temblores utilizando el dispositivo de tracking óptico Leap Motion, los autores analizaron las ventajas y desventajas de este dispositivo con respecto a los utilizados en la actualidad, encontrando que es útil debido a su tamaño y a que el paciente no necesita llevar acelerómetros u otros en las manos o dedos. Filho (2018) desarrollaron un controlador de interfaz de gestos de manos basado en aprendizaje automático para la comunicación en tiempo real entre el

dispositivo Leap Motion y los juegos. Los autores probaron seis de un total de diez gestos incorporados en un juego desarrollado en Unity. Vamsikrishna et al. (2016) propusieron un sistema de rehabilitación de muñeca y nivel fino basado en el reconocimiento de gestos utilizando Leap Motion y aprendizaje supervisado. La extracción de características utilizó la media de la velocidad de desplazamiento de la palma, la distancia y los ángulos entre las yemas de los dedos y la palma central. Informaron una precisión del 99,09% y del 98,76%.

De la revisión de la literatura podemos ver la aceptación del uso de Leap Motion, su probada exactitud para capturar determinados movimientos y su efectividad para terapias físicas.

Leap Motion es un dispositivo óptico sin marcadores orientado al control de movimiento gestual, detecta los movimientos que se realizan con las manos, los dedos e inclusive objetos que se encuentren alrededor de su campo de visión (Wozniak et al., 2016). Este dispositivo es pequeño comparado con otros del mercado teniendo como dimensiones: 75 mm de largo, 25 mm de ancho y 11 mm de alto. Su estructura consta de dos cámaras que contienen sensores monocromáticos sensibles a la luz infrarroja, las cuales tienen como función capturar todas las imágenes (Weichert et al., 2013).

Levac et al. (2011) y Schmidt & Lee (2005) presentan los atributos de la tecnología de realidad virtual para rehabilitación lo cuales alinean cuatro variables fundamentales del aprendizaje motor: aprendizaje observacional, práctica, motivación y retroalimentación aumentada. (a) El aprendizaje observacional se refieren a la posibilidad de que los usuarios puedan ver su imagen interactuando con objetos virtuales en el entorno virtual; (b) La práctica se refiere a la cantidad, la tarea, la especificidad y los alumnos participan en tareas significativas; (c) La motivación se refiere a la novedad de la tecnología de realidad virtual, funciones de juego, tareas orientadas a objetivos, entre otros y finalmente (d) la Retroalimentación aumentada se refiere al conocimiento auditivo, visual o táctil preciso y consistente del conocimiento del desempeño de la retroalimentación motivacional positiva

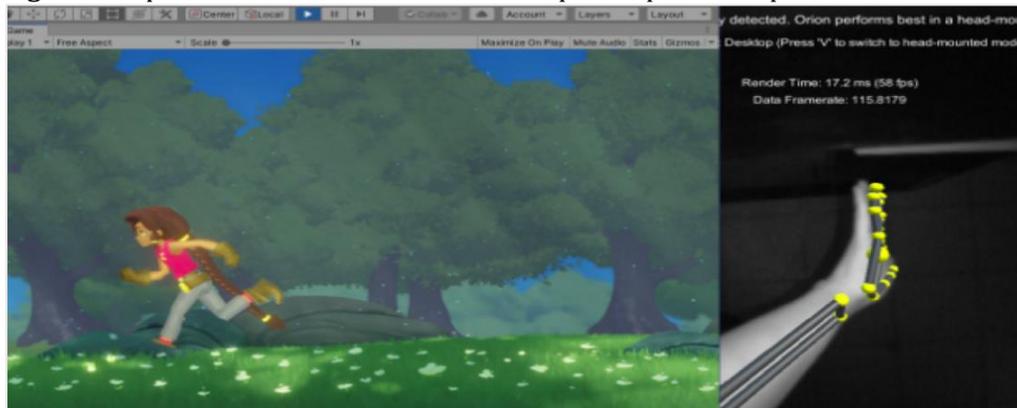
El objetivo del trabajo fue el desarrollo de un juego serio orientado a la rehabilitación en niños entre 6 y 12 años y realizar un análisis de la adecuación a los atributos de la tecnología de realidad virtual para rehabilitación, así como el estudio de usabilidad haciendo uso del cuestionario validado SEQ (Suitability Evaluation Questionary) Gil-Gómez & Manzano-Hernández (2013) que fue diseñado específicamente para sistemas de realidad virtual orientados a pacientes.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Descripción del Sistema

Tomando como base el International Classification of Functioning, Disability and Health (ICF) de la Organización Mundial de la Salud (OMS) (Blake & McLeod, 2018) nos enfocamos en los ejercicios referidos a la subclasificación d4453: "Girar o torcer las manos o los brazos: Usar los dedos, las manos y los brazos para girar o doblar un objeto, como se requiere para usar herramientas o utensilios" y a la subclasificación d4400: Recoger: "levantar o tomar un objeto pequeño con las manos y los dedos, como cuando se toma un lápiz". La elección de los ejercicios y la validación de los requisitos de funcionalidad fue realizada por dos médicos especialistas en terapia física y un médico neurólogo pediatra de la clínica San Juan de Dios de la ciudad de Arequipa. Los ejercicios de rehabilitación sugeridos fueron: extensión, flexión, supinación, pronación y agarre.

El sistema aborda un ambiente de rehabilitación a través de un juego 2D. Se centra en controlar la ejecución de los movimientos en extremidades superiores mediante el dispositivo Leap Motion que permite controlar el avatar del juego (Figura 1).

Figura 1. Captura del movimiento de la Mano Izquierda para el desplazamiento del avatar

El juego se diseñó teniendo en cuenta los atributos de la tecnología de realidad virtual para aprendizaje motor: aprendizaje observacional, práctica, motivación y retroalimentación aumentada (Levac et al., 2011; Schmidt & Lee, 2005). El objetivo del juego es movilizar a un avatar por un campo quien deberá evitar un determinado número de obstáculos a través de saltos hasta llegar a un destino. Por cada vez que evite un obstáculo recibirá puntos y/o premios dependiendo de la dificultad, y por cada vez que falle pierde un punto. El juego tiene 3 niveles de dificultad que se refieren a la proximidad de los obstáculos y el tiempo de reacción del paciente para saltar. La Figura 2 muestra el entorno del juego en ejecución.

Figura 2. Juego en ejecución muestra el control del tiempo para cumplir el objetivo evitando los obstáculos. Se maneja sistema de puntos y recompensas

Dado que en la sesión de rehabilitación motora se pueden entrenar muchos tipos pacientes el sistema se adapta a las diversas necesidades del paciente. El juego permite diferentes configuraciones según las características del paciente: sexo (masculino o femenino), edad (permite un avatar diferente). El juego permite configurar el tiempo para los ejercicios, la cantidad de obstáculos y el tipo de manos que se pueden utilizar (es decir, mano izquierda o derecha). Hemos implementado gestos que permiten movimientos de muñeca en extensión, flexión, supinación y pronación y la combinación de ellos para lograr el desplazamiento y los saltos.

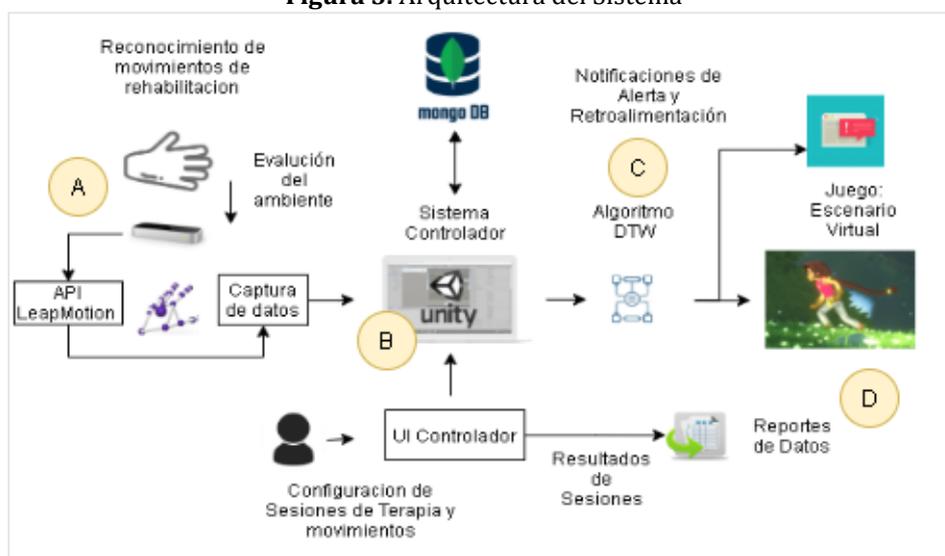
Arquitectura

Para el funcionamiento del sistema se propone una arquitectura basada en cuatro módulos tal y como se muestra en Figura 3. Las letras de A-H indican los pasos de ejecución. (A) El primer módulo tiene como propósito la "captura de datos", e integra el SDK del dispositivo Leap Motion para lograr la detección de los movimientos de rehabilitación. En este módulo también se consideró una sección de calibración, para aliviar temas de iluminación, latencia y rango de proximidad. (B) El segundo módulo es el "sistema

controlador" que recibe y almacena información conforme se establece en las configuraciones de las sesiones de rehabilitación o movimientos, también cuenta con un emisor de reportes de datos a la par de su respectiva conexión a base de datos (MongoDB).

Toda esta sección hace alusión a la parte administrativa del sistema, y solo es visible para el personal de salud o el investigador. (C) El tercer módulo es un "clasificador de movimientos", este módulo acompaña a las funciones de reconocimiento por rango y coordenadas que ya tiene la API de Leap Motion con el algoritmo Dynamic Time Warping (DTW) de reconocimiento de secuencias (Senin, 2008). Se evalúa el grado de similitud de los movimientos con otros previamente grabados, y se prepara al sistema para emitir reportes más precisos con respecto a los ángulos y rangos de movimiento de la muñeca y cada dedo de la mano. (D) El cuarto módulo "escenario virtual", ofrece un entorno de distracción a los pacientes, ofreciendo un juego interactivo el cual se prepara en base a las configuraciones implantadas por los médicos especialistas, considerando duración de la sesión, parámetros de control. También traduce la clasificación de movimientos a un sistema de puntuación propio del juego.

Figura 3. Arquitectura del Sistema



Prueba de Usabilidad

Usabilidad y aceptación son factores claves en los sistemas de rehabilitación virtual. La literatura ofrece muchos instrumentos para este propósito, pero no consideran aspectos importantes para los pacientes. Es por ello que para validar nuestra propuesta se ha hecho uso del SEQ (Suitability Evaluation Questionary) (Gil-Gómez & Manzano-Hernández, 2013) que fue diseñado específicamente para sistemas de realidad virtual orientados a pacientes. SEQ consta de 14 preguntas, las trece primeras son evaluadas de 1 a 5 en una escala de Likert y la última es abierta. Las primeras siete preguntas (Q1 a Q7) miden el disfrute, el sentido de estar en el sistema, sensación de éxito y control, realismo, facilidad de comprensión de las instrucciones y disconformidad general. Las siguientes cuatro preguntas evalúan asuntos asociados a los sistemas de realidad virtual: náuseas, problemas con la vista, desorientación y confusión y sentido de progreso en la rehabilitación. Las primeras once preguntas se evalúan con las etiquetas "Nada" hasta "Mucho".

Las últimas dos preguntas evalúan la dificultad. Q12 evalúa la perspectiva de la dificultad de la tarea y Q13 evalúa la dificultad observada con la dificultad física de la interfaz utilizada en el sistema. Estas preguntas se evalúan con etiquetas que van desde "Muy fácil" hasta "Muy difícil". La pregunta Q14 interroga al usuario sobre si se sintieron incómodos con el sistema y por qué.

En el estudio participaron 7 niños entre 7 y 13 años (seis mujeres y siete varones, con una edad media de $11 \pm 1,56$). Los criterios de inclusión son los siguientes: 1) sin déficit cognitivo; 2) sin trastornos motores; 3) con experiencia previa en Entornos Virtuales y 3) ningún conocimiento en gráficos por computadora o videojuegos de rehabilitación bidimensional. Se obtuvieron consentimientos informados y activos de los padres o tutores con la aceptación de participar en la investigación.

El estudio se realizó en el Centro de Investigación, Transferencia de Tecnología y Desarrollo de Software (CITESOFT) de la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa. Los participantes realizaron una sesión de 25 minutos. Antes del inicio de las sesiones, el investigador explicó el conjunto de instrucciones básicas para realizar correctamente el juego. Después de la sesión, los participantes completaron el cuestionario SEQ para evaluar la satisfacción del usuario con el sistema.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tabla 1. Resultados del Cuestionario SEQ, n = 7

Pregunta	Media
Q1. Cuánto disfrutó su experiencia con el sistema	5
Q2. ¿Cuánto sintió estar en el ambiente del sistema?	3,83
Q3. ¿Qué tanto éxito tuvo en el sistema?	4,33
Q4. ¿Qué tanto pudo controlar el sistema?	4,33
Q5. ¿Qué tan real es el entorno virtual del sistema	4,33
Q6. ¿La información brindada por el sistema es clara?	3,5
Q7. ¿Sintió alguna incomodidad mientras utilizaba el sistema?	1,16
Q8. ¿Sintió mareos o náuseas mientras usaba el sistema?	1
Q9. ¿Sintió alguna incomodidad en los ojos mientras utilizaba el sistema?	1
Q10. ¿Se sintió confundido o desorientado mientras utilizaba el sistema?	1,33
Q11. ¿Cree que este sistema va a ser útil para su rehabilitación?	4,83
Q12. ¿Encontró las tareas difíciles de realizar?	1
Q13. ¿Encontró el dispositivo del sistema difícil de utilizar?	1

De los resultados obtenidos se puede observar que la propuesta tiene aceptación (Q1, Q3, Q4, Q5) pero es necesario trabajar en la interfaz en cuanto a información adicional (Q6). De acuerdo a las preguntas abiertas es necesario explicar mejor cuando se ganan los puntos y el rol de las recompensas y como se consiguen. La pregunta Q2 es aceptable en el sentido de que se trata de un juego en 2D y no permite la inmersión que daría un juego en 3D que probablemente arrojaría un puntaje mayor.

En cuanto a la adecuación (Q7-Q10) los resultados también son alentadoras. Las preguntas abiertas reflejaron una pequeña molestia por la posición del brazo para controlar el movimiento mientras más tiempo pasaba interactuando con el juego. Finalmente, las preguntas Q12 y Q13 han mostrado que el uso de Leap Motion no representa mayor dificultad para los usuarios y que las tareas a realizar son sencillas de ejecutar.

Hemos encontrado la aplicación del SEQ de mucha utilidad para validar la propuesta de juego en diferentes aspectos y obtener retroalimentación muy valiosa antes de probarlo con niños. Una acción a tomar sería considerar un soporte para apoyar el brazo para realizar los ejercicios.

En cuanto a las consideraciones de diseño descritas nuestra propuesta ha considerado las cuatro (aprendizaje mediante la observación, práctica, retroalimentación aumentada y motivación). En cuanto a la primera se hizo énfasis en el uso del avatar que refleje sus movimientos, pero al tratarse de un juego en 2D no se incluyó la propia imagen del usuario interactuando con los objetos en el entorno virtual. En esta primera versión del juego no se ha considerado tampoco al profesor virtual que enseñe la forma correcta de hacer el movimiento. Esto debido a que el juego está enfocado en lograr la funcionalidad más que en la precisión.

Con respecto al segundo punto el juego considera la repetición del movimiento el cual es configurado por el especialista médico según la necesidad del paciente (cantidad de saltos para llegar al objetivo). Los movimientos que hacen desplazarse saltar al avatar entrenan movimientos que son idénticos a los requeridos en tareas de la vida real (de acuerdo a la clasificación de la ICF). Así mismo es posible individualizar a diferentes niveles de desafío.

En cuanto a la retroalimentación esta está dada por los puntos que va ganando el avatar el cual va acompañado de un sonido (retroalimentación visual y auditiva). Finalmente, con respecto a la motivación esta está orientada a superar retos y el logro de objetivos. Si bien no existe la competición entre pacientes. La competencia es contra uno mismo al superar el propio puntaje y cada vez en menor tiempo.

En la literatura se presentan diversas experiencias orientadas a rehabilitación de motor fino que hacen uso de diversos dispositivos tanto a nivel de tracking inercial (guantes y sensores) (Friedman et al., 2014); (Nguyen et al., 2022; Zondervan et al., 2016) como de tracking óptico (uso de cámaras para seguimiento). La elección que se hizo fue Leap Motion por motivos de costo ya que es un dispositivo de bajo costo comparado con otros equipos y que presenta ya una validación en cuanto a su precisión. Así mismo es considerado un dispositivo no invasivo ideal para que sea utilizado por niños.

Existen experiencias previas con el uso de Leap Motion para terapias de rehabilitación motora fina. El trabajo de (Postolache et al., 2018) desarrollaron un juego en donde el paciente toma cubos de colores y los pone en una cesta, el juego es flexible en el sentido de identificar si se trabaja la mano derecha o izquierda. Este trabajo evalúa la usabilidad del juego haciendo uso del cuestionario QUIS: Questionnaire for User Interaction Satisfaction, el cual se enfoca en los mensajes de la pantalla, su ubicación, la facilidad de seguimiento entre otras cosas. Si bien nuestro trabajo también está orientado a rehabilitación motora en manos, nuestra propuesta se enfoca más en medir la usabilidad de sistemas orientados a pacientes con el cuestionario SEQ (Suitability Evaluation Questionary) (Gil-Gómez & Manzano-Hernández, 2013).

El trabajo de Cortés-Pérez et al. (2021) hacen uso de Leap Motion en la rehabilitación de deficiencias motoras en pacientes con enfermedades del sistema nervioso central. La investigación compara la terapia virtual con la terapia tradicional. Su estudio mostró mejoras en la movilidad de las extremidades superiores y las tareas orientadas a la movilidad de las mismas, mas no se presenta un estudio de usabilidad.

De Oliveira et al. (2016) combinaron el uso del dispositivo Leap Motion con el sensor electroencefalográfico "MinWave" para crear un entorno virtual de juego terapéutico. La propuesta se centró en la validación por ocho expertos en terapia física para evaluar si ellos consideraban que podría ser parte de su práctica diaria. La principal diferencia con nuestra propuesta está nuevamente con el tipo de test de validación utilizado, así como al utilizar el dispositivo MinWare permitiría el poder medir niveles de atención y concentración durante las sesiones.

Iosa et al. (2015) desarrollaron juegos de rehabilitación para pacientes de la tercera edad que tuvieron accidente cerebrovascular e hicieron un estudio piloto de viabilidad y medir la eficacia de la intervención mediante la escala de Abilhand para evaluar la capacidad manual. La principal diferencia con nuestro trabajo está en que nuestra propuesta aún no ha probado la efectividad con pruebas clínicas como en el estudio descrito, solamente nos hemos centrado en la usabilidad. Dado que nuestro trabajo se enfoca en ejercicios para destreza manual el test clínico que se pretende utilizar es el Box and Block test.

Chen et al. (2016) desarrollaron un sistema que mide los temblores utilizando el dispositivo de tracking óptico Leap Motion, los autores analizaron las ventajas y desventajas de este dispositivo con respecto a los utilizados en la actualidad, encontrando que es útil debido a su tamaño y a que el paciente no necesita llevar acelerómetros u otros en las manos o dedos. El trabajo coincide en que Leap Motion permite el poder utilizar las manos con libertad y no tener que llevar dispositivos adicionales que puedan causar molestias en los pacientes, más aún si ya tienen problemas actualmente.

Como se puede observar el uso de Leap Motion para desarrollar un sistema puede ser abordado desde muchas perspectivas y medido en una etapa inicial con diferentes instrumentos de usabilidad previamente validados. Si bien en el trabajo ha hecho uso de SEQ orientado a pacientes, el estudio podría ser complementado con otros instrumentos mencionados por otros investigadores. Así mismo el trabajo resalta las consideraciones a tener en cuenta cuando se quiere desarrollar un juego serio orientado a rehabilitación virtual además de presentar la propuesta de los resultados obtenidos se puede observar que la propuesta tiene aceptación (Q1, Q3, Q4, Q5) pero es necesario trabajar en la interfaz en cuanto a información adicional (Q6). De acuerdo a las preguntas abiertas es necesario explicar mejor cuando se ganan los puntos y el rol de las recompensas y cómo se consiguen. La pregunta Q2 es aceptable en el sentido de que se trata de un juego en 2D y no permite la inmersión que daría un juego en 3D que probablemente arrojaría un puntaje mayor.

En cuanto a la adecuación (Q7-Q10) los resultados también son alentadoras. Las preguntas abiertas reflejaron una pequeña molestia por la posición del brazo para controlar el movimiento mientras más tiempo pasaba interactuando con el juego. Finalmente, las preguntas Q12 y Q13 han mostrado que el uso de Leap Motion no representa mayor dificultad para los usuarios y que las tareas a realizar son sencillas de ejecutar.

Hemos encontrado la aplicación del SEQ de mucha utilidad para validar la propuesta de juego en diferentes aspectos y obtener retroalimentación muy valiosa antes de probarlo con niños. Una acción a tomar considerar un soporte para apoyar el brazo para realizar los ejercicios.

En cuanto a las consideraciones de diseño descritas nuestra propuesta ha considerado las cuatro (aprendizaje mediante la observación, práctica, retroalimentación aumentada y motivación). En cuanto a la primera se hizo énfasis en el uso del avatar que refleje sus movimientos, pero al tratarse de un juego en 2D no se incluyó la propia imagen del usuario interactuando con los objetos en el entorno virtual. En esta primera versión del juego no se ha considerado tampoco al profesor virtual que enseñe la forma correcta de hacer el movimiento. Esto debido a que el juego está enfocado en lograr la funcionalidad más que en la precisión.

Con respecto al segundo punto el juego considera la repetición del movimiento el cual es configurado por el especialista médico según la necesidad del paciente (cantidad de saltos para llegar al objetivo). Los movimientos que hacen desplazarse saltar al avatar entrenan movimientos que son idénticos a los requeridos en tareas de la vida real (de acuerdo a la clasificación de la ICF). Así mismo es posible individualizar a diferentes niveles de desafío.

En cuanto a la retroalimentación esta está dada por los puntos que va ganando el avatar el cual va acompañado de un sonido (retroalimentación visual y auditiva). Finalmente, con respecto a la motivación esta está orientada a superar retos y el logro de objetivos. Si bien no existe la competición entre pacientes. La competencia es contra uno mismo al superar el propio puntaje y cada vez en menor tiempo.

En la literatura se presentan diversas experiencias orientadas a rehabilitación de motor fino que hacen uso de diversos dispositivos tanto a nivel de tracking inercial (guantes y sensores) (Friedman et al., 2014); (Nguyen et al., 2022; Zondervan et al., 2016) como de tracking óptico (uso de cámaras para seguimiento). La elección que se hizo fue Leap Motion por motivos de costo ya que es un dispositivo de bajo costo comparado con otros equipos y que presenta ya una validación en cuanto a su precisión. Así mismo es considerado un dispositivo no invasivo ideal para que sea utilizado por niños.

Existen experiencias previas con el uso de Leap Motion para terapias de rehabilitación motora fina. El trabajo de (Postolache et al., 2018) desarrollaron un juego en donde el paciente toma cubos de colores y los pone en una cesta, el juego es flexible en el sentido de identificar si se trabaja la mano derecha o izquierda. Este trabajo evalúa la usabilidad del juego haciendo uso del cuestionario QUIS: Questionnaire for

User Interaction Satisfaction, el cual se enfoca en los mensajes de la pantalla, su ubicación, la facilidad de seguimiento entre otras cosas. Si bien nuestro trabajo también está orientado a rehabilitación motora en manos, nuestra propuesta se enfoca más en medir la usabilidad de sistemas orientados a pacientes con el cuestionario SEQ (Suitability Evaluation Questionary) (Gil-Gómez & Manzano-Hernández, 2013).

El trabajo de Cortés-Pérez et al. (2021) hacen uso de Leap Motion en la rehabilitación de deficiencias motoras en pacientes con enfermedades del sistema nervioso central. La investigación compara la terapia virtual con la terapia tradicional. Su estudio mostró mejoras en la movilidad de las extremidades superiores y las tareas orientadas a la movilidad de las mismas, mas no se presenta un estudio de usabilidad.

De Oliveira et al. (2016) combinaron el uso del dispositivo Leap Motion con el sensor electroencefalográfico “MinWave” para crear un entorno virtual de juego terapéutico. La propuesta se centró en la validación por ocho expertos en terapia física para evaluar si ellos consideraban que podría ser parte de su práctica diaria. La principal diferencia con nuestra propuesta está nuevamente con el tipo de test de validación utilizado, así como al utilizar el dispositivo MinWare permitiría el poder medir niveles de atención y concentración durante las sesiones.

Iosa et al. (2015) desarrollaron juegos de rehabilitación para pacientes de la tercera edad que tuvieron accidente cerebrovascular e hicieron un estudio piloto de viabilidad y medir la eficacia de la intervención mediante la escala de Abilhand para evaluar la capacidad manual. La principal diferencia con nuestro trabajo está en que nuestra propuesta aún no ha probado la efectividad con pruebas clínicas como en el estudio descrito, solamente nos hemos centrado en la usabilidad. Dado que nuestro trabajo se enfoca en ejercicios para destreza manual el test clínico que se pretende utilizar es el Box and Block test.

Chen et al. (2016) desarrollaron un sistema que mide los temblores utilizando el dispositivo de tracking óptico Leap Motion, los autores analizaron las ventajas y desventajas de este dispositivo con respecto a los utilizados en la actualidad, encontrando que es útil debido a su tamaño y a que el paciente no necesita llevar acelerómetros u otros en las manos o dedos. Nuestro trabajo coincide en que Leap Motion permite el poder utilizar las manos con libertad y no tener que llevar dispositivos adicionales que puedan causar molestias en los pacientes, más aún si ya tienen problemas actualmente.

Como se puede observar el uso de Leap Motion para desarrollar un sistema puede ser abordado desde muchas perspectivas y medido en una etapa inicial con diferentes instrumentos de usabilidad previamente validados. Si bien nuestro trabajo ha hecho uso de SEQ orientado a pacientes, nuestro estudio podría ser complementado con otros instrumentos mencionados por otros investigadores. Así mismo, nuestro trabajo resalta las consideraciones a tener en cuenta cuando se quiere desarrollar un juego serio orientado a rehabilitación virtual además de presentar la propuesta.

4. CONCLUSIONES

Este trabajo mostró un juego serio como soporte para rehabilitación motora en niños. El desarrollo tuvo la constante asesoría de médicos especialistas en terapia física quienes identificaron las actividades que se requería potenciar de acuerdo a la clasificación internacional ICF. El desarrollo consideró los atributos requeridos de los sistemas de rehabilitación virtual para terapias: aprendizajes observacionales, retroalimentación, repetición y motivación. Dado que el juego se desarrolla en un ambiente 2D no fue posible incluir algunas de las características específicas del atributo de aprendizaje observacional como es el caso de que el paciente se vea en el entorno virtual. La ausencia de dicha característica se vio reflejada en los resultados del SEQ en cuanto a que tanto sintió el usuario el estar en el ambiente del sistema. Con respecto a otros sistemas de tipo inmersivo, Leap Motion tiene la ventaja de que no causa molestias en cuanto a mareos y/o náuseas, además que sus características hacen que no exista contacto físico con la piel,

lo cual es una ventaja cuando se trata de niños. Las limitaciones del estudio están dadas por la limitada cantidad de personas que contestaron el SEQ considerando que eran personas sanas. Como trabajo futuro se pretende atender a las sugerencias recibidas en las preguntas abiertas del SEQ y realizar la validación con los niños ampliando la muestra.

FINANCIAMIENTO

Ninguno.

CONFLICTO DE INTERESES

No existe ningún tipo de conflicto de interés relacionado con la materia del trabajo.

CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES

Conceptualización: Saavedra-Parisaca, E.; Vidal-Duarte, E.

Curación de datos: Saavedra-Parisaca, E.; Vidal-Duarte, E.

Análisis formal: Saavedra-Parisaca, E.; Vidal-Duarte, E.

Investigación: Saavedra-Parisaca, E.; Vidal-Duarte, E.

Metodología: Saavedra-Parisaca, E.; Vidal-Duarte, E.

Supervisión: Vidal-Duarte, E.

Redacción - borrador original: Saavedra-Parisaca, E.; Vidal-Duarte, E.

Redacción - revisión y edición: Vidal-Duarte, E.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bachmann, D., Weichert, F., & Rinkenauer, G. (2018). Review of Three-Dimensional Human-Computer Interaction with Focus on the Leap Motion Controller. *Sensors*, 18(7), 2194. <https://doi.org/10.3390/s18072194>
- Blake, H. L., & McLeod, S. (2018). *The International Classification of Functioning, Disability and Health: Considering Individuals From a Perspective of Health and Wellness*. Global Issues in Communication Sciences and Related. <https://doi.org/10.1044/persp3.SIG17.69>
- Chen, K.-H., Lin, P.-C., Chen, Y.-J., Yang, B.-S., & Lin, C.-H. (2016). Development of method for quantifying essential tremor using a small optical device. *Journal of Neuroscience Methods*, 15, 78–83. <https://doi.org/10.1016/j.jneumeth.2016.03.014>
- Cortés-Pérez, I., Zagalas-Anula, N., Montoro-Cárdenas, D., Lomas-Vega, R., Obrero-GaitánEsteban, & Osuna-Pérez, M. C. (2021). Leap Motion Controller Video Game-Based Therapy for Upper Extremity Motor Recovery in Patients with Central Nervous System Diseases. A Systematic Review with Meta-Analysis. *Sensors*, 21(6), 2065. <https://doi.org/10.3390/s21062065>
- De Oliveira, J. M., Fernandes, C. G., Pinto, C. S., Pinheiro, P. R., Ribeiro, S., & C. de Albuquerque, V. H. (2016). Novel Virtual Environment for Alternative Treatment of Children with Cerebral Palsy. *Computational Intelligence and Neuroscience*, 2016, 1–10. <https://doi.org/10.1155/2016/8984379>
- Filho, I. A. S. (2018). Gesture Recognition Using Leap Motion: A Machine Learning-based Controller Interface. In *Computing Track* (p. 5). Sciences of Electronics, Technologies of Information and Telecommunications (SETIT). https://www.researchgate.net/publication/333759237_Gesture_Recognition_Using_Leap_Motion_A_Machine_Learning-based_Controller_Interface

- Friedman, N., Chan, V., Reinkensmeyer, Andrea N Beroukhim, A., Zambrano, Gregory J Bachman, M., & Reinkensmeyer, D. J. (2014). Retraining and assessing hand movement after stroke using the MusicGlove: comparison with conventional hand therapy and isometric grip training. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, 11(76). <https://doi.org/10.1186/1743-0003-11-76>
- Gil-Gómez, J.-A., & Manzano-Hernández, P. (2013). SEQ: Suitability Evaluation Questionnaire for Virtual Rehabilitation Systems. Application in a Virtual Rehabilitation System for Balance Rehabilitation. *7th International Conference on Pervasive Computing Technologies for Healthcare and Workshops, May*, 1–5. <https://doi.org/10.4108/pervasivehealth.2013.252216>
- Iosa, M., Morone, G., Fusco, A., Castagnoli, Marcello Fusco, Francesca Romana Pratesi, L., & Paolucci, S. (2015). Leap motion controlled videogame-based therapy for rehabilitation of elderly patients with subacute stroke: a feasibility pilot study. *Topics in Stroke Rehabilitation*, 22(4), 306–316. <https://doi.org/10.1179/1074935714Z.0000000036>
- Levac, D., Missiuna, C., Wishart, L., Dematteo, C., & Wright, V. (2011). Documenting the content of physical therapy for children with acquired brain injury: development and validation of the motor learning strategy rating instrument. *The Journal of Physical Therapy Science*, 91(5), 689–699. <https://doi.org/10.2522/ptj.20100415>
- Michael, D. R., & Chen, S. L. (2005). *Serious Games: Games That Educate, Train, and Inform*. Muska & Lipman/Premier-Trade.
- Miller, K. J., Adair, B. S., Pearce, A. J., Said, C. M., Ozanne, E., & Morris, M. M. (2014). Effectiveness and feasibility of virtual reality and gaming system use at home by older adults for enabling physical activity to improve health-related domains: a systematic review. *Age and Ageing*, 42(2), 188–195. <https://doi.org/10.1093/ageing/aft194>
- Nguyen, T., Choromanski, L., Kreuzer, T., & Stroppini, J. (2022). Exploring the Feasibility of a Virtual, Home-Based MusicGlove Protocol for Children with Hemiparetic Cerebral Palsy. *The Open Journal of Occupational Therapy*, 10(1), 1–15. <https://doi.org/10.15453/2168-6408.1836>
- Oh, Y., & Yang, S. (2010). Defining Exergames & Exergaming. *Meaningful Play*. https://www.researchgate.net/publication/230794344_Defining_exergames_exergaming
- Postolache, G., Carry, F., Lourenço, F., Ferreira, D., Oliveira, R., Silva Girão, P., & Postolache, O. (2018). Serious Games Based on Kinect and Leap Motion Controller for Upper Limbs Physical Rehabilitation. In S. C. Mukhopadhyay, K. P. Jayasundera, & O. A. Postolache (Eds.), *Modern Sensing Technologies* (pp. 147–177). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-99540-3_8
- Schmidt, R. A., & Lee, T. D. (2005). *Motor Control and Learning: A Behavioral Emphasis* (H. Kinetics (ed.); 4th ed.).
- Senin, P. (2008). Dynamic Time Warping Algorithm Review. *Information and Computer Science Department*, 855(1–23), 40. https://seninp.github.io/assets/pubs/senin_dtw_litreview_2008.pdf
- Thompson, D., Baranowski, T., Buday, R., Baranowski, J., Thompson, V., Jago, R., & Griffith, M. J. (2010). Serious Video Games for Health How Behavioral Science Guided the Development of a Serious Video Game. *Simulation and Gaming*, 41(4), 587–606. <https://doi.org/10.1177/1046878108328087>
- Ultraleap. (2021). *Leap Motion Controller*. <https://www.ultraleap.com/product/leap-motion-controller/>
- Vamsikrishna, K. M., Dogra, D. P., & Desarkar, M. S. (2016). Computer-Vision-Assisted Palm Rehabilitation With Supervised Learning. *IEEE Transactions on Biomedical Engineering*, 63(5), 991–1001. <https://doi.org/10.1109/TBME.2015.2480881>

- Weichert, F., Bachmann, D., Rudak, B., & Fisseler, D. (2013). Analysis of the Accuracy and Robustness of the Leap Motion Controller. *Sensors*, 13(5), 6380–6393. <https://doi.org/10.3390/s130506380>
- Wozniak, P., Vauderwange, O., Mandal, A., Javahiraly, N., & Curticapean, D. (2016). Possible applications of the LEAP motion controller for more interactive simulated experiments in augmented or virtual reality. In G. G. Gregory (Ed.), *SPIE Optical Engineering Applications*. <https://doi.org/10.1117/12.2237673>
- Zondervan, D. K., Friedman, N., Chang, E., Zhao, X., Augsburger, R., Reinkensmeyer, D. J., & Cramer, S. C. (2016). Home-based hand rehabilitation after chronic stroke: Randomized, controlled single-blind trial comparing the MusicGlove with a conventional exercise program. *Journal of Rehabilitation Research and Development*, 53(4), 457–472. <https://doi.org/10.1682/JRRD.2015.04.0057>



Algoritmos y su efecto en la agricultura: automatización de procesos

Algorithms and their effect on agriculture: process automation

Sánchez-Calle, Jeison Elí ^{1*}

Castillo-Armas, Gian Poll¹

¹Universidad Peruana Unión, Tarapoto, Perú

Recibido: 22 May. 2022 | **Aceptado:** 23 Jun. 2022 | **Publicado:** 20 Jul. 2022

Autor de correspondencia*: jeisonsanchez@upeu.edu.pe

Cómo citar este artículo: Sánchez-Calle, J. E. & Castillo-Armas, G. P. (2022). Algoritmos y su efecto en la agricultura: automatización de procesos. *Revista Científica de Sistemas e Informática*, 2(2), e386. <https://doi.org/10.51252/rcsi.v2i2.386>

RESUMEN

La Inteligencia Artificial emerge como parte esencial de la evolución tecnológica de la agroindustria, teniendo como objetivo brindar al productor información precisa para la toma de decisiones. El propósito del artículo de revisión bibliográfica es dar a conocer cuáles son los algoritmos aplicados en diversos estudios y analizar su efecto en la agricultura, teniendo en cuenta evidencias empíricas de diversas investigaciones. Se revisaron artículos científicos publicados en las bases de datos Scopus, Scielo, Directory of Open Access Journals (DOAJ), ScienceDirect, Latindex y Google académico, utilizando el gestor de búsqueda de referencias Mendeley. Se seleccionaron 40 artículos basados en los criterios de relación con el tema, nivel de impacto y año de publicación en los últimos cinco años. Se concluye que países como India, Colombia y Perú implementaron la inteligencia artificial inmersos en sus políticas orientadas a la producción agrícola, con las cuales han logrado posicionarse como referentes con altos niveles de productividad y competitividad.

Palabras clave: agricultura; automatización; algoritmos; inteligencia artificial; TI

ABSTRACT

Artificial Intelligence emerges as an essential part of the technological evolution of agribusiness, with the objective of providing the producer with accurate information for decision making. The purpose of the bibliographic review article is to present the algorithms applied in various studies and analyze their effect on agriculture, taking into account empirical evidence from various investigations. Scientific articles published in the Scopus, Scielo, Directory of Open Access Journals (DOAJ), ScienceDirect, Latindex and Google Scholar databases were reviewed, using the Mendeley reference search engine. 40 articles were selected based on the criteria of relationship with the topic, level of impact and year of publication in the last five years. It is concluded that countries such as India, Colombia and Peru implemented artificial intelligence immersed in their policies aimed at agricultural production, with which they have managed to position themselves as benchmarks with high levels of productivity and competitiveness.

Keywords: farming; automation; algorithms; artificial intelligence; IT



1. INTRODUCCIÓN

La agricultura es el pilar fundamental de la economía mundial, entre ellos Perú (Del Carpio Gallegos & Miralles, 2019). Factores como el cambio climático y el crecimiento de la población impulsan buscar soluciones innovadoras que mejoren el rendimiento de los cultivos (Calle Yunis et al., 2020; León et al., 2020). La Inteligencia Artificial emerge como parte esencial de la evolución tecnológica de la agroindustria (Armas Morales, 2021), teniendo como objetivo brindar al productor información precisa para la toma de decisiones (Parody Zuleta & Zapata Sanjuan, 2018). Las nuevas tecnologías son parte de la solución para lograr la productividad (Ribeiro de Oliveira et al., 2019), al procesar variables, interpretar los escenarios, simular contextos y realizar prospectivas logrando así hacer el uso más eficiente de los recursos (Ramírez Gómez, 2020).

La Inteligencia artificial logrará que el sector agrario duplique su producción de manera sustentable (Oliveira Ivo et al., 2020), teniendo como estrategia clave el agrupamiento de la biotecnología, la robótica, el Big Data, la simulación y la geoestadística (Cuberlo de la Rosa et al., 2018; Rodriguez et al., 2021).

La clasificación de aprendizaje automático se ha convertido en un foco principal de la teledetección (Bonilla-Castillo et al., 2018; Bonilla Paz et al., 2018; Larios-Francia, 2017). En definición, para Narciso Horna & Manzano Ramos (2021), los algoritmos son bloques de código que exploran y analizan conjuntos de datos complejos y buscan significado en ellos. Cada algoritmo sigue un proceso de instrucciones para lograr un objetivo (Luo et al., 2015), es decir, establecen y detectan patrones para hacer predicciones y clasificar información (Chucos Baquerizo & Vega Ventoncilla, 2022; Mejia et al., 2018; Mejía González et al., 2021).

Los algoritmos más utilizados en el sector agrícola son: árboles de decisión, máquinas de soporte vectorial, métodos bayesianos, redes neuronales y métodos de regresión (Perret et al., 2020; Porrás-Rivera & Rodríguez-Pulido, 2019 & Rodriguez et al., 2021). Ejemplo de ello, para encontrar tipos de suelos, tipos de peces o plantas. Las técnicas más utilizadas son: algoritmo K-means para análisis de clustering, algoritmo Apriori para la creación de reglas de asociación y correlaciones para el análisis de factores (Paccioletti et al., 2020; Zárate M. et al., 2018).

En Perú, la exportación del arándano es una de las actividades agroindustriales que más ha crecido en la última década (Piñeiro Antelo et al., 2018). Sin embargo, las empresas locales aún presentan dificultades con la automatización de sus procesos (Cervantes-Santiago et al., 2015; Sierralta Chichizola et al., 2016; Martínez-Yáñez et al., 2018), destacando entre ellos la deficiencia en la selección de las frutas, la cual de realizarse inadecuadamente generaría pérdidas en la producción (Rubin de Celis et al., 2021).

La presente revisión tuvo como objetivo identificar cuáles son los algoritmos aplicados en diversos estudios y analizar su efecto en la agricultura, teniendo en cuenta evidencias empíricas de diversas investigaciones, con la finalidad de recopilar información relevante, y generar un artículo con base científica que pueda ser de gran ayuda para que cualquier investigador, tenga en cuenta y pueda implantar soluciones informáticas.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

La revisión bibliográfica se realizó a partir de la combinación de operadores booleanos y almacenamiento de artículos de revistas de alto impacto en Scopus, Scielo, Directory of Open Access Journals (DOAJ), ScienceDirect, Latindex y Google académico. Se utilizó el gestor de búsqueda de referencias bibliográficas Mendeley, se seleccionaron 40 artículos basados en los criterios de relación con el tema, nivel de impacto y año de publicación en los últimos 5 años.

En la Tabla 1 se presenta la distribución de los artículos consultados por año y palabra clave, en las columnas se describen las 5 palabras clave utilizadas: random forest, KNN y decision Tree, SVM y naive bayes, j48, REP y LMT, y en las filas, los años de publicación.

Tabla 1. Distribución de artículos consultados por año y palabra clave

Año de publicación	Random forest	KNN y Decision Tree	SVM y naive bayes	J48, REP, LMT
2022	3	3	2	2
2021	3	2	3	2
2020	2	2	2	-
2019	-	3	2	2
2018	2	-	3	2
Totales	10	10	12	8

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de la búsqueda se dispusieron en un orden relacionado con los algoritmos y su efecto en la agricultura, sin que necesariamente tengan un vínculo con su ponderación.

3.1. Inteligencia artificial en el Perú

En el 2020, la Presidencia del Consejo de Ministros (PCM) junto con un grupo de expertos inició la elaboración de la estrategia nacional para aprovechar y usar la inteligencia artificial en el desarrollo del país (Zafra Trelles et al., 2018). No obstante, aún hay muchos retos y brechas por superar. Algunos de los principales desafíos que deben superarse son la reducida oferta laboral en comparación con otros países, bajos incentivos salarial (Herrera, 2017).

3.2 Algoritmos eficientes en la agricultura

Con el fin de realizar una evaluación sistemática, se ha elaborado la tabla 2, en la que se hace una recopilación de las investigaciones que han utilizado determinados algoritmos y cuál ha sido su efecto en la agricultura.

Tabla 2. Algoritmos y su efecto en la agricultura

País	Algoritmo	Metodología	Efecto en la agricultura
Perú	Random forest (León et al., 2020)	Implementación de visión por computador con imágenes captadas por un dron Mavic2 Zoom. Utilizó librerías, como: OpenCV, que contiene algoritmos para la detección de objetos y segmentación; Numpy, para el análisis matricial y Machine Learning, para su clasificación.	Se clasificó y verificó el estado de infestación de plagas en las hojas de palto, obteniendo un porcentaje promedio de precisión de 100%; se implementó la visión artificial y se detectó la infestación de plagas bicho de cesto y araña roja.
Colombia	KNN y Decision Tree (Ramirez Gómez, 2020)	Propone un modelo de Machine Learning para predecir el estado de la cosecha a partir de información de consumo de pesticidas y otras variables del cultivo, para lo cual se sigue la metodología de machine Learning, la cual consiste en cuatro pasos que son: Pre procesamiento y análisis de la información, separación de los datos de entrenamiento, test y validación;	Al comparar los dos métodos el árbol de decisión presenta un mejor desempeño ya que logra obtener un mejor ajuste, adicionalmente, lo logra con un coste computacional significativamente menor por lo cual se puede decir que es el mejor modelo para la predicción durante esta primera ronda de comparación.

Perú	SVM y naive bayes (Baquerizo & Vega Ventocilla, 2022)	Desarrollar un modelo de Machine Learning para clasificación de imágenes satelitales en la amazonia peruana. Realizar el entrenamiento del modelo de clasificación, configurando en el entorno de Python en Jupyter Notebook, evaluar la precisión de los modelos en cada caso de clasificación	Kmeans, no garantiza una clasificación robusta y tiene limitaciones en la clasificación de coberturas en imágenes satelitales. Algoritmo SVM y naive bayes presentaron mejor precisión de 0.909 en comparación con el algoritmo de árbol de decisión 0.864 y kmeans.
India	J48, Random forest, REP, LMT (Espinoza Mina, 2018)	Implementación del sistema de predicción del rendimiento de los cultivos mediante el uso de técnicas de minería de datos.	Naïve Bayes es el algoritmo más utilizado por los autores de los estudios valorados de la herramienta Weka, le sigue J48, en menor proporción, pero con buenos resultados en su uso.

En el caso específico del sector agrícola peruano, que carece de tecnología en sus procesos (Angón et al., 2019); según Chucos Baquerizo & Vega Ventocilla (2022), son escasas las empresas que utilizan inteligencia artificial o tecnología relacionada a ello; razón por la cual Armas Morales (2021), enfatiza que amerita la incorporación de estas tecnologías, primordialmente en la costa de Perú donde se centra la mayor cantidad de empresas industriales (Crispín-Sánchez et al., 2019). Es importante recalcar que la incorporación de la inteligencia artificial ha permitido a grandes países posicionarse como pioneros en el sector con altos índices de producción (Ramírez Gómez, 2020; Rojas-Vilcahuaman et al., 2019).

En base a la tabla 2, podemos afirmar que existen algoritmos que son eficientes en la agricultura, puesto que optimizan los procesos y permiten lograr que la producción sea más eficiente (Parody Zuleta & Zapata Sanjuan, 2018).

Tomando en consideración los estudios de la Tabla 2, el área agrícola busca en la Inteligencia artificial una alternativa para mejorar los métodos y estrategias de cultivo (León et al., 2020). Naive Bayes es el algoritmo más utilizado por los autores, le sigue J48, en menor proporción, pero con buenos resultados. En su uso también se destacan los algoritmos decision Tree, random forest y Support Vector Machine (SMV).

4. CONCLUSIONES

A partir de esta revisión, se encontró que a nivel mundial países como India, Colombia y Perú implementaron la inteligencia artificial inmersos en sus políticas orientadas a la producción agrícola, con las cuales han logrado posicionarse como referentes con altos niveles de productividad y competitividad.

El presente estudio sostiene que algoritmos como: Naive Bayes, J48, decisión Tree, random forest y Support Vector Machine son los más utilizados en investigaciones agrícolas dado a su eficiencia y efectividad. Sin duda, estos algoritmos analizados fueron exitosos dado a su previo análisis antes de su implementación; es decir, analizar el campo y objeto de estudio a fin de asegurar el éxito en su implementación.

FINANCIAMIENTO

Ninguno.

CONFLICTO DE INTERESES

No existe ningún tipo de conflicto de interés relacionado con la materia del trabajo.

CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES

Conceptualización: Sánchez-Calle, J. E.; Castillo-Armas, G. P.

Curación de datos: Sánchez-Calle, J. E.; Castillo-Armas, G. P.

Análisis formal: Sánchez-Calle, J. E.

Investigación: Sánchez-Calle, J. E.; Castillo-Armas, G. P.

Metodología: Sánchez-Calle, J. E.; Castillo-Armas, G. P.

Supervisión: Castillo-Armas, G. P.

Redacción - borrador original: Sánchez-Calle, J. E.; Castillo-Armas, G. P.

Redacción - revisión y edición: Sánchez-Calle, J. E.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Angón, E., Castillejo, L., Rodríguez, J., González, A., Molina, D., Cueva, T., & García, A. (2019). Fry growth modelling in *Cichlasoma festae* (Cichlidae) with Biobloc technology (BFT). *Ciencia Veterinaria*, 21(2), 43–54. <https://doi.org/10.19137/cienvet-201921203>
- Armas Morales, C. E. (2021). La Inteligencia Artificial en empresas peruanas e impactos laborales en los trabajadores. *Iberoamerican Business Journal*, 5(1), 83–105. <https://doi.org/10.22451/5817.ibj2021.vol5.1.11053>
- Baquerizo, N. C., & Vega Ventocilla, E. (2022). Evaluación de algoritmos de machine learning en la clasificación de imágenes satelitales multiespectrales, caso: Amazonia Peruana Evaluation of machine learning algorithms in the classification of multispectral satellite images, case: Peruvian Amazon. *Ciencia Latina*, 6(1), 4946–4963. https://doi.org/https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v6i1.1843
- Bonilla-Castillo, C. A., Córdoba, E. A., Gómez, G., & Duponchelle, F. (2018). Population dynamics of *Prochilodus nigricans* (Characiformes: Prochilodontidae) in the Putumayo River. *Neotropical Ichthyology*, 16(2). <https://doi.org/10.1590/1982-0224-20170139>
- Bonilla Paz, B. L., Montoya Bonilla, B., Gómez, J., & Caja, Á. (2018). Efecto de la Temperatura sobre el Crecimiento de Tilapia (*Oreochromis* sp) en Mamá Lombriz, Vereda Rio Blanco, Popayán, Colombia. *Teknos Revista Científica*, 24–30. <https://doi.org/10.25044/25392190.922>
- Calle Yunis, C. R., Salas López, R., Cruz, S. M. O., Barboza Castillo, E., Silva López, J. O., Iliquín Trigoso, D., & Briceño, N. B. R. (2020). Land Suitability for Sustainable Aquaculture of Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*) in Molinopampa (Peru) Based on RS, GIS, and AHP. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 9(1), 28. <https://doi.org/10.3390/ijgi9010028>
- Cervantes-Santiago, A., Hernández-Vergara, M. P., & Pérez-Rostro, C. I. (2015). Aprovechamiento de metabolitos nitrogenados del cultivo de tilapia en un sistema acuapónico. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 3(7), 63–73. <https://doi.org/10.19136/ERA.A3N7.667>
- Chucos Baquerizo, N., & Vega Ventoncilla, E. J. (2022). Evaluación de algoritmos de machine learning en la clasificación de imágenes satelitales multiespectrales, caso: Amazonia Peruana. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 6(1), 4946–4963. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v6i1.1843
- Crispín-Sánchez, F., Porturas, R., & Vásquez, W. (2019). Effect of organic acids on the presence of *Salmonella* spp. in fishmeal. *Agroindustrial Science*, 9(2), 139–144. <https://doi.org/10.17268/agroind.sci.2019.02.06>
- Cuberlo de la Rosa, M., Piñeiro Morejon, I., & Ramos Miranda, F. E. (2018). La gestión del conocimiento

- como base de la innovación tecnológica: la creación de nuevos productos en la Empresa Pesquera Industrial de Cienfuegos. *La Gestión Del Conocimiento Como Base de La Innovación Tecnológica: La Creación de Nuevos Productos En La Empresa Pesquera Industrial de Cienfuegos*, 10(4), 227–230. <https://rus.ucf.edu.cu/index.php/rus/article/view/1017>
- Del Carpio Gallegos, J. F., & Miralles, F. (2019). Análisis cualitativo de los determinantes de la innovación en una economía emergente. *Retos*, 9(17), 161–175. <https://doi.org/10.17163/ret.n17.2019.10>
- Herrera, J. (2017). Pobreza y desigualdad económica en el Perú durante el boom de crecimiento: 2004-2014. *Revue Internationale de Politique de Développement*, 9. <https://doi.org/10.4000/poldev.2518>
- Larios-Francia, R. P. (2017). Estado actual de las mipymes del sector textil de la confección en Lima. *Ingeniería Industrial*, 035, 113. <https://doi.org/10.26439/ing.ind2017.n035.1795>
- León, R., Díaz, M., & Rodríguez, L. (2020b). Management of an artificial vision system for the detection of damage caused by pests in avocado crop using a drone. *Revista Ciencia y Tecnología*, 16(4), 145–151. <https://doi.org/10.17268/rev.cyt.2020.04.14>
- Luo, S., Li, X., Wang, D., Li, J., & Sun, C. (2015). Automatic Fish Recognition and Counting in Video Footage of Fishery Operations. *2015 International Conference on Computational Intelligence and Communication Networks (CICN)*, 296–299. <https://doi.org/10.1109/CICN.2015.66>
- Martínez-Yáñez, A. del R., Albertos-Alpuche, P. J., Guzman-Mendoza, R., Robaina-Robaina, L. E., Alvarez-Gonzalez, A., & Diaz-Plascencia, D. (2018). Production and chemical composition of hydrophytes cultivated in aquaponics. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 5(14), 247–257. <https://doi.org/10.19136/era.a5n14.1447>
- Mejia, B., Salas, A., & Kemper, G. (2018). An Automatic System Oriented to Counting and Measuring the Geometric Dimensions of Gray Tilapia Fingerlings Based on Digital Image Processing. *2018 IEEE XXV International Conference on Electronics, Electrical Engineering and Computing (INTERCON)*, 1–4. <https://doi.org/10.1109/INTERCON.2018.8526426>
- Mejía González, J. J., Zapata Gil, S. A., León Serna, S., Buriticá Isaza, N., González Jaramillo, D. A., & Zamora Vélez, J. M. (2021). Construcción de prototipo de CANSAT para toma de imágenes aéreas para detección de zonas de vegetación en agricultura de precisión. *Ciencia y Poder Aéreo*, 16(2), 11–28. <https://doi.org/10.18667/cienciaypoderaereo.709>
- Narciso Horna, W. A., & Manzano Ramos, E. A. (2021). Sistema de visión artificial basado en redes neuronales convolucionales para la selección de arándanos según estándares de exportación. *Campus*, 26(32), 155–166. <https://doi.org/10.24265/campus.2021.v26n32.01>
- Oliveira Ivo, I., Sacardi Biudes, M., Gomes Machado, N., Fabricio dos Santos, L. O., & Lopes Pedreira Junior, A. (2020). Parâmetros Biofísicos de Diferentes Tipos de Cobertura do Solo em uma área de Cerrado no Sul de Mato Grosso. *Revista Brasileira de Meteorologia*, 35(1), 111–122. <https://doi.org/10.1590/0102-7786351021>
- Paccioretti, P., Córdoba, M., & Balzarini, M. (2020). Desarrollo de un software para mapeo de variabilidad espacial en agricultura y ambiente. *AgriScientia*, 37(1), 75–84. <https://doi.org/10.31047/1668.298x.v37.n1.27863>
- Parody Zuleta, A. M., & Zapata Sanjuan, E. de J. (2018). Agricultura de precisión en Colombia utilizando teledetección de alta resolución. *Suelos Ecuatoriales*, 48(1–2), 41–49. http://unicauca.edu.co/revistas/index.php/suelos_ecuatoriales/article/view/94

- Perret, J., Villalobos Leandro, J. E., Abdalla Bolaños, K., Fuentes Fallas, C. L., Cuarezma Espinoza, K. M., Macas Amaya, E. N., López Maietta, M. T., & Drewry, D. (2020). Desarrollo de métodos de análisis de espectroscopia y algoritmos de aprendizaje automático para la evaluación de algunas propiedades del suelo en Costa Rica. *Agronomía Costarricense*. <https://doi.org/10.15517/rac.v44i2.43108>
- Piñeiro Antelo, M. de los Á., Durán Villa, F. R., & Santos, X. M. (2018). Inmigración peruana y pesca en el puerto de Cambados (Galicia): una perspectiva de género. *Boletín de La Asociación de Geógrafos Españoles*, 76, 218. <https://doi.org/10.21138/bage.2521>
- Porras-Rivera, G., & Rodríguez-Pulido, J. A. (2019). Comparación y Caracterización Morfométrica del Híbrido (*Pseudoplatystoma metaense* x *Leiarius marmoratus*) y sus Parentales (Siluriformes: Pimelodidae). *International Journal of Morphology*, 37(4), 1409–1415. <https://doi.org/10.4067/S0717-95022019000401409>
- Ramírez Gómez, C. A. (2020). Aplicación del machine learning en agricultura de precisión. *Revista CINTEX*, 25(2), 14–27. <https://doi.org/10.33131/24222208.356>
- Ribeiro de Oliveira, F., Braga França, S. L., & Duncan Rangel, L. A. (2019). Princípios de economia circular para o desenvolvimento de produtos em arranjos produtivos locais. *Interações (Campo Grande)*, 1179–1193. <https://doi.org/10.20435/inter.v20i4.1921>
- Rodríguez, D., Lisboa Rocha, M., De queiroz Trevisan, D. M., De Castro Jorge, L. A., Ferreira, E. J., Prado Osco, L., & Melgaço Barbosa, R. (2021). Aplicando Mineração de Imagens na Agricultura de Precisão. *Revista Cereus*, 13(3), 283–301. <http://ojs.unirg.edu.br/index.php/1/article/view/3572/>
- Rojas-Vilcahuaman, S., Solano, S. A. ., Camayo-Lermo, K. N. ., Vicente-Ramos, W. E. ., & Mejia, C. R. (2019). Innovación Disruptiva: Generación de una encuesta para la medición del potencial y nivel según las características de las empresas exportadoras en 5 departamentos del Perú. *Espacios*, 40(11). <https://cris.continental.edu.pe/en/publications/innovación-disruptiva-generación-de-una-encuesta-para-la-medición>
- Rubin de Celis, E., Cruz Burga, Z. A., Rosot, N. C., Dalla Corte, A. P., & Araki, H. (2021). Cambio de uso de la tierra en la amazonía peruana mediante algoritmos de inteligencia artificial. *Journal of Biotechnology and Biodiversity*, 9(1), 073–084. <https://doi.org/10.20873/jbb.uft.cemaf.v9n1.celis>
- Sierralta Chichizola, V., Mayta Huatuco, E., & León Quispe, J. (2016). Primer Registro de Plesiomonas shigelloides como Patógeno Oportunista de Tilapia Oreochromis niloticus (Linnaeus, 1758) en una Piscigranja de Lima, Perú. *Revista de Investigaciones Veterinarias Del Perú*, 27(3), 565. <https://doi.org/10.15381/rivep.v27i3.11996>
- Zafra Trelles, A. M., Diaz Barboza, M. E., Davila Gil, F. A., Vela Alva, K. A., & Colchado Colchado, J. P. E. (2018). Catálogo de peces ornamentales en Trujillo, La Libertad-Perú. *Arnaldoa*, 25(2), 757–786. <https://doi.org/10.22497/ARNALDOA.252.25221>
- Zárate M., I., Sánchez P., C., Palomino C., H., & Smith D., C. (2018). Caracterización de la crianza de trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) en la provincia de Chincheros, Apurímac, Perú. *Revista de Investigaciones Veterinarias Del Perú*, 29(4), 1310–1314. <https://doi.org/10.15381/rivep.v29i4.15196>