



# Micaela

Revista de Investigación - UNAMBA



Volumen 5 Núm. 2 año (2024) - <https://doi.org/10.57166/micaela.v5.n2.2024>

ISSN: 2955-8646 (e) - ISSN: 2709-8990



Trabajos de  
Investigación



UNIVERSIDAD NACIONAL  
**MICAELA BASTIDAS  
DE APURÍMAC**



ISSN: 2709-8990



### Comité Editorial

- Director: Ecler Mamani Vilca
- Editor: Almer Ventura Roman
- Comité científico: Franklin Lozano Cusi

### Equipo Técnico:

- Alfredo Huamán Cuya: Universidad Nacional José María Arguedas - Perú
- Edwar Ilasaca Cahuata: Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac - Perú
- Ernesto Mauro Suarez Lopez: Universidad Nacional de San Agustín
- Harnold Segundo Portocarrero Prado: Universidad Nacional del Altiplano - Perú
- Iris Eufemia Paredes Gonzales: Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann - Perú
- José L. Velasquez Garambel: Universidad Nacional del Altiplano - Perú
- Luis Fernando Pérez Falcón: Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac - Perú
- Martha Liliana Muñoz Delgado: Universidad del Valle de Colombia
- Pascual Ayamamani Collanqui: Universidad Nacional Intercultural de Quillabamba (UNIQ) - Perú
- Pedro Walter Bravo Matheus: Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco - Perú
- Ricardo José Linares Juarez: Pontificia Universidad Católica del Perú
- Roosevelt E. Mamani Quispe : Pontificia Universidad Católica de Chile
- Víctor Bustinza Choque: Universidad Nacional del Altiplano - Perú
- Aldo Alim Valderrama Pomé: Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac - Perú
- Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac - Perú
- Virgilio Machaca Machaca: Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac - Perú
- Evelyn Yeni Medrano Kari: Universidad Tecnológica de los Andes - Perú

Periodicidad: Semestral

Vol. 5 Núm. 2 año (2024)

Áreas temáticas: Multidisciplinaria

Editorial: UNAMBA - Perú

Vice Rectorado de Investigación

<https://doi.org/10.57166/micaela.v5.n2.2024>

ISSN: 2955-8646 (e)- ISSN: 2709-8990

Hecho el Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú N° 2020-10220

## Editorial

La revista Micaela, en su quinto volumen y número dos, se consolida como un espacio fundamental para la difusión del conocimiento generado por los estudiantes de la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac. Esta publicación, que recoge trabajos de investigación realizados para obtener el grado de bachiller, representa un hito en la formación académica de los futuros profesionales y un valioso aporte al acervo científico del país. La revista Micaela cumple un papel crucial al visibilizar la producción intelectual de los estudiantes de la UNAMBA y al promover el intercambio de ideas entre la comunidad académica. Al publicar estos trabajos, la revista no solo reconoce el esfuerzo de los autores, sino que también los expone a un público más amplio, lo que puede generar nuevas oportunidades de colaboración y desarrollo profesional.

La revista Micaela es mucho más que una simple publicación académica. Es un testimonio del compromiso de la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac con la formación integral de sus estudiantes y con el desarrollo de la región. A través de sus páginas, se vislumbra un futuro promisorio para la investigación en el Perú, impulsado por las nuevas generaciones de científicos.

Dr. Ecler Mamani Vilca



# Micaela

Autores

Revista de investigación - UNAMBA

- Oscar Choquehuallpa Hurtado
  - Jonathan Bustinza Mendoza
  - Mario Aquino Cruz
  - Luis Alberto Sanchez Valverde
  - Juan Carlos Valverde Ramirez
  - Jhoel Alan Huaraca Nuñez
  - Alfredo Cervantes Ccasa
  - Laura Astrid Quiroz Cerón
  - Melitza Graciela Alvites León
  - Flor Cintia Pareja Arredondo
  - Jaime Iván Carrasco Taipe
  - Bryan Hurtado Delgado
  - Marycielo Xiomara Oscco Guillen
  - Rosmery Sánchez Espinoza
  - Yennifer Meza Tantalla
  - Jairo Muñoz Miranda
  - Neisa Karyn Salazar Ascue
  - Leyter Arturo Espinoza Rodas
  - Karen Sheila Castañeda Pari
  - Yemerson Alcides Salas Puga
  - Zenaida Huamani Huamani
  - Julio Iván Cruz Colque
  - Isai Ochoa Pumaylle
  - Ivon Nieves Alarcón Palomino
  - Rocío Bautista Damián
- 
- Dr. Ecler Mamani Vilca / Director del Comité Editorial

Av. Garcilaso C.U Tamburco, Abancay Telef, +51983747138

Apurímac – Perú eclervirtual@unamba.edu.pe

Hecho el Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú N° 2020-10220 ISSN: 2709-8990

ISSN: 2955-8646 (e)- ISSN: 2709-8990

Tiraje: 500 ejemplares

Volumen 5 Número 2 - 2024

Se terminó de imprimir en Diciembre del 2024 los talleres de Kartergraf S.R.L

RUC 2056294423 - Cel: 995218612

Desarrollo de una aplicación de escritorio para la impresión de tickets en los sistemas de punto de venta de la empresa PUYU

**Development of a desktop application for printing tickets in the point of sale systems of the PUYU Company**

1

Diseño e implementación de un proceso de migración de sistemas ojs en la revista científica Riqchary

**Design and implementation of a migration process of ojs systems in the scientific journal Riqchary**

9

Técnicas de machine learning para la detección de intrusos en redes: Una revisión sistemática de la literatura

**Machine learning techniques for network intrusion detection: A systematic review of the literature**

17

Aplicaciones de la inteligencia artificial en el análisis del rendimiento académico en la educación superior: una revisión sistemática

**Applications of artificial intelligence in the analysis of academic performance in higher education: a systematic review**

25

Revisión sistemática de la evolución de los asistentes virtuales: desde los primeros Chatbots hasta la IA conversacional

**Systematic review of the evolution of virtual assistants: from early Chatbots to conversational AI**

33

Eficiencia del modelo de red neuronal convolucional DenseNet para la detección de somnolencia en conductores

**Efficiency of the DenseNet convolutional neural network model for detecting drowsiness in drivers**

40

Detección de enfermedades en hojas de tubérculos a través de redes neuronales: revisión sistemática de literatura

**Detection of diseases in tubers leaves using neural networks: systematic literature review**

48

Aplicación móvil con geolocalización para el registro de asistencias técnicas del Proyecto Palta - Apurímac 2024

**Mobile application with geolocation for the registration of technical assistance for the Palta Project - Apurímac 2024**

56

Desarrollo e implementación de una aplicación web para la gestión de condominios

**Development and implementation of a web application for condominium management**

64

Composición nutricional, perfil de ácidos grasos y presencia de *Salmonella spp* de la harina de pupas de mosca doméstica (*Musca domestica*)

**Nutritional composition, fatty acid profile, and presence of *Salmonella spp.* in housefly pupae meal (*Musca domestica*)**

72

El currículo por competencias: una visión desde el ámbito universitario

**The Competency-Based Curriculum: A University Perspective**

80

Análisis de avances en investigación en el Vicerrectorado de Investigación de la UNAMBA durante el año 2024

**Analysis of research advances in the UNAMBA Vice-Rectorate for Research during the year 2024**

87



Revista Micaela

ISSN: 2955-8646 (en línea) / 2709-8990 (Impresa)  
Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac  
Vice Rectorado de Investigación – Perú

Vol. 5 Num.2 (2024) - Publicado: 22/03/24

DOI: <https://doi.org/10.57166/micaela.v5.n2.2024>

Páginas: 1 - 8

Recibido 20/08/2024; Aceptado 04/09/2024

<https://doi.org/10.57166/micaela.v5.n2.2024.145>

**Autores:**

1. **ORCID iD** <https://orcid.org/0009-0004-7890-5974>  
Oscar Choquehuallpa Hurtado, Egresado de la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac – Pe  
[161139@unamba.edu.pe](mailto:161139@unamba.edu.pe)
2. **ORCID iD** <https://orcid.org/0009-0007-7564-4272>  
Jonathan Bustinza Mendoza, Egresado de la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac Perú– Pe  
[162134@unamba.edu.pe](mailto:162134@unamba.edu.pe)
3. **ORCID iD** <https://orcid.org/0000-0002-2552-5669> Mario Aquino Cruz, Docente en la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac Perú– Pe  
[maquino@unamba.edu.pe](mailto:maquino@unamba.edu.pe)

## Desarrollo de una aplicación de escritorio para la impresión de tickets en los sistemas de punto de venta de la empresa PUYU

### Development of a desktop application for printing tickets in the point of sale systems of the PUYU Company

Oscar Choquehuallpa-Hurtado<sup>1</sup>, Jonathan Bustinza-Mendoza<sup>2</sup>  
Mario Aquino-Cruz<sup>3</sup>

**Resumen.** Este trabajo de investigación presenta la implementación de una aplicación de escritorio para la impresión de tickets, el sistema de punto de venta consume el API de la aplicación para imprimir varios tipos de documentos en diferentes tipos de ticketeras. Es una investigación de tipo aplicada y de alcance descriptivo, la implementación de la aplicación se realizó utilizando la metodología ágil Scrum. Las pruebas se realizaron en la pizzería Il Gatto ubicada en la provincia de Andahuaylas; asimismo se aplicó un cuestionario a 4 personas que constaba de 8 preguntas, en el cual se obtuvo un puntaje general de 4.6 en una escala del 1 al 5, lo cual indica que los usuarios están satisfechos con la usabilidad de la aplicación.

**Palabras Clave:** Aplicación de escritorio, impresión de tickets, metodología Scrum, punto de venta.

**Abstract.** This research work presents the implementation of a desktop application for printing tickets, the point of sale system consumes the application's API to print various types of documents in different types of ticket holders. It is an applied research of descriptive scope; the implementation of the application was carried out using the agile Scrum methodology. The tests were carried out at the Il Gatto pizzeria located in the province of Andahuaylas; Likewise, a questionnaire was applied to 4 people that consisted of 8 questions, in which a general score of 4.6 was obtained on a scale of 1 to 5, which indicates that users are satisfied with the usability of the application.

**Keywords:** Desktop application, ticket printing, Scrum methodology, point of sale.

## 1 Introducción

En el contexto del presente artículo se define el sistema de punto de venta (POS por sus siglas en inglés) como el conjunto de hardware y software diseñado para optimizar los procesos de negocio de atención al cliente y ventas. Los componentes de un POS pueden variar, pero típicamente están compuestos por un software especializado, un escáner de códigos de barras, una impresora de tickets, una gaveta de dinero y una computadora con conexión a internet [1].

Un ticket es un comprobante de pago que emiten las máquinas registradoras cuando se adquieren bienes o servicios como consumidor o usuario final, y sirve para propósito personal [2], en términos simples un ticket de impresión es un documento generado por una impresora térmica o similar, utilizado para registrar transacciones comerciales, tales como boletas, comandas, recibos, precuentas o cualquier otro documento con información sobre algún proceso de venta, los tickets representan los movimientos de las ventas diarias en un negocio.

En este contexto PUYU es una empresa especializada en brindar servicios en la nube “Software como Servicio”, Actualmente la empresa cuenta con 3 sistemas de punto de venta: YuBiz, YuRes y YuBus, Todos ellos orientados a diferentes tipos de negocio como puntos de venta de negocios en general, restaurantes hasta empresas de transporte [3]. Adicionalmente a ello los tres sistemas de punto de venta (POS) integran un servicio de facturación electrónica desarrollada por la misma empresa, gracias a ello cada sistema puede emitir documentos electrónicos, estos documentos pueden ser entregados al cliente en formato electrónico, pero también es posible entregarlos en físico en formatos de tickets de impresión como boletas, facturas, notas de venta, etc.

Para la impresión de los tickets la empresa Puyu desarrolló un pequeño programa que ayuda con estas tareas denominado “FastPrinter” y que se incluyen en la instalación de dos de los sistemas de punto de venta que provee la empresa, YuBus y YuRes. YuBus es una solución de software orientado a empresas de transporte y YuRes orientado a bufets, puntos de comida rápida, restaurantes en general, etc. Tanto YuBus como YuRes utilizan FastPrinter para la gestión y diseño de impresión de los documentos electrónicos como boletas, facturas, notas de venta, guías de remisión, etc. Adicionalmente a ello YuRes lo utiliza para imprimir otros tipos de documentos como guías de entrega, comandas, precuentas, delivery, etc. FastPrinter no se limita al diseño de los documentos de impresión, sino que también, a gestionar los distintos tipos de conexión que existen con las ticketeras, tales como: conexión vía Ethernet, mediante protocolo Samba, puertos seriales, puertos virtuales, mediante USB, etc. Esta última característica es muy utilizada por YuRes, ya que los negocios de la mayoría de sus clientes tienen varias ticketeras con distintos tipos de conexión según las necesidades del negocio.

FastPrinter está desarrollada con el lenguaje de programación PHP, y se despliega de forma artesanal instalando programas de terceros como XAMPP para su correcto funcionamiento en la computadora de los clientes. PHP es un lenguaje orientado a desarrollar aplicaciones del lado del servidor y XAMPP es un conjunto de herramientas para el desarrollo web que incluye PHP [4]. Instalar XAMPP en la PC de los clientes es algo contra intuitivo ya que está pensado para el desarrollo web y no como algo que usarían los usuarios finales, sin embargo, FastPrinter depende de XAMPP para funcionar, lo que genera complicaciones innecesarias en la instalación de los sistemas de punto de venta, incluso la instalación y configuración de este paquete de herramientas de desarrollo varía según el sistema operativo. En el caso de YuRes, actualmente existen clientes que utilizan sistemas operativos como Windows, Linux y Mac, y por lo tanto FastPrinter no es una solución multiplataforma.

Asimismo, FastPrinter no tiene un mecanismo de actualizaciones automáticas. En caso de tener que desplegar nuevas funcionalidades o corregir algunos posibles errores, se tiene que acceder a la PC del usuario final para poder actualizar manualmente el servicio de impresión, para lo cual utiliza GIT como herramienta para traer los nuevos cambios. GIT es una herramienta para el control de versiones de un software [5], y su uso en los usuarios finales es atípico, ya que está pensada para desarrolladores de software. Sin mencionar que esto implica manejar las versiones de cada cliente manualmente, este problema complica demasiado el proceso si son muchos clientes, lo cual demuestra que no es una solución escalable.

El programa “FastPrinter” no incluye una interfaz gráfica para poder administrar o configurar el servicio de impresión, es simplemente un controlador PHP que recibe los tickets a imprimir, por lo tanto dificulta implementar características como, actualizar el logo de impresión del negocio de los clientes, configurar el servidor de impresión local o poder incluso administrar la cola de impresión para ticketeras en red. Tampoco incluye un sistema de logging o registros de depuración, Un sistema de logging se utiliza para diversos fines como depuración, monitoreo y cumplimientos de seguridad, ya que trae información de todo lo que pasa internamente en la ejecución de un programa [6], agregar este sistema a FastPrinter se vuelve complicado por la forma en la que está desarrollado lo cual dificulta el proceso de depuración en caso de errores.

Visto los problemas mencionados anteriormente y que no se encontraron trabajos relacionados se desarrolló una aplicación de escritorio multiplataforma como servicio de impresión de tickets, que implemente un mecanismo de impresión de documentos genéricos, administre la conexión con los diferentes tipos de ticketeras térmicas e implemente una API que pueda ser integrado a los sistemas de punto de venta. El objetivo de este artículo es documentar el proceso de desarrollo de esta aplicación, para que sirva como referencia para el desarrollo de futuros estudios similares, así como evidenciar las mejoras con respecto a FastPrinter y como esto incluso se puede integrar no solo a los sistemas de punto de venta de la empresa PUYU, si no también a cualquier otra solución de software POS. El producto final mejoró todo aspecto técnico de la solución de software de impresión de tickets “FastPrinter”, constituyendo una solución más robusta, con mejores mecanismos de distribución y despliegue a los usuarios finales, actualizaciones automáticas, integración de un mecanismo de logging, interfaces gráficas para la configuración e interacción con el servidor de impresión de tickets y la construcción de un API para la integración con los sistemas de punto de venta.

## 2 Metodología para la implementación de la aplicación

Es una investigación de tipo aplicada y el alcance es descriptivo. La aplicación desarrollada se integró por completo en el sistema de punto de venta YuRes de la empresa Puyu. Para el diseño y la programación se definió la arquitectura lógica y se utilizó la metodología ágil de desarrollo de software Scrum.

### 2.1 Arquitectura lógica

La arquitectura lógica representa la interconexión entre las partes que componen la solución de software [7], [8]. La aplicación, a la cual se hará referencia de ahora en adelante como “PukaHTTP”, funciona en una red de área local (LAN), los sistemas de punto de venta consumen la API de la aplicación utilizando el protocolo HTTP y enviando los documentos de impresión (tickets) en formato JSON. Internamente, los documentos son procesados y convertidos a cadenas de bytes según el estándar ESC/POS de Epson, los bytes representan comandos de impresión que las ticketeras térmicas interpretan para emitir los documentos en papel térmico. Los bytes son redirigidos a la ticketera correspondiente a través de cable de red, protocolo Samba, USB o puerto serial. PukaHTTP implementa otros endpoints para la reimpresión y liberación de tickets, así como un controlador WebSocket para el seguimiento en tiempo real del número de elementos en la cola de impresión. Ver Fig. 1.

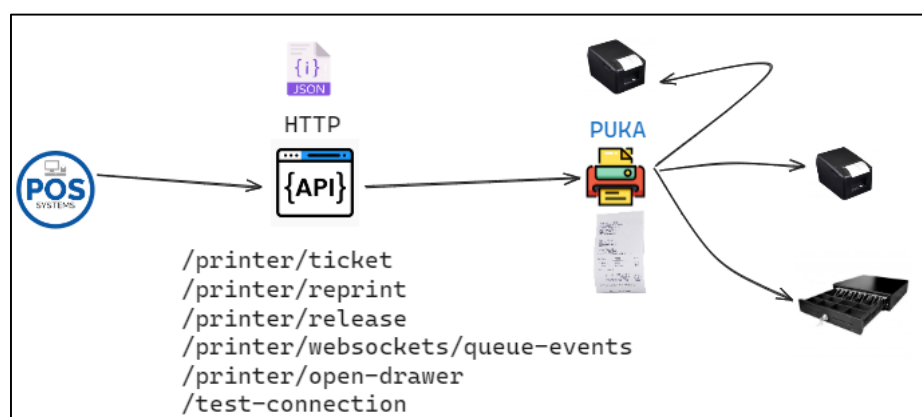


Fig. 1. Arquitectura lógica de la aplicación

## 2.2 Metodología Scrum

Para el proceso de implementación, se utilizó un enfoque basado en iteraciones o sprints, tal como lo propone la metodología ágil Scrum [9], [10].

Primero se definió el Product Backlog (Tabla 1.) según las funcionalidades que requería la aplicación y en función de ello se inició con el desarrollo de los sprints, cada sprint tuvo una duración de 1 semana, en la que todos los sábados se llevaba a cabo el Sprint Review, donde se definían las tareas de la siguiente semana (Sprint Backlog). Los Daily Sprint fueron de lunes a viernes de 8:30 a.m. a 9:00 a.m. En cada sprint se entregaban elementos funcionales de la aplicación para que fueran evaluados y se obtuviera una retrospectiva de lo que se desarrollaba, y cambiar o actualizar el enfoque si fuese necesario.

**Tabla 1.** Product Backlog de PukaHTTP

Nº	Item
1	Implementar un mecanismo de conexión con los distintos tipos de ticketeras, mediante Ethernet, protocolo samba, USB, puerto serial, etc.
2	Implementar un servidor http para definir el API de impresión de tickets usando un framework para agilizar el desarrollo de los endpoint y el control de excepciones.
3	Integrar un mecanismo de logging con capacidad de guardar información de la fecha y hora de los posibles incidentes, así mismo con una política de limpieza periódica.
4	Agregar interfaces gráficas para la configuración del servidor, actualizar el logo de impresión y otras configuraciones.
5	Implementar ventana de acciones de impresión (reimprimir, liberar y visualizar el número de elementos en cola de impresión), así como también un módulo de pruebas de compatibilidad e impresión.
6	Integrar mecanismo de despliegue a los usuarios finales mediante el uso de un instalador multiplataforma y de forma automatizada.
7	Agregar un mecanismo de actualizaciones automáticas.

## 2.3 Interfaces de la aplicación

La ventana principal es la de configuración inicial del servidor, ahí se ingresa el IP y puerto del servidor local http, opcionalmente se puede configurar el logo de impresión del negocio del cliente de punto de venta, ver Fig. 2.



**Fig. 2.** Ventana inicial PukaHTTP

Adicionalmente, se tiene una ventana para poder reconfigurar el servidor local http y también poder acceder a los archivos de los logs y configuraciones internas de la aplicación tal como se muestra en la Fig. 3.

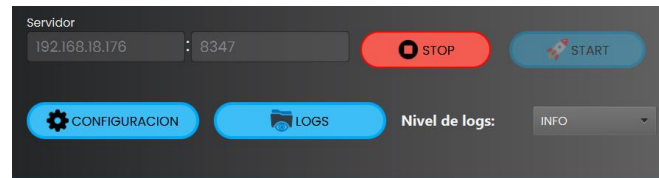


Fig. 3. Ventana de configuración PukaHTTP

Se implementó una interfaz de pruebas de impresión, para descartar incompatibilidades con ciertas ticketeras, como soporte de imágenes, soporte de texto con fondo invertido, soporte de caracteres extraños, conexión exitosa a la ticketera, etc. Así mismo evaluar ciertos aspectos de diseño de los tickets, ver Fig. 4.

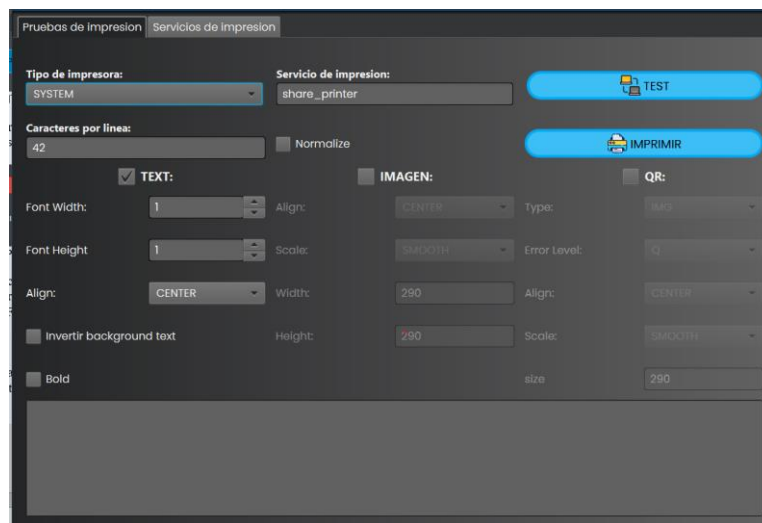


Fig. 4. Ventana de pruebas de impresión PukaHTTP

Finalmente, la Fig. 5 muestra la interfaz principal, que incluye información del número de elementos en cola, acciones de reimpresión o liberación de los elementos en cola de impresión y un botón para acceder a las pruebas de impresión.

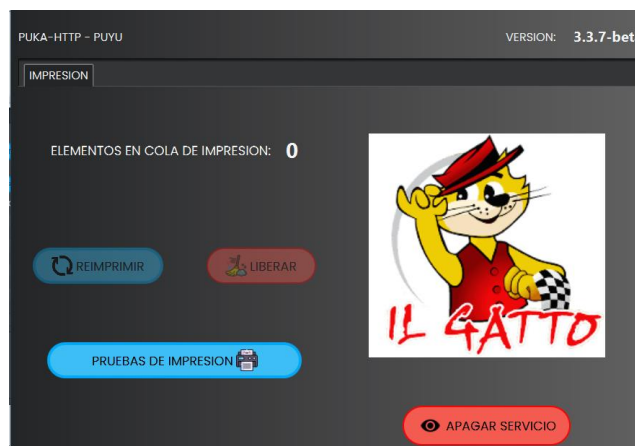


Fig. 5. Ventana principal PukaHTTP

## 2.4 Despliegue continuo

El despliegue continuo hace referencia a la automatización de llevar a producción el software [11]. Las herramientas utilizadas para este propósito fueron JDeploy y GitHub Actions (G.H.A). JDeploy empaqueta el código en un ejecutable JAR, luego lo envía a un repositorio npm y genera una página de descarga de aplicación en diferentes ejecutables según la plataforma: Linux, Windows o Mac [12]. GitHub Actions es una plataforma de integración y despliegue continuo [13], mediante ella, representamos un flujo de compilación de la aplicación, (ver Fig. 6). Las actualizaciones automáticas ya vienen configuradas gracias a la herramienta JDeploy, cada vez que inicie la aplicación buscará si existe una nueva versión, si lo encuentra, descarga los nuevos paquetes e inicia la aplicación, de lo contrario solo se iniciará la aplicación sin ningún problema.

```
1 name: jDeploy CI with Maven
2
3 on:
4   workflow_dispatch:
5
6 concurrency:
7   group: ${{ github.workflow }}-${{ github.ref }}
8   cancel-in-progress: true
9
10 jobs:
11   build:
12     runs-on: ubuntu-20.04
13     steps:
14       - uses: actions/checkout@v4
15         with:
16           fetch-depth: 0
17       - name: Set package.json.production to package.json
18         run: mv package.production.json package.json
19       - name: Add PRODUCTION file
20         run: touch PRODUCTION
21       - name: Set up JDK 17
22         uses: actions/setup-java@v3
23         with:
24           java-version: '17'
25           distribution: 'temurin'
26           cache: maven
27       - name: Build with Maven
28         run: mvn -B package --file pom.xml
29       - name: Publish App Installer Bundles GITHUB
30         uses: shannah/jdeploy@master
31         with:
32           github_token: ${{ secrets.GH_TOKEN }}
33
34     - run: echo "Final status ${{ job.status }}"
```

Fig. 6. Workflow G.H.A. de despliegue de PukaHTTP

Las pruebas de la aplicación se realizaron en la pizzería Il Gatto en la provincia de Andahuaylas (Fig. 7).

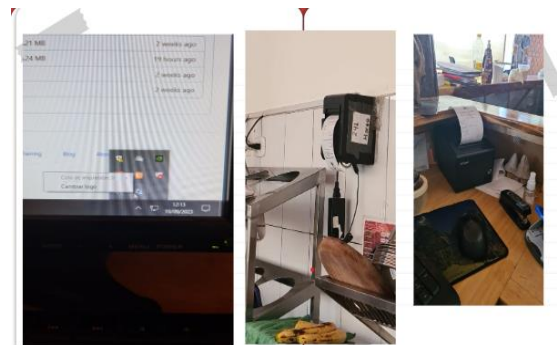


Fig. 7. Pruebas en la pizzería Il Gatto Andahuaylas

### 3 Resultados

Los resultados de la implementación de la aplicación muestran que los sistemas de punto de venta pueden integrarse a la aplicación instalando el software mediante un instalador multiplataforma sin requerimientos externos, asimismo los sistemas POS pueden consumir el API que implementa la aplicación para la impresión de distintos tipos de documentos. Las pruebas se realizaron en la pizzería Il Gatto, ubicada en la provincia de Andahuaylas, y se pudo observar que la aplicación funciona adecuadamente.

Para la evaluación, se aplicó un cuestionario adecuado según las métricas de usabilidad y calidad de software [14], [15]. El cuestionario consta de 8 preguntas y se muestra en la Figura 8. Está compuesto por 2 bloques, “Calidad de software” que tiene 4 preguntas y “Usabilidad” también con 4 preguntas, luego cada pregunta tiene una valoración que va desde “1” hasta un valor muy positivo “5”.

Calidad de software	1	2	3	4	5
1. ¿La aplicación cumple con las funcionalidades necesarias para la integración con los sistemas de punto de venta?					
2. ¿La aplicación se integra sin problemas con los sistemas de punto de venta?					
3. ¿Qué tan fácil es modificar y actualizar la aplicación?					
4. ¿La aplicación ha sufrido pocos o ningún fallo crítico en el último mes?					
Usabilidad	1	2	3	4	5
1. ¿Qué tan sencillo fue integrar la aplicación de impresión con los sistemas de punto de venta?					
2. ¿La documentación proporcionada fue clara y suficiente?					
3. ¿Qué tan efectivo fue el soporte técnico durante la integración a los sistemas de punto de venta?					
4. ¿Qué tan fácil fue comprender el flujo de trabajo de la aplicación?					

**Fig. 8.** Cuestionario de usabilidad y calidad de software

El cuestionario se aplicó a 4 desarrolladores de software de la empresa Puyu que integraron la aplicación en los sistemas de punto de venta de la empresa. A cada uno de ellos se les explicó el modo de funcionamiento de PukaHTTP y se dio soporte técnico para su integración en los sistemas POS. El cuestionario fue desarrollado con la herramienta “Google Forms” y se aplicó el 13 de octubre de 2024 cuyos resultados obtenidos se muestran en la Tabla 2.

**Tabla 2.** Resultados obtenidos del cuestionario

Correo	Pregunta							
	1	2	3	4	5	6	7	8
edwin***@gmail.com	4	5	5	3	4	4	5	5
161***@unamba.edu.pe	5	5	5	4	5	5	5	5
cristhian***@gmail.com	5	5	5	4	5	5	5	5
nahuinlla***@gmail.com	5	5	5	4	4	4	5	5

Del cuestionario aplicado se obtuvo un puntaje de 4.6 en una escala del 1 al 5 en calidad de software y 4.6 en la escala de 1 al 5 en usabilidad. Como promedio general se obtuvo un 4.6 lo que indica que las personas encuestadas están satisfechos con la aplicación.

### 4 Conclusiones y trabajo futuro

Se desarrolló una aplicación de escritorio para la impresión de tickets en una empresa de desarrollo de software. Para esto se instala la aplicación mediante un instalador multiplataforma sin dependencias, luego los sistemas de punto de venta consumen el API que implementa la aplicación para imprimir varios tipos de documentos en distintas ticketeras ubicadas en diferentes partes de un local. Por otro lado, después se aplicó un cuestionario de usabilidad y calidad de software para evaluar la aplicación; los resultados muestran que se tiene un puntaje de 4.6 en la escala de 1 a 5.

Como trabajo futuro, se podría implementar un servidor de impresión en la nube, que utilice el protocolo WebSockets, de tal forma que se establezca una comunicación segura SSL con el servicio de impresión.

## 5 Biografías

- Oscar Alcides Choquehuallpa Hurtado, egresado en Ingeniería Informática y Sistemas de la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac.
- Jonathan Bustinza Mendoza, egresado en Ingeniería Informática y Sistemas de la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac.
- Mario Aquino Cruz, Docente en la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac Perú, MSc. en Informática, investigador en las áreas de informática educativa, IoT, inteligencia artificial y ciberseguridad.

## 6 Referencias

- [1] O. Alfaro, “Migración del punto de venta e infraestructura a la nube para mejora de procesos empresa MONT,” Universidad San Ignacio de Loyola, 2017. Accessed: Oct. 05, 2024. [Online]. Available: <https://hdl.handle.net/20.500.14005/3824>
- [2] Sunat, “Régimen MYPE Tributario - RMT - Orientación - Superintendencia Nacional de Aduanas y de Administración Tributaria - Plataforma del Estado Peruano.” Accessed: Oct. 06, 2024. [Online]. Available: <https://www.gob.pe/8334-ticket-o-comprobante-de-pago-valido>
- [3] “Sistemas con facturación electronica | Puyu.pe.” Accessed: Oct. 14, 2024. [Online]. Available: <https://puyu.pe/>
- [4] C. C. Mohan, S. S. Ahmed, N. V. Priya, M. Jahnavi, and T. P. Babu, “E - Health Centre Maintenance System using PHP with MySQL and XAMPP Web Server,” *Int. J. Adv. Res. Sci. Commun. Technol.*, pp. 859–865, Nov. 2022, doi: 10.48175/IJARSCT-7577.
- [5] W. Yang, C. Zhang, M. Pan, C. Xu, Y. Zhou, and Z. Huang, “Do Developers Really Know How to Use Git Commands A Large-scale Study Using Stack Overflow,” *ACM Trans. Softw. Eng. Methodol.*, vol. 31, no. 3, Apr. 2022, doi: 10.1145/3494518.
- [6] B. Chen and Z. M. J. Jiang, “Studying the use of java logging utilities in the wild,” in *Proceedings - International Conference on Software Engineering*, IEEE Computer Society, Jun. 2020, pp. 397–408. doi: 10.1145/3377811.3380408.
- [7] I. Sommerville, *Ingeniería del software*, Sétima. Pearson Addison Wesley, 2005.
- [8] R. Pressman, *Ingeniería del Software. Un Enfoque Practico*, Quinta. Mc Graw Hill, 2001.
- [9] M. Trigas Gallego, “Metodología Scrum,” 2012.
- [10] N. X. Cortes, “Metodología Scrum versus Metodología en Cascada en el Desarrollo de Software,” 2013, Accessed: Oct. 06, 2024. [Online]. Available: <https://prcrepository.org:443/xmlui/handle/20.500.12475/2369>
- [11] C. Sánchez Gómez, “Estudio de herramientas de despliegue continuo de aplicaciones, y sus ventajas competitivas en un mundo marcado por la agilidad,” 2019, Accessed: Oct. 07, 2024. [Online]. Available: <https://hdl.handle.net/10016/29802>
- [12] “Developer friendly desktop deployment tool.” Accessed: Oct. 07, 2024. [Online]. Available: <https://www.jdeploy.com/>
- [13] “Documentación de GitHub Actions - Documentación de GitHub.” Accessed: Oct. 07, 2024. [Online]. Available: <https://docs.github.com/es/actions/about-github-actions/understanding-github-actions>
- [14] N. Bevan, J. Carter, J. Earthy, T. Geis, and S. Harker, “New ISO standards for usability, usability reports and usability measures,” Springer Verlag, 2016, pp. 268–278. doi: 10.1007/978-3-319-39510-4\_25.
- [15] M. Lang, *Usability engineering*, vol. 44, no. 1. Academic Press, 2002. doi: 10.1524/itit.2002.44.1.003.



# Micaela

Revista de Investigación - UNAMBA

Revista Micaela

ISSN: 2955-8646 (en línea) / 2709-8990 (Impresa)  
Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac  
Vice Rectorado de Investigación – Perú

Vol. 5 Núm. 2 (2024) - Publicado: 22/03/24

DOI: 10.57166/micaela.v5.n2.2024

Páginas: 9 - 16

Recibido 20/08/2024; Aceptado 04/09/2024

<https://doi.org/10.57166/micaela.v5.n2.2024.148>

## Autores:

1. **ORCID iD** <https://orcid.org/0009-0002-6949-999X>  
Luis Alberto Sánchez-Valverde, Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac, Pe.  
182231@unamba.edu.pe
2. **ORCID iD** <https://orcid.org/0009-0006-7654-7151>  
Juan Carlos Valverde-Ramírez, Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac, Pe.  
162179@unamba.edu.pe
3. **ORCID iD** <https://orcid.org/0000-0002-2552-5669>  
Mario Aquino-Cruz, docente de la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac, Pe. ma-  
quino@unamba.edu.pe

## Diseño e implementación de un proceso de migración de sistemas ojs en la revista científica Riqchary

### Design and implementation of a migration process of ojs systems in the scientific journal Riqchary

Luis Alberto Sanchez-Valverde<sup>1</sup>, Juan Carlos Valverde-Ramirez<sup>2</sup> y Mario Aquino-Cruz<sup>3</sup>

**Resumen.** Este artículo detalla el proceso de migración de la revista Riqchary de la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac, desde OJS 3.3 a 3.4. Utilizando la metodología ágil Scrum, el proyecto abordó la necesidad de mejorar el rendimiento, seguridad y funcionalidad del sistema de gestión editorial. La migración se estructuró en cinco sprints, logrando la transferencia exitosa del 100% de los artículos y números de revista, y del 98% de los usuarios. La actualización resultó en tiempos de carga más rápidos y una seguridad mejorada mediante la encriptación SSL/TLS. Los resultados fortalecen la posición de Riqchary como una plataforma confiable, destacando la utilidad de Scrum para superar desafíos técnicos. Este estudio ofrece un marco de referencia valioso para futuras migraciones tecnológicas en el ámbito académico.

**Palabras Clave:** Ingeniería Informática, Migración de sistemas, OJS, Revista Riqchary

**Abstract.** This article details the migration process of the Riqchary journal from the National University Micaela Bastidas of Apurímac, transitioning from OJS 3.3 to 3.4. Utilizing the agile Scrum methodology, the project addressed the need to enhance the system's performance, security, and functionality. The migration was structured into five sprints, achieving a successful transfer of 100% of articles and journal issues, and 98% of users. The update resulted in faster load times and improved security through SSL/TLS encryption. The results strengthen Riqchary's position as a reliable platform, highlighting the usefulness of Scrum in overcoming technical challenges. This study provides a valuable framework for future technological migrations in the academic field.

**Keywords:** Computer Engineering, System migration, OJS, Riqchary Journal

## 1 Introducción

La gestión eficiente de revistas científicas es crucial para la difusión del conocimiento académico. Las revistas científicas surgieron en el siglo XVII [1] como un medio para formalizar la comunicación de descubrimientos e investigaciones entre científicos. Se consideran revistas aquellas publicaciones periódicas que pasan por un riguroso proceso de revisión por pares, asegurando así la calidad, validez y originalidad de los contenidos presentados. (OJS) ha transformado significativamente el panorama de la publicación académica al proporcionar una infraestructura tecnológica que permite a las instituciones y sociedades académicas gestionar y publicar revistas de manera independiente, facilitando así la diseminación global del conocimiento científico y el fortalecimiento de las comunidades académicas locales" [2].

Open Journal Systems (OJS) es una plataforma ampliamente utilizada para la gestión y publicación de revistas académicas. Desarrollado por el Public Knowledge Project, OJS proporciona una solución integral que abarca desde la gestión del proceso editorial hasta la publicación en línea. La primera versión de 3.3 de OJS, lanzada en noviembre del 2020, introdujo mejoras significativas en la interfaz de usuario y en la gestión de flujos editoriales, mientras que la primera versión 3.4, lanzada en junio del 2023, se centró en mejorar la seguridad y la interoperabilidad con otras plataformas



[3][4]. Al ser un software de código abierto, OJS permite a las instituciones académicas personalizar y adaptar la plataforma a sus necesidades específicas, tiene un impacto significativo en la publicación académica global. Según las estadísticas oficiales proporcionadas por el Public Knowledge Project, OJS se utiliza en más de 44 000 revistas, en 148 países diferentes y está disponible en más de 60 idiomas. Esto demuestra el alcance global y la versatilidad de la plataforma para atender a diversas comunidades académicas en todo el mundo [5]. La flexibilidad y robustez de OJS lo han convertido en una herramienta esencial para editores que buscan mejorar la eficiencia y accesibilidad de sus publicaciones.

La revista Riqchary, una publicación de la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac, fue establecida en 2018 con el objetivo de promover la investigación científica y tecnológica en el campo de la informática y sistemas de información. Hasta la fecha, ha publicado cinco volúmenes con un total de 43 artículos [6]. Riqchary se distingue por su compromiso con la difusión de investigaciones tanto a nivel nacional como internacional, actuando como un catalizador para el intercambio científico y la innovación en su campo.

La necesidad de actualizar el sistema OJS de la versión 3.3 a la 3.4 en la revista Riqchary surgió para mejorar su rendimiento, seguridad y funcionalidad. Esta actualización era esencial para asegurar una experiencia optimizada para autores y lectores, permitiendo una gestión más eficiente del contenido y una mejor interoperabilidad con otras plataformas digitales. Durante el proceso de migración, se enfrentaron diversos desafíos, incluida la configuración de un nuevo entorno de servidor y la migración de metadatos y contenidos mediante el módulo de exportación XML nativo.

El objetivo principal del proyecto de migración de la revista Riqchary fue garantizar su continuidad operativa mientras se incorporaban mejoras significativas en funcionalidad y seguridad. Este esfuerzo forma parte de un contexto más amplio donde las migraciones tecnológicas son críticas para asegurar la integridad y accesibilidad de los recursos digitales en el entorno académico. Al implementar estas mejoras, Riqchary no solo busca optimizar su proceso editorial, sino también posicionarse como un referente en la publicación científica de calidad.

## 2 Trabajos relacionados

La literatura en el ámbito de las publicaciones académicas enfatiza la relevancia de las actualizaciones tecnológicas para mantener la competitividad y relevancia de las revistas científicas. Un enfoque centrado en el usuario es clave para mejorar la experiencia final, como destaca Willinsky [7], sugiriendo que el diseño del software de publicación debe priorizar las necesidades del usuario para optimizar la interacción con las plataformas editoriales.

Palacios Gallego [8] aborda la migración de la Biblioteca Digital de SISTEDES desde WordPress a Open Journal Systems (OJS), destacando la necesidad de este cambio para superar las limitaciones de los sistemas generales y adoptar tecnologías más especializadas. Este trabajo subraya cómo la migración a OJS mejora la gestión y funcionalidad de los sistemas de publicación, facilitando un manejo más eficiente de contenidos académicos. Por otro lado, Maceri [9] se centra en la ampliación de las capacidades de exportación e importación de OJS, destacando la importancia de conservar el flujo completo de trabajo editorial durante las migraciones. Este aspecto es crucial para asegurar la continuidad operativa y la integridad de los datos en las revistas académicas, permitiendo una transición fluida entre diferentes versiones del sistema.

Además, diversos estudios han explorado las migraciones entre versiones de OJS, resaltando los desafíos y soluciones prácticas. El trabajo de Luján Villarreal et al. [10] presenta SUM-OJS, una herramienta diseñada para agilizar y simplificar las actualizaciones del sistema Open Journals System (OJS). Otro tipo de enfoque se centra en las actualizaciones mayores, como la transición de OJS 3.0 a 3.1, que no solo introducen importantes mejoras en la interfaz de usuario y la seguridad, sino que también implican cambios significativos a nivel de arquitectura, como la adopción de un nuevo framework y la reestructuración de la jerarquía de clases de plugins y temas. SUM-OJS utiliza una estructura basada en Docker y Docker-compose para facilitar estos procesos, permitiendo que las actualizaciones se realicen de manera iterativa y controlada, minimizando errores y optimizando la eficiencia del sistema [10].

La aplicación del marco de trabajo SCRUM en la migración de sistemas de gestión de revistas académicas ha sido explorada por González Camargo [11]. Este estudio de caso se centra en la Universidad Santo Tomás de Tunja, donde SCRUM se implementó para mejorar la eficacia de la gestión editorial utilizando el sistema OJS. La metodología ágil permitió controlar el proceso editorial desde la recepción de artículos hasta su publicación, proporcionando una estructura que facilitó la adaptación a las necesidades específicas de las publicaciones científicas. Los resultados destacaron la importancia de SCRUM en la optimización de procesos editoriales, mostrando mejoras en la calidad del trabajo y sugiriendo recomendaciones para futuras migraciones [11].

### 3 Metodología

El trabajo es de tipo de investigación aplicada con un nivel de investigación descriptivo. Para la migración de la revista Riqchary de OJS 3.3 a 3.4, se aplicó la metodología ágil Scrum. Esta metodología fue elegida por su capacidad para manejar proyectos complejos y su adaptabilidad a cambios continuos, lo cual es fundamental en un entorno de migración tecnológica donde los requisitos pueden evolucionar [12]. Scrum permite a los equipos trabajar de manera iterativa e incremental, asegurando que cada fase del proyecto se revise y ajuste según sea necesario. Esta flexibilidad es crucial cuando se trata de mitigar riesgos y responder rápidamente a los problemas que puedan surgir durante el proceso de migración.

Se trabajó en dos entornos, uno de pruebas cuyos resultados positivos se iban a aplicar en el entorno de producción, el entorno de pruebas tenía que simular el servidor del entorno de producción para así cubrir todas las problemáticas posibles y casuísticas. La modificación de los archivos xml para la exportación se modificaron en el entorno de pruebas al igual que la instalación del sistema OJS, al ser Ubuntu server, se tenía que trabajar por consola.

#### 3.1 Configuración del servidor

Antes de la migración se realizó la configuración del servidor, que es esencial para soportar el nuevo sistema OJS 3.4. Se decidió utilizar Apache como servidor web, PHP 8.0 para el procesamiento de scripts, y MariaDB como sistema de gestión de bases de datos. Esta elección asegura un entorno seguro y eficiente, alineado con los requisitos técnicos de OJS 3.4 [13]. Además, se implementaron técnicas avanzadas de seguridad, como la encriptación SSL/TLS y el uso de firewalls, para proteger los datos sensibles y garantizar la integridad del sistema.

**Tabla 1.** Especificaciones del Servidor.

Requerimientos para instalar OJS 3.4	
Componente	Especificación
Servidor Web	Apache
Versión PHP	8.0
Base de Datos	MariaDB
Sistema Operativo	Ubuntu Server
Seguridad	SSL/TLS, Firewall

Cabe indicar que se realizó la creación de la base de datos de acuerdo a los requisitos de OJS y la instalación correspondiente luego de configurar el servidor, con una instalación básica y configurando los archivos ‘config.inc.php’ dentro de la carpeta ojs, ‘php.ini’ de la carpeta apache2 dentro del php.

#### 3.2 Proceso de migración

El proceso de migración se estructuró en cinco sprints, cada uno diseñado para abordar aspectos específicos de la migración:

**Sprint 1: Análisis.** Este sprint se centró en un análisis exhaustivo de las fuentes de datos a migrar. Se identificaron las diferencias en la estructura de datos entre OJS 3.3 y 3.4, y se establecieron los requisitos técnicos necesarios para realizar la migración. Esta fase fue crucial para prever posibles desafíos y planificar estrategias para superarlos.

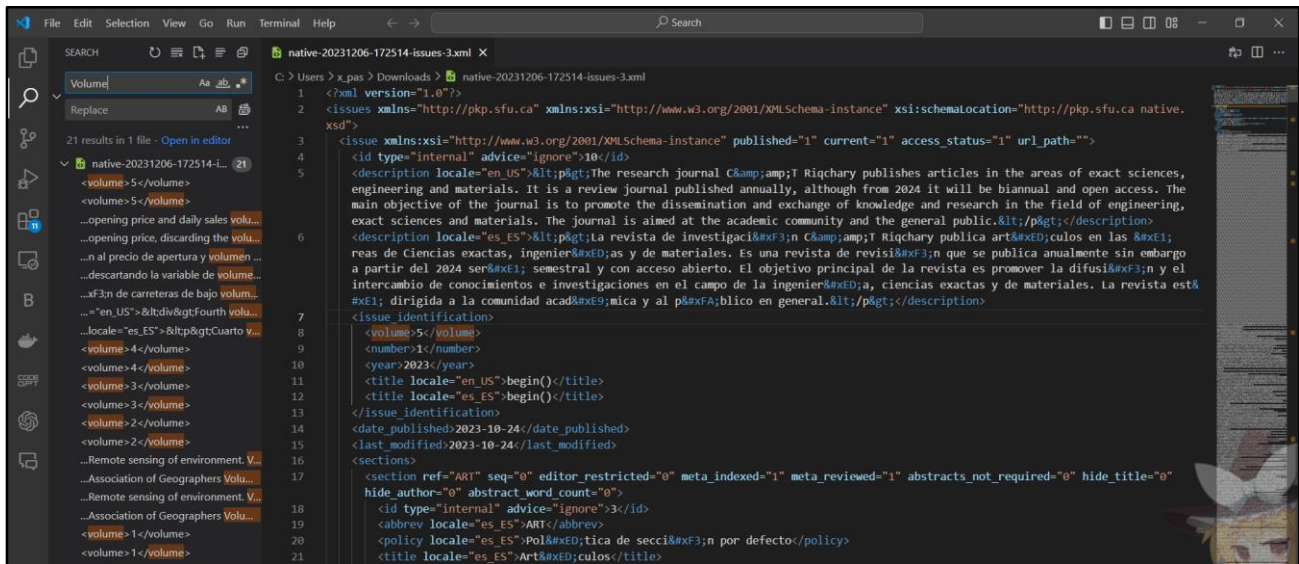
**Tabla 2.** Análisis.

Sprint 1: Análisis	Descripción
Objetivo	Análisis exhaustivo de las fuentes de datos a migrar. <ul style="list-style-type: none"> <li>Identificación de diferencias en la estructura de datos entre OJS 3.3 y 3.4.</li> </ul>
Actividades Principales	<ul style="list-style-type: none"> <li>Establecimiento de requisitos técnicos para la migración.</li> </ul>
Importancia	Fase crucial para prever desafíos y planificar estrategias para superarlos.

**Sprint 2: Extracción.** Durante esta fase, se desarrolló una estrategia de extracción de datos utilizando el módulo XML nativo de OJS que permite el intercambio de contenido entre instalaciones de OJS de manera masiva [14]. Se exportaron artículos y metadatos desde OJS 3.3, asegurando que toda la información relevante se transfiriera correctamente como lo es los volúmenes, artículos, autores, títulos y algunos metadatos. La precisión en la extracción de datos es fundamental para evitar pérdidas de información y mantener la integridad de los datos.

**Tabla 3.** Extracción.

Sprint 2: Extracción	Descripción
Objetivo	Desarrollar una estrategia de extracción de datos. <ul style="list-style-type: none"> <li>Utilización del módulo XML nativo de OJS para exportar artículos y metadatos.</li> </ul>
Actividades Principales	<ul style="list-style-type: none"> <li>Asegurar que toda la información relevante se transfiera correctamente.</li> </ul>
Importancia	Garantizar la precisión en la extracción de datos para evitar pérdidas de información.



**Fig. 1.** Archivo xml con el contenido de los 5 volúmenes

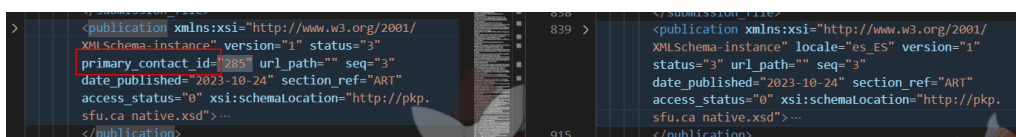
**Sprint 3: Transformación.** En este sprint, se definieron las reglas de transformación de datos necesarias para cumplir con los requisitos de OJS 3.4. Esto incluyó ajustes en las etiquetas de idioma y la estructuración de metadatos. Se realizaron pruebas para garantizar que los datos transformados fueran compatibles con el nuevo sistema.

**Tabla 4.** Transformación.

Sprint 3: Transformación	Descripción
Objetivo	Definir reglas para la transformación de datos para cumplir con OJS 3.4. <ul style="list-style-type: none"> <li>Ajustes en las etiquetas de idioma y estructuración de metadatos.</li> </ul>
Actividades Principales	<ul style="list-style-type: none"> <li>Realización de pruebas para asegurar compatibilidad.</li> </ul>
Importancia	Garantizar que los datos transformados sean compatibles con el nuevo sistema.

**Tabla 5.** Cambios realizados en el archivo de exportación.

Tabla	Atributo	
publications	<ul style="list-style-type: none"> <li>locales: borrado</li> <li>primary_contact_id: este valor no puede ser nulo y se le agrega el id del primer autor.</li> </ul>	
	Issues	current: este valor ya no es necesario
General	Etiqueta de los idiomas	<ul style="list-style-type: none"> <li>en_US -&gt; en</li> <li>es_ES -&gt; es</li> </ul>

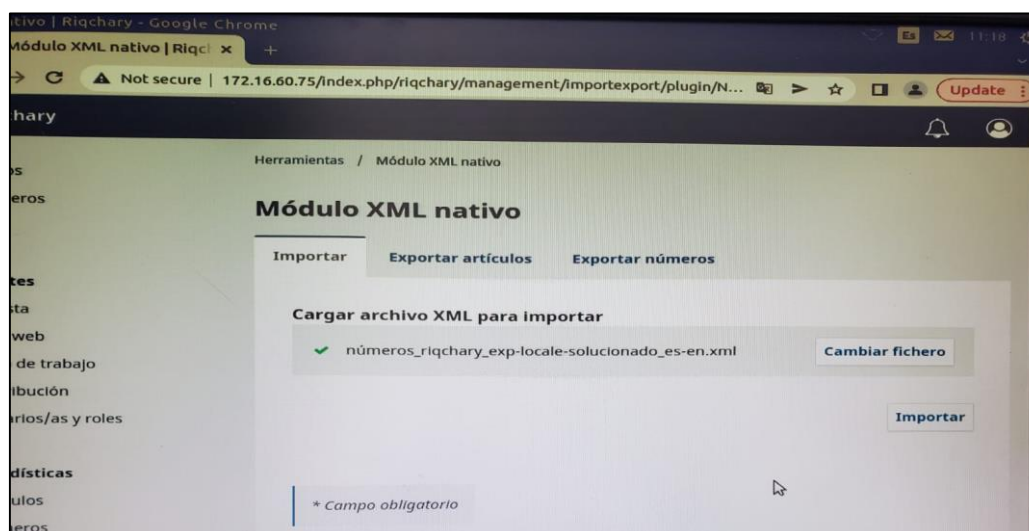


**Fig. 2.** incorporación del 'primary\_contact\_id'

**Sprint 4: Carga.** La carga de datos en el nuevo sistema implicó la utilización del módulo de importación XML nativo para integrar los datos transformados en el nuevo servidor. Se verificó la correcta integración de todos los elementos migrados, asegurando la integridad y consistencia de la información.

**Tabla 6.** Carga.

Sprint 4: Carga	Descripción
Objetivo	<p>Cargar los datos transformados en el nuevo sistema OJS 3.4.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Uso del componente 'Exportar artículos' del 'Módulo XML nativo' para la carga de datos.</li> </ul>
Actividades Principales	<ul style="list-style-type: none"> <li>Verificación de la integridad de los datos cargados.</li> </ul>
Importancia	Asegurar que los datos se integren correctamente y sin errores en el nuevo sistema.



**Fig. 3.** Se muestra el fichero xml cargado y listo para ser importado

**Sprint 5: Integración.** En el sprint final, se llevó a cabo una integración completa de los datos en el nuevo sistema. Se realizaron pruebas de funcionalidad para verificar que el sistema estuviera operando según lo esperado y los archivos de los artículos sean accesibles y los metadatos no sufrieran alteración alguna. La integración exitosa asegura que todas las funcionalidades estén disponibles para los usuarios finales, así como el acceso a la información.

**Tabla 7.** Integración.

Sprint 5: Integración	Descripción
Objetivo	Validar y comprobar la información migrada. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ver que toda la información migrada esté disponible y sin alteraciones.</li> </ul>
Actividades Principales	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comprobar que la información no se haya desubicado.</li> </ul>
Importancia	Asegurar que los datos se integren correctamente y sin errores en el nuevo sistema.

## 4 Resultados

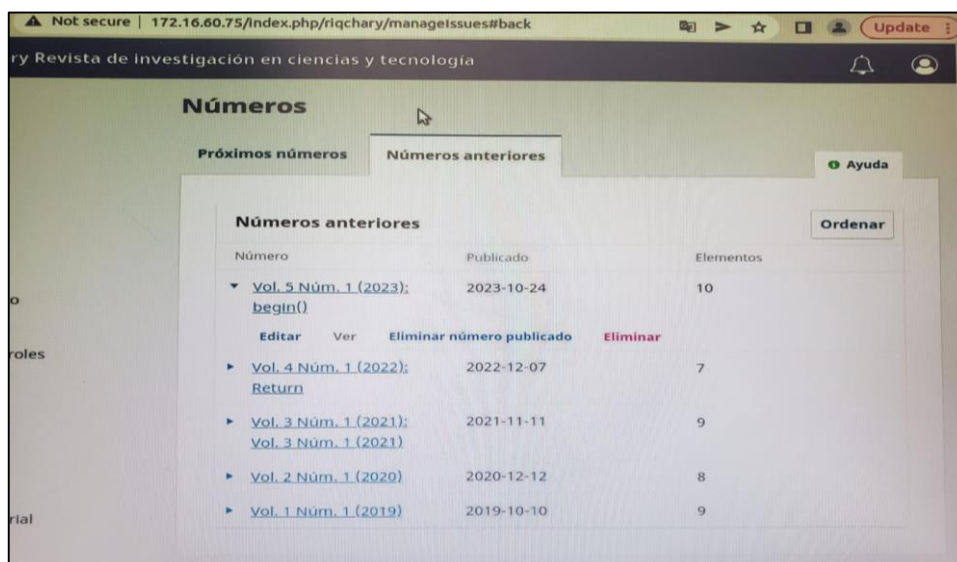
La migración de la revista Riqchary de OJS 3.3 a 3.4 se completó exitosamente, cumpliendo con los objetivos establecidos en términos de funcionalidad, seguridad y rendimiento del sistema. A continuación, se presentan los resultados:

### 4.1 Migración de datos

El proceso de migración de datos fue un componente crítico del proyecto. Se logró una transferencia exitosa del 100% de los artículos y números de revista al nuevo sistema, mientras que la migración de usuarios alcanzó una efectividad del 98% debiéndose a que se eliminaron usuarios antiguos que perdieron el acceso al sistema. Estos resultados reflejan la eficacia de la planificación y ejecución del proceso de migración, utilizando herramientas adecuadas para la extracción y transformación de datos.

**Tabla 8.** Resultados de la Migración.

Migración de data del sistema			
Elemento	Cantidad Migrada	Éxito (%)	
Artículos	43	100%	
Números de Revista	5	100%	
Usuarios	150	98%	



**Fig. 4.** Resultado de la migración donde se observa la cantidad de artículos por volúmenes

### 4.2 Seguridad mejorada

La configuración del nuevo entorno de servidor incluyó la implementación de medidas de seguridad avanzadas, como la encriptación SSL/TLS, que fortalecieron la protección de los datos y la integridad del sistema. Estas medidas reducen significativamente el riesgo de vulnerabilidades, proporcionando un entorno más seguro para los usuarios. Además, la actualización a OJS 3.4 abordó específicamente el "Security issue #9091," que implicaba una vulnerabilidad de

seguridad crítica. La corrección de este problema refuerza aún más la seguridad del sistema, asegurando que las posibles brechas sean mitigadas efectivamente [15].

### 4.3 Satisfacción del usuario

La retroalimentación de los usuarios después de la migración indicó un aumento en la satisfacción debido a la nueva interfaz y las funcionalidades mejoradas del sistema. Los gráficos estadísticos del sistema indican una creciente notable a partir de la fecha de la migración que es a partir de la segunda semana de febrero hasta la finalización de clases, teniendo el punto más alto de visitas para artículos en el mes de junio.

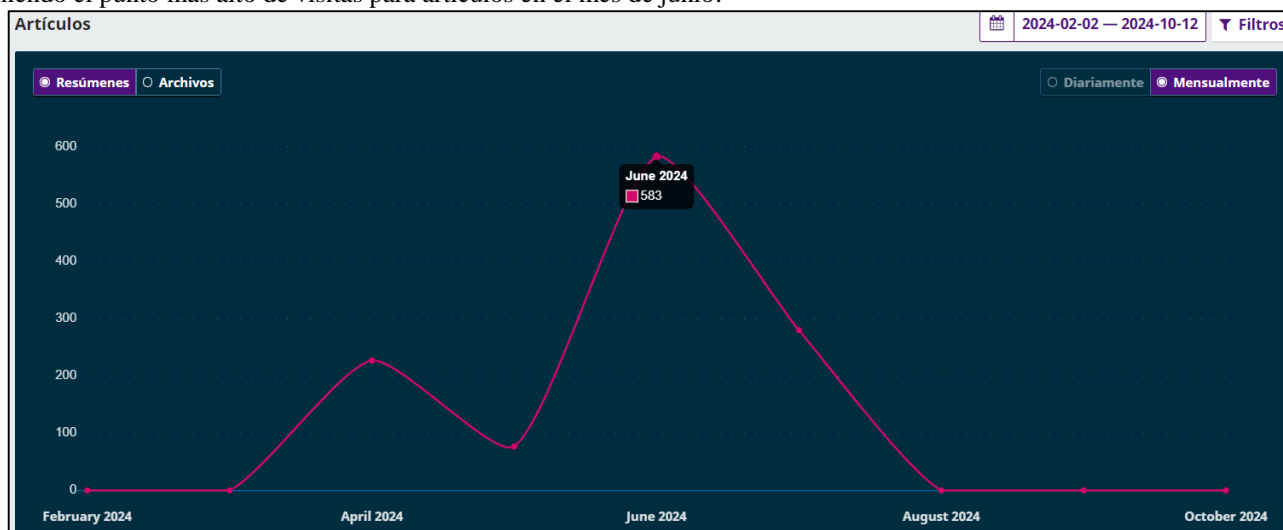


Fig. 5. Gráfico estadístico del sistema para vistas de artículos

## 5 Discusiones y conclusiones

### 5.1 Discusiones

La migración de la revista Riqchary de OJS 3.3 a 3.4 se enmarca en un contexto más amplio de esfuerzos por modernizar y optimizar sistemas de gestión de contenido académico. Comparando con el trabajo de Palacios Gallego [8], que migró la Biblioteca Digital de SISTEDES de WordPress a OJS, se puede observar una similitud en la necesidad de superar disfunciones del sistema previo. Ambos proyectos enfatizan la importancia de adaptar el contenido a un nuevo entorno tecnológico para mejorar la gestión y funcionalidad del sistema.

Por otro lado, el trabajo de Maceri [9] se centra en extender las capacidades de exportación e importación de artículos en OJS, destacando la importancia de preservar el flujo completo de trabajo editorial durante las migraciones. Esta perspectiva subraya la necesidad de no solo transferir los datos, sino también de mantener la integridad del proceso editorial, un aspecto menos abordado en nuestro proyecto, pero igualmente crucial para asegurar una migración exitosa.

Ambos estudios resaltan la importancia de la planificación cuidadosa y la implementación de pruebas rigurosas para garantizar el éxito de la migración, un enfoque también adoptado en nuestra metodología ágil Scrum. Además, la implementación de medidas de seguridad avanzadas, como la encriptación SSL/TLS, en nuestro proyecto, refleja un esfuerzo compartido por mejorar la seguridad de los datos durante y después de la migración [8].

Estos estudios proporcionan valiosas lecciones y enfoques complementarios que pueden guiar futuras migraciones de sistemas OJS, destacando la necesidad de un enfoque integral que combine la gestión de datos y la preservación del proceso editorial.

### 5.2 Conclusiones

La migración de la revista Riqchary a OJS 3.4 fue un proyecto exitoso que alcanzó sus objetivos de mejorar la funcionalidad, seguridad y rendimiento del sistema. La metodología Scrum fue instrumental en la gestión eficiente del proyecto, permitiendo un enfoque flexible y adaptativo que fue vital para superar los desafíos que surgieron durante el proceso.

La planificación meticulosa y la ejecución precisa del proceso de migración garantizaron la integridad de los datos, con un éxito del 100% en la migración de artículos y números de revista, y un 98% en la de usuarios. Estas cifras reflejan la eficacia de las herramientas y estrategias utilizadas.

Además, las mejoras en el rendimiento del sistema y la implementación de medidas de seguridad avanzadas han fortalecido la posición de la revista Riqchary como una plataforma confiable y eficiente.

Este proyecto no solo asegura la continuidad operativa de la revista, sino que también establece una base sólida para futuras actualizaciones y desarrollos. La experiencia adquirida y las lecciones aprendidas durante este proceso proporcionan un valioso marco de referencia para futuras migraciones y proyectos de actualización tecnológica en el ámbito académico

## 6 Biografías

- Luis Alberto Sánchez Valverde, egresado de la carrera profesional de Ingeniería Informática y Sistemas de la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac, realizó sus prácticas pre profesionales en la revista de su carrera Riqchary.
- Juan Carlos Valverde Ramírez, egresado de la carrera profesional de Ingeniería Informática y Sistemas de la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac.
- Mario Aquino Cruz, Docente en la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac Perú, MSc. en Informática, investigador en las áreas de informática educativa, IoT, inteligencia artificial y ciberseguridad.

## 7 Referencias

- [1] "Importación/Exportación y Estadísticas," Material formativo sobre gestión y edición de revistas en la nueva versión 3.2.1-4 del software OJS para editores de revistas, 8 de diciembre de 2022. [Online]. Available: <http://scielo.sld.cu/pdf/rces/v41s1/0257-4314-rces-41-s1-22.pdf>
- [2] E. Ruíz-Pérez, S. y Marcos-Cartagena, D. (2017). "La edición de revistas científicas en España y Latinoamérica: desarrollo actual y perspectivas de futuro." Palabra Clave (La Plata), 7(1), e033. [Online]. Available: <https://doi.org/10.24215/18539912e033>
- [3] F. Racy, "PKP releases OJS, OMP, and OPS 3.4 FOSS for independent scholarly publishing - Public Knowledge Project," Public Knowledge Project, Jul. 2023. [Online]. Available: <https://pkp.sfu.ca/2023/06/30/pkp-releases-software-version-3-4/>
- [4] M. MacDonald, "OJS/OMP/OPS 3.3 Released - Public Knowledge Project," Public Knowledge Project, Feb. 03, 2021. [Online]. Available: <https://pkp.sfu.ca/2021/02/02/ojs-omp-ops-3-3-released/>
- [5] "Open Journal Systems (OJS) - Software - Public Knowledge Project," Public Knowledge Project, Sep. 27, 2024. [Online] <https://pkp.sfu.ca/software/ojs/>
- [6] "Sobre la revista | C&T Riqchary Revista de investigación en ciencia y tecnología." [Online]. Available: <https://revistas.unamba.edu.pe/index.php/riqchary/about>
- [7] J. Willinsky, "Open Journal Systems: An example of open source software for journal management and publishing", Library Hi Tech, vol. 23, no. 4, pp. 504-519, 2005
- [8] M. Palacios Gallego, "Diseño e implementación de un proceso de migración para la biblioteca Digital de SISTEDES," Universitat Politècnica de València, 2022. [Online]. Available: <https://riunet.upv.es/handle/10251/193736>
- [9] S. Maceri, "Migración completa de artículos de Open Journal Systems," Universidad Nacional de La Plata, 2021. [Online]. Available: <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/120337>
- [10] G. Luján Villarreal, P. G. Terrone, y M. R. De Giusti, "SUM-OJS: Scripts para actualizaciones y migraciones de OJS," XI Conferencia Internacional de Bibliotecas y Repositorios Digitales (BIREDIAL-ISTEC 2022), 2022. [Online]. Available: <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/145928>
- [11] D. E. González Camargo, "Aplicación del marco de trabajo SCRUM en la migración del sistema de gestión de revistas académicas de la USTA Tunja," Universidad Santo Tomás, Bucaramanga, 2021. [Online]. Available: <https://repository.usta.edu.co/handle/11634/34961>
- [12] Schwaber, K., & Sutherland, J. "The Scrum Guide: The Definitive Guide to Scrum: The Rules of the Game." Scrum.org, 2020. [Online]. Available: <https://scrumguides.org/scrum-guide.html>
- [13] "OJS/OMP/OPS 3.4 Release Notebook," PKP Docs, 2023. [Online]. Available: <https://docs.pkp.sfu.ca/dev/release-notebooks/en/3.4-release-notebook>
- [14] "Importación/Exportación y Estadísticas," Material formativo sobre gestión y edición de revistas en la nueva versión 3.2.1-4 del software OJS para editores de revistas, 8 de diciembre de 2022. [Online]. Available: <https://doi.org/10.58121/qce3-xg77>
- [15] Public Knowledge Project, "Security issue #9091," GitHub, 2024. [Online]. Available: <https://github.com/pkp/pkp-lib/issues/9091>



Revista Micaela

ISSN: 2955-8646 (en línea) / 2709-8990 (Impresa)  
Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac  
Vice Rectorado de Investigación – Perú

Vol. 5 Num. 2 (2024) - Publicado: 22/03/24  
DOI: <https://doi.org/10.57166/micaela.v5.n2.2024>  
Páginas: 17 - 24

Recibido 20/08/2024; Aceptado 04/09/2024

<https://doi.org/10.57166/micaela.v5.n2.2024.151>

#### Autores:

1. **ORCID iD** <https://orcid.org/0009-0009-1881-5455>  
Jhoel Alan Huaraca Núñez, egresado de la Universidad Nacional Micaela Bastidas De Apurímac, Pe 181212@unamba.edu.pe.
2. **ORCID iD** <https://orcid.org/0009-0009-6766-7938>  
Alfredo Cervantes Ccasa, egresado de la Universidad Nacional Micaela Bastidas De Apurímac, Pe 172138@unamba.edu.pe
3. **ORCID iD** <https://orcid.org/0000-0002-2552-5669>  
Mario Aquino Cruz a, docente en la Universidad micaela bastidas de Apurímac, Pe. maquino@unamba.edu.pe

## Técnicas de machine learning para la detección de intrusos en redes: Una revisión sistemática de la literatura

### Machine learning techniques for network intrusion detection: A systematic review of the literature

Jhoel Alan Huaraca-Nuñez<sup>1</sup>, Alfredo Cervantes-Ccasa<sup>2</sup>, Mario Aquino-Cruz<sup>3</sup>

**Resumen.** La ciberseguridad es uno de los principales desafíos del mundo moderno debido al rápido avance tecnológico, que aunque ha mejorado la calidad de vida, también ha expuesto a las redes a nuevas amenazas. El objetivo de este estudio es evaluar el impacto de los sistemas de detección de intrusiones (IDS) en la protección de datos y analizar cómo estas técnicas se han adaptado a las amenazas emergentes, mejorando la detección de actividades maliciosas. Para lograr esto, se realizó una revisión sistemática de artículos publicados entre 2018 y 2024 en bases de datos como IEEE, ACM, ScienceDirect y Scopus, siguiendo la metodología de Barbara Kitchenham, utilizando la herramienta Parsifal para generar búsquedas y formular preguntas de investigación. Los resultados iniciales indican un creciente interés en la aplicación de técnicas de Machine Learning para la detección de intrusiones en los últimos seis años, con un pico de publicaciones en 2023, especialmente en la base de datos IEEE, lo que demuestra una evolución significativa en la eficacia de estas técnicas para hacer frente a las amenazas cibernéticas.

**Palabras Clave:** Algoritmos, Detección de Intrusos, Redes, Machine Learning.

**Abstract.** Cybersecurity is one of the main challenges of the modern world due to the rapid technological advancement, which, although it has improved the quality of life, has also exposed networks to new threats. The objective of this study is to evaluate the impact of intrusion detection systems (IDS) on data protection and to analyze how these techniques have adapted to emerging threats, improving the detection of malicious activities. To achieve this, a systematic review of articles published between 2018 and 2024 in databases such as IEEE, ACM, ScienceDirect and Scopus was conducted, following Barbara Kitchenham's methodology, using the Parsifal tool to generate searches and formulate research questions. Initial results indicate a growing interest in the application of Machine Learning techniques for intrusion detection over the last six years, with a peak of publications in 2023, especially in the IEEE database, demonstrating a significant evolution in the effectiveness of these techniques to address cyber threats.

**Keywords:** Algorithms, Intrusion Detection, Machine Learning, Networks.

## 1 Introducción

La seguridad de las redes se ha convertido en una preocupación crítica en la era digital, donde el número de dispositivos conectados y la cantidad de datos intercambiados continúan creciendo exponencialmente. Según Cybersecurity Ventures estima que el costo global del crimen cibernético superará los 10.5 billones de dólares anualmente para 2025, lo que resalta aún más la urgencia de establecer estrategias efectivas para la protección de sistemas de información y de redes. En este sentido, el creciente panorama de amenazas ha llevado a la necesidad no solo de soluciones reactivas, sino también de soluciones que pudieran ser proactivas en la identificación y mitigación de riesgos [1]. La



detección de intrusiones en redes (IDS) es otra de las formas de defensa más importante contra el ciberataque. Tradicionalmente, los (IDS) se basan en métodos heurísticos y el uso de firmas, que, aunque pueden ser útiles para detectar amenazas ya identificadas, estos mecanismos están destinados a fallar para los ataques nuevos y sofisticados, los investigadores también señalan, que estos métodos no pueden adaptarse rápidamente a los cambios en el comportamiento de los atacantes, lo que aumenta la vulnerabilidad de las redes frente a intrusiones emergentes [2]. En consecuencia, los investigadores y profesionales de la seguridad recurren a Machine Learning para mejorar la detección de intrusiones. Maching Learning ofrece el aprendizaje de los datos históricos y se adaptan a las nuevas amenazas en tiempo real, lo que permite un enfoque más dinámico y eficiente para la protección de la red [3]. El estudio de Britos propone una solución para detectar intrusiones en redes mediante redes neuronales y modelos estadísticos. Utilizando simuladores de redes y software en C, el sistema analiza el tráfico con funciones de densidad de probabilidad y clasificadores multivariables. Con un bajo error de aprendizaje (0,56%) y generalización (1,97%), el enfoque es eficaz para detectar anomalías en tiempo real y mejorar la seguridad de infraestructuras críticas mediante su integración con un firewall [4]. Gonzalo Valdezate realizó un estudio sobre sistemas de detección de intrusos basados en Machine Learning utilizando el conjunto de datos NSL-KDD. El objetivo fue comparar la eficacia de varios algoritmos en la clasificación de ataques, midiendo métricas como precisión y tasa de falsos positivos. Usando Scikit-Learn y Plotly, se entrenaron y evaluaron los algoritmos, destacando los árboles de decisión por su precisión. El estudio resalta la importancia de la selección de características para mejorar el rendimiento y la eficacia en la detección de intrusiones [5].

Rivero Pérez realizó un estudio sobre técnicas de aprendizaje automático para la detección de intrusos en redes, revisando enfoques recientes y destacando el uso de algoritmos híbridos. Se aplicaron modelos de reducción de dimensionalidad y clasificación en conjuntos de datos como KDD Cup 99, utilizando técnicas de preprocesamiento como selección y discretización de atributos. Los resultados indican que la hibridación de estos algoritmos mejora la detección de ataques basados en contenido, aumentando la precisión y reduciendo falsos positivos [6].

El objetivo del presente artículo es llevar a cabo una revisión sistemática de las técnicas de Machine Learning para la detección de intrusiones en redes. Para tal fin, se empleará la metodología propuesta por Barbara Kitchenham, la cual permite estructurar y analizar la información de manera rigurosa. En la sección de resultados, se examinará la información extraída de los artículos seleccionados, destacando las técnicas y algoritmos más pertinentes en este ámbito.

## 2 Método

Para el desarrollo del presente artículo se aplicó como inspiración la metodología de Barbara Kitchenham, es importante destacar que ayuda de manera significativa en trabajos relacionados a la revisión sistemática de la literatura, a continuación, se describen las fases que ayudaron a desarrollar el presente estudio.

- a) Planificar la revisión sistemática de literatura con el uso de la herramienta Parsifal.
  - Identificar las preguntas de investigación.
  - Crear un proceso de búsqueda.
  - Definir los criterios de inclusión y exclusión para los artículos.
  - Elegir las fuentes de consulta
  - Cadenas de búsqueda.
- b) Desarrollar la revisión sistemática de literatura con la planificación definida.
  - Buscar artículos.
  - Selección de los artículos definitivos para el análisis de la información.
  - Análisis y clasificación de la información.
- c) Documentar e interpretar los resultados de la revisión.
- d) Herramientas:
  - Mendeley: Es una herramienta de gestión de referencias y colaboración académica que ayuda a los investigadores a organizar, leer, y citar artículos científicos.
  - Parsifal: Es una herramienta online que permitió el desarrollo de la SRL, ayudando así a automatizar y optimizar el tiempo que lleva el proceso de obtención y selección de información.

### 3 Resultados

#### 3.1 Planificar la revisión sistemática de literatura

A continuación, se describen las tareas llevadas a cabo durante la fase de planificación de la revisión sistemática de la literatura.

##### a) Identificar las preguntas de investigación

Para definir las preguntas de investigación en la revisión sistemática de la literatura (SLR), se llevó a cabo una búsqueda exploratoria relacionados con el tema de estudio. En base al propósito del presente artículo se plantean 3 preguntas de investigación.

- ¿Cuántos estudios se han publicado en los últimos siete años acerca de las Técnicas de Machine learning para la Detección de Intrusos en Redes?
- ¿En que año se publicaron la mayoría de los artículos y cuál es su interpretación?
- ¿Cómo contribuyen las técnicas de Machine Learning a mejorar la detección de intrusiones en redes?

##### b) Crear un proceso de búsqueda

Se emplearon términos clave utilizando el método PICOC para delimitar el alcance de la revisión sistemática. Este enfoque abarca cinco elementos principales: población, intervención, comparación, resultados y contexto. A través de este método, se definieron las expresiones que componen las cadenas de búsqueda, las cuales se describen a continuación.

- Población (P): ("Intrusion Detection") AND ("Computer Networks")
- Intervención (I): "Machine Learning"
- Comparación (C): No aplica
- Resultados (O): "Algorithms" OR "Techniques"
- Contexto (C): "Intelligence Artificial"

##### c) Definir los criterios de inclusión y exclusión para los artículos

Luego de obtener los resultados preliminares de las búsquedas, se establecieron 4 criterios de inclusión (IC) y 4 de exclusión (EC) para seleccionar estudios relevantes y acordes a los objetivos de la investigación. A continuación, se describen dichos criterios.

Criterio de inclusión (IC):

- IC1: Artículos publicados desde el 2018 en adelante.
- IC2: Artículos que contengan información de Técnicas de Machine Learning para la detección de intrusos en redes
- IC3: Artículos escritos en idioma inglés o español.
- IC4: Artículos que hayan sido publicados en revistas científicas, artículos científicos y conferencias.

Criterio de exclusión (EC):

- EC1: Artículos cuyo título no tenga relación con el objeto de estudio.
- EC2: Artículos duplicados.
- EC3: Capítulos de libros, manuales, literatura gris
- EC4: Artículos que no pertenecen al área Ciencias y Computación.

##### d) Elegir las fuentes de consulta

De acuerdo con los lineamientos de Barbara Kitchenham se seleccionaron 4 fuentes de búsqueda, como se indica en la Tabla 1, seleccionadas por su accesibilidad y capacidad para realizar consultas avanzadas.

**Tabla 1.** Base de datos científicos

Base de Datos	URL
ACM	http://portal.acm.org
IEEE	http://ieeexplore.ieee.org
ScienceDirect	http://www.sciencedirect.com
Scopus	http://www.scopus.com

**e) Cadena de búsqueda**

A partir de una revisión preliminar de artículos, se definieron las palabras clave siguiendo el método PICOC, y se emplearon operadores lógicos “AND” y “OR” para crear las cadenas de búsqueda. La herramienta Parsifal generó una cadena de búsqueda general, que se ajustó según cada base de datos. Todas las palabras clave se establecieron en inglés y se detallan en la Tabla 2.

**Tabla 2.** Cadena de búsqueda

Base de Datos	Cadena de búsqueda
Parsifal	("Intrusion Detection") AND ("Computer Networks") AND ("Machine Learning") AND ("Algorithms" OR "Techniques")
ACM	("Intrusion Detection") AND ("Computer Networks") AND ("Machine Learning") AND ("Algorithms" OR "Techniques")
IEEE	("Intrusion Detection") AND ("Computer Networks") AND ("Machine Learning") AND ("Algorithms" OR "Techniques")
ScienceDirect	("Intrusion Detection") AND ("Computer Networks") AND ("Machine Learning") AND ("Algorithms" OR "Techniques")
Scopus	("Intrusion Detection") AND ("Computer Networks") AND ("Machine Learning") AND ("Algorithms" OR "Techniques")

**3.2 Desarrollar la revisión sistemática de la literatura**

**a) Buscar artículos**

La cadena de búsqueda se implementó en las bases de datos seleccionadas (ACM, IEEE, ScienceDirect y Scopus), obteniendo un total de 1089 artículos. Tras realizar las búsquedas, se generaron archivos en formato .bib, los cuales fueron cargados en la herramienta Parsifal para facilitar la gestión de los resultados. Durante el proceso, se descartaron 45 artículos duplicados, quedando 1044 artículos para una revisión más detallada. De estos, se ignoraron aquellos que no cumplían con los criterios de inclusión o que no eran relevantes para el campo de estudio, seleccionando finalmente 21 artículos para una revisión exhaustiva.

**b) Selección de artículos definitivos para el análisis de información**

Según la metodología de Barbara Kitchenham, lo habitual en esta etapa es que los artículos pasen por una evaluación de calidad mediante una serie de preguntas, con el fin de seleccionar aquellos que mejor contribuyan al objetivo de la investigación. No obstante, dado que se identificaron únicamente 21 artículos que cumplen con los criterios de inclusión, se optó por incluirlos todos en el análisis final de la información.

**c) Análisis y clasificación de la información**

Análisis de algoritmos: Se consideró la cantidad total de artículos que mencionan los algoritmos utilizados, y esta información se representó en porcentajes para visualizar de manera más clara los datos.

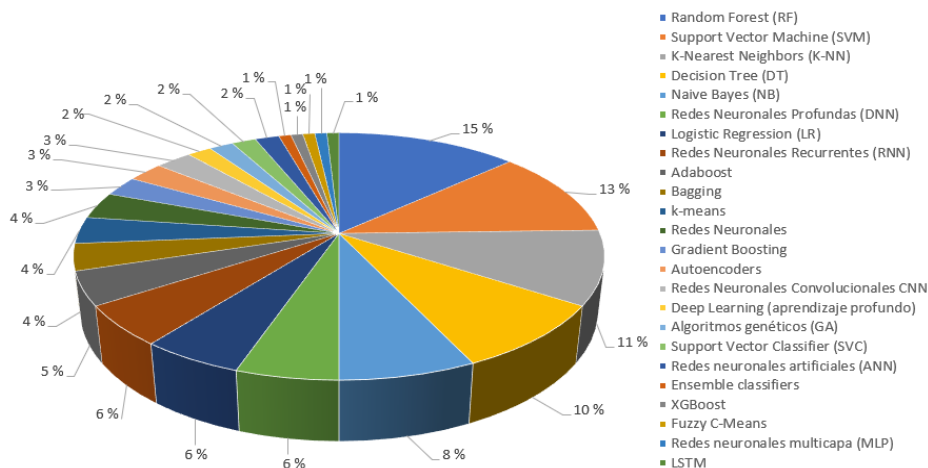


Fig. 1. Algoritmos utilizados

Al observar y analizar la Fig. 1 se puede determinar lo siguiente:

- El algoritmo Random Forest (RF) es el más utilizado, mencionado en el 15% de los artículos como técnica de machine learning para la detección de intrusos en redes.
- Support Vector Machine (SVM) con un 13%, y K-Nearest Neighbors (K-NN) que aparece en el 11% de los estudios. Decision Tree (DT) es referenciado en el 10%, mientras que Naive Bayes (NB) alcanza un 8% de uso en los artículos analizados.
- El 6% es alcanzado por Redes Neuronales Profundas (DNN), Logistic Regression (LR) y Redes Neuronales Recurrentes (RNN).
- Adaboost está en el 5%, Bagging, k-means y Redes Neuronales en el 4%, Gradient Boosting y Autoencoders en el 3%, y CNN, Deep Learning, GA, LSTM, XGBoost y ANN entre el 2% y 1%.

Fuentes de información: Utilizando la herramienta Parsifal, se generó la Fig. 2, esta representación gráfica, expresada en porcentajes, permite analizar con mayor precisión el impacto y la relevancia de las distintas bases de datos en la recolección de artículos y datos relevantes para el estudio.

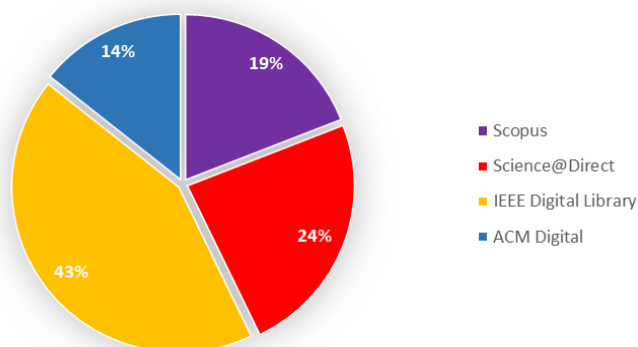


Fig. 2. Fuentes de información

A continuación, se destacan los puntos más importantes.

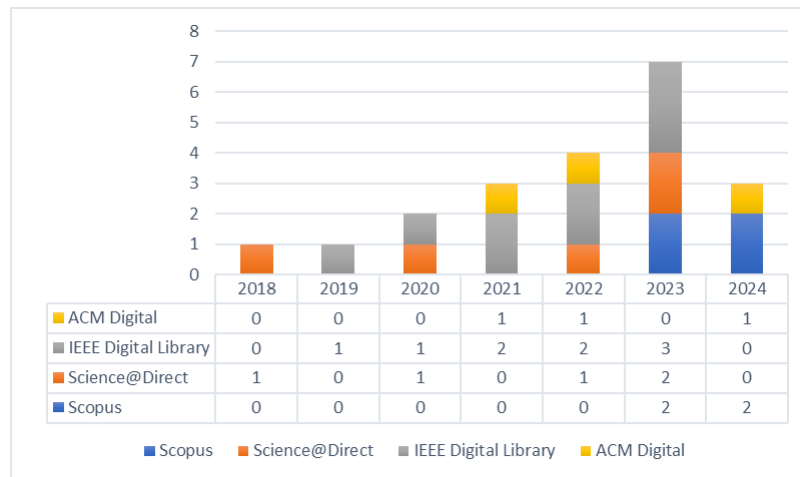
- La IEEE Digital Library es la fuente más relevante en este estudio, con una contribución del 43%, en este grupo están: [7], [8], [9], [10], [11], [12], [13], [14], [15].
- La fuente de información de ScienceDirect con 24% de nivel de aporte para el presente artículo, en este grupo se encuentran: [16], [17], [18], [19], [20].
- Con un 19% de los artículos, Scopus, desempeña un papel importante en el análisis. A este grupo pertenecen: [21], [22], [23], [24]
- ACM, aunque tiene la menor participación con un 14%, sigue siendo una fuente valiosa para el conjunto de artículos examinados que son: [25], [26], [27].

### 3.3 Documentar e interpretar los resultados de la revisión

Esta fase se enfoca en analizar e interpretar la información obtenida durante la revisión. En este proceso, se proporcionan respuestas a las preguntas de investigación planteadas, lo que permite un mejor entendimiento.

**a) ¿Cuántos estudios se han publicado en los últimos siete años acerca de las Técnicas de Machine learning para la detección de intrusos en redes?**

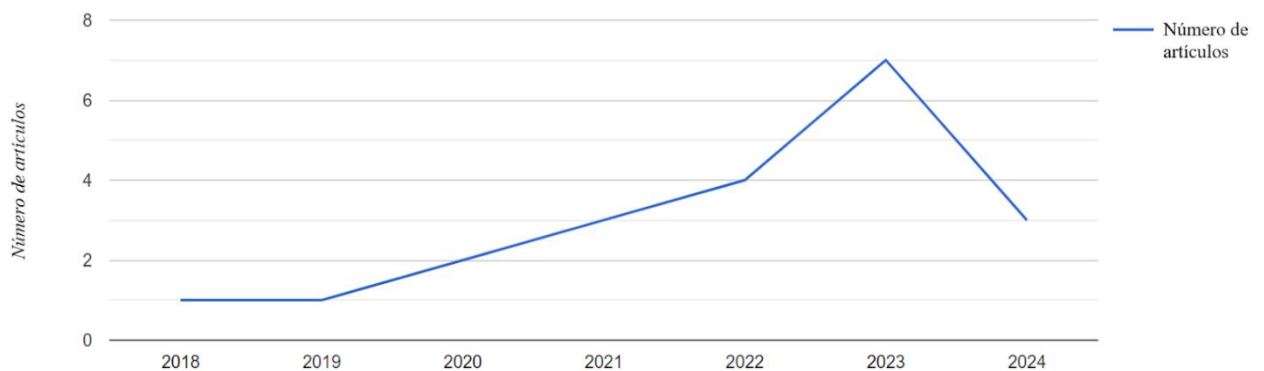
En 2018, se registró 1 artículo en ScienceDirect. En 2019, hubo 1 publicación en IEEE. En 2020, se mantuvo el mismo patrón con 1 artículo en IEEE y 1 en ScienceDirect. En 2021, se publicaron 1 artículo en ACM, 2 artículos en IEEE. En 2022, hubo un total de 4 artículos, en ScienceDirect, IEEE Digital Library y ACM. El mayor número de publicaciones ocurrió en 2023, con 2 estudios en Scopus, 2 en ScienceDirect y 3 en IEEE. Finalmente, en 2024, se han registrado 2 estudios en Scopus y 1 en ACM. En la Fig. 3 podemos ver detalladamente el progreso de las publicaciones en este ámbito de estudio.



**Fig. 3.** Artículos seleccionados en los últimos 7 años

**b) ¿En qué año se publicaron la mayoría de los artículos y cuál es su interpretación?**

El análisis revela que en 2023 se alcanzó el mayor número de publicaciones, con 7 artículos, creciendo de manera constante desde 2018. Esto refleja un creciente interés en el uso de técnicas de Machine Learning para la detección de intrusos en redes, impulsado por avances tecnológicos y una mayor preocupación por la seguridad digital. La complejidad creciente de las amenazas cibernéticas ha hecho que este campo sea una prioridad para los investigadores, en la Fig. 4 se muestra más detallado.



**Fig. 4.** Artículos publicados por años

**c) ¿Cómo contribuyen las técnicas de Machine Learning a mejorar la detección de intrusiones en redes?**

Según la revisión de varios artículos sobre Machine Learning aplicado a la detección de intrusiones en redes, la mayoría de las investigaciones se centran en mejorar la precisión y reducir los falsos positivos en la detección de ataques cibernéticos. Los métodos más utilizados incluyen Redes Neuronales, Máquinas de Soporte Vectorial (SVM) y Árboles de Decisión, que permiten clasificar patrones anómalos en el tráfico de red de manera más eficiente que los enfoques tradicionales.

Un gran porcentaje de los estudios se enfocan en detectar amenazas como ataques de denegación de servicio, inundaciones de paquetes, y otras actividades maliciosas que se basan en patrones repetitivos o desconocidos. Otro grupo de trabajos se concentra en la optimización de los algoritmos, aplicando técnicas novedosas como el aprendizaje profundo y el aprendizaje no supervisado para identificar amenazas emergentes sin requerir grandes conjuntos de datos etiquetados.

#### 4 Discusiones y Conclusiones

La información obtenida permitió identificar que la principal fuente de estudios proviene de IEEE, con el año 2023 como el de mayor cantidad de publicaciones relevantes en los últimos siete años. En el análisis de resultados, los algoritmos más utilizados fueron Random Forest (RF), Support Vector Machine (SVM) y K-Nearest Neighbors (K-NN). Además, se mencionaron otros algoritmos importantes como Decision Tree (DT), Naive Bayes (NB), Redes Neuronales Profundas (DNN) y Logistic Regression (LR) entre otros algoritmos son utilizados en un solo artículo. La investigación ha demostrado que al utilizar Machine Learning son cruciales para la detección de intrusos en redes, en el ámbito de la seguridad permitieron identificar proactivamente ataques, descubrir patrones específicos generados por el malware que pueden alterar los sistemas.

Se concluye:

Todos los estudios enfatizan la eficacia de diversos algoritmos, como árboles de decisión, máquinas de soporte vectorial y redes neuronales, para clasificar y detectar intrusiones, aprovechando conjuntos de datos variados que incluyen tráfico de red, registros de eventos y características de comportamiento del usuario. Sin embargo, también se observaron diferentes métodos, mientras que algunos estudios se centraron en el rendimiento de algoritmos de detección de ataques específicos, otros abordaron desafíos como el desequilibrio de clases de datos y la adaptación a nuevas amenazas.

#### 5 Biografías

- Jhoel Alan Huaraca Núñez, Egresado en Ingeniería informática y sistemas de la Universidad Micaela Bastidas de Apurímac.
- Alfredo Cervantes Ccasa, Egresado en Ingeniería informática y sistemas de la Universidad Micaela Bastidas de Apurímac.
- Mario Aquino Cruz, Docente en la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac Perú, MSc. en informática, investigador en las áreas informáticas educativa, IoT, inteligencia artificial y ciberseguridad.

#### 6 Referencias

- [1] cybersecurityventures, "Cybercrime To Cost The World \$10.5 Trillion Annually By 2025." [Online]. Available: <https://cybersecurityventures.com/cybercrime-damage-costs-10-trillion-by-2025/>
- [2] M. Aljanabi, M. Arfian, H. Abdulkaree, and J. Sulaiman, "Intrusion Detection : A Review," no. 1–4, 2021, doi: 10.58496/MJCS/2021/001.
- [3] G. Valdezate and cardenoso Valentín, "Sistemas de Deteccion de Intrusos ´ Basados en Tecnicas de Machine Learning," pp. 1–52, [Online]. Available: <https://uvadoc.uva.es/bitstream/handle/10324/44228/TFG-G4680.pdf?sequence=1>
- [4] B. J. Daniel, A. Silvia, and V. Laura, "Detección de Intrusiones mediante el uso de Redes Neuronales," p. 6, doi: 10.1109/TLA.2007.4378531.
- [5] J. Luis and R. Pérez, "Técnicas de aprendizaje automático para la detección de intrusos en redes de computadoras," vol. 8, no. 4, pp. 52–73, 2014, Accessed: Oct. 08, 2024. [Online]. Available: <http://scielo.sld.cu/pdf/rcci/v8n4/rcci03414.pdf>
- [6] A. Pérez, S. Rodríguez, and J. Maritenez, "Detección de Intrusiones en Redes de Computadores Usando Redes Neuronales," *Revista de Tecnología y Seguridad Informática*, vol. 12, no. 44–58, 2021.
- [7] H. Hacilar, Z. Aydin, and V. Çağrı Güngör, "Network intrusion detection based on machine learning strategies: performance comparisons on imbalanced wired, wireless, and software-defined networking (SDN) network traffics," vol. 32, pp. 623–640, 2024, doi: 10.55730/1300-0632.4091.
- [8] I. H. Hassan, A. Mohammed, and M. A. Masama, "Metaheuristic algorithms in network intrusion detection," *Comprehensive Metaheuristics: Algorithms and Applications*, pp. 95–129, Jan. 2023, doi: 10.1016/B978-0-323-91781-0.00006-5.
- [9] Q. Liu and T. Zhang, "Deep learning technology of computer network security detection based on artificial intelligence," *Computers and Electrical Engineering*, vol. 110, p. 108813, Sep. 2023, doi: 10.1016/J.COMPELECENG.2023.108813.

- [10] C. Kalimuthan and J. Arokia Renjit, "Review on intrusion detection using feature selection with machine learning techniques," *Mater Today Proc*, vol. 33, pp. 3794–3802, Jan. 2020, doi: 10.1016/J.MATPR.2020.06.218.
- [11] H. Jmila and M. I. Khedher, "Adversarial machine learning for network intrusion detection: A comparative study," *Computer Networks*, vol. 214, p. 109073, Sep. 2022, doi: 10.1016/J.COMNET.2022.109073.
- [12] U. S. Musa, M. Chhabra, A. Ali, and M. Kaur, "Intrusion Detection System using Machine Learning Techniques: A Review," in *Proceedings - International Conference on Smart Electronics and Communication, ICOSEC 2020*, Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., Sep. 2020, pp. 149–155. doi: 10.1109/ICOSEC49089.2020.9215333.
- [13] V. Gancheva, "Application of Machine Learning Techniques for Software Anomaly Detection," pp. 57–62, doi: 10.1109/ICAMCS59110.2023.00016.
- [14] A. Sareh, R. Shreif, and E. Heba, "Efficient Feature Selection for Intrusion Detection Systems," pp. 1029–1034, 2019, doi: 10.1109/UEMCON47517.2019.8992960.
- [15] J. Lansky, S. Ali, and M. Mohammadi, "Deep Learning-Based Intrusion Detection Systems: A Systematic Review," *IEEE Access*, 2021, doi: 10.1109/ACCESS.2021.3097247.
- [16] H. A. Abdullah Abdulwali, M. H. Saleh Al-Humaidi, H. Z. Abdullah Al-Asri, A. F. Mansour Al-Saidi, and A. A. Al-Himiary, "Intrusions Detection System Using Machine Learning Algorithms," *2023 3rd International Conference on Emerging Smart Technologies and Applications, eSmarTA 2023*, pp. 1–8, 2023, doi: 10.1109/ESMARTA59349.2023.10293386.
- [17] U. S. Musa, S. Chakraborty, M. M. Abdullahi, and T. Maini, "A review on intrusion detection system using machine learning techniques," *Proceedings - IEEE 2021 International Conference on Computing, Communication, and Intelligent Systems, ICCIS 2021*, pp. 541–549, Feb. 2021, doi: 10.1109/ICCCIS51004.2021.9397121.
- [18] S. V. Amanoul and A. M. Abdulazeez, "Intrusion Detection System Based on Machine Learning Algorithms: A Review," *2022 IEEE 18th International Colloquium on Signal Processing and Applications, CSPA 2022 - Proceeding*, pp. 79–84, 2022, doi: 10.1109/CSPA55076.2022.9782043.
- [19] M. Halim, B. A. Pratomo, and B. Jati Santoso, "Comparative Analysis of Novelty Detection Algorithms in Network Intrusion Detection Systems," *2023 International Conference on Advanced Mechatronics, Intelligent Manufacture and Industrial Automation, ICAMIMIA 2023 - Proceedings*, pp. 306–310, 2023, doi: 10.1109/ICAMIMIA60881.2023.10427625.
- [20] A. A. Yilmaz, "Intrusion Detection in Computer Networks using Optimized Machine Learning Algorithms," *3rd International Informatics and Software Engineering Conference, IISEC 2022*, pp. 1–5, 2022, doi: 10.1109/IISEC56263.2022.9998258.
- [21] M. Komisarek, M. Pawlicki, M. Kowalski, A. Marzecki, R. Kozik, and M. Choraś, "Network Intrusion Detection in the Wild - The Orange use case in the SIMARGL project," *ACM International Conference Proceeding Series*, Aug. 2021, doi: 10.1145/3465481.3470091.
- [22] Z. Rachidi, K. Chougali, A. Kobbane, and J. Ben-Othman, "Network intrusion detection using Machine Learning approach," *ACM International Conference Proceeding Series*, pp. 13–17, Jul. 2022, doi: 10.1145/3551690.3551693.
- [23] M. J. Rani and D. Singh, "Machine Learning Algorithm for Intrusion Detection: Performance Evaluation and Comparative Analysis," *7th International Conference on I-SMAC (IoT in Social, Mobile, Analytics and Cloud), I-SMAC 2023 - Proceedings*, pp. 779–784, 2023, doi: 10.1109/I-SMAC58438.2023.10290491.
- [24] B. Beridze and M. Donadze, "Network Anomaly Detection Utilizing Machine Learning Methods," *2023 IEEE East-West Design and Test Symposium, EWDTs 2023 - Proceedings*, 2023, doi: 10.1109/EWDTs59469.2023.10297059.
- [25] Z. H. Salim and S. O. Hasoon, "Intrusion Detection Using Artificial Intelligence Techniques: Review," *International Conference on Artificial Intelligence, Computer, Data Sciences, and Applications, ACDSA 2024*, 2024, doi: 10.1109/ACDSA59508.2024.10467524.
- [26] A. Verma and V. Ranga, "Statistical analysis of CIDDs-001 dataset for Network Intrusion Detection Systems using Distance-based Machine Learning," *Procedia Comput Sci*, vol. 125, pp. 709–716, Jan. 2018, doi: 10.1016/J.PROCS.2017.12.091.
- [27] I. A. Najm and A. H. Saeed, "Enhanced Network Traffic Classification with Machine Learning Algorithms," pp. 322–327, 2024, doi: 10.1145/3660853.3660935.



Revista Micaela

ISSN: 2955-8646 (en línea) / 2709-8990 (Impresa)

Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac  
Vice Rectorado de Investigación – Perú

Vol. 5 Num. 2 (2024) - Publicado: 22/03/24

DOI: 10.57166/micaela.v5.n2.2024

Páginas: 25 - 32

Recibido 20/08/2024; Aceptado 04/09/2024

<https://doi.org/10.57166/micaela.v5.n2.2024.153>

#### Autores:

1. **ORCID ID** <https://orcid.org/0009-0002-7537-3023>  
Laura Astrid Quiroz-Cerón, Egresada en Ingeniería Informática y Sistemas de la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac, 182223@unamba.edu.pe.
2. **ORCID ID** <https://orcid.org/0009-0003-0944-0846>  
Melitza Graciela Alvites-León, Egresada en Ingeniería Informática y Sistemas de la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac, 182184@unamba.edu.pe.
3. **ORCID ID** <https://orcid.org/0000-0002-2552-5669>  
Mario Aquino-Cruz, Docente en la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac Perú.  
maquino@unamba.edu.pe

## Aplicaciones de la inteligencia artificial en el análisis del rendimiento académico en la educación superior: una revisión sistemática

### Applications of artificial intelligence in the analysis of academic performance in higher education: a systematic review

Laura Astrid Quiroz-Cerón<sup>1</sup>, Melitza Graciela Alvites-León<sup>2</sup> y Mario Aquino-Cruz<sup>3</sup>

**Resumen.** La inteligencia artificial (IA) está en constante evolución, y su aplicación en el análisis del rendimiento académico es clave para mejorar la calidad educativa y apoyar la toma de decisiones. Esta investigación realiza una revisión sistemática de la literatura sobre el uso de técnicas de IA, como machine learning y deep learning, en el análisis del rendimiento académico en universidades e institutos. Se revisaron artículos publicados entre 2020 y 2024 en bases de datos como Science Direct, Scopus e IEEE Xplore. Los estudios muestran que algoritmos como KNN, redes neuronales profundas (DNN) y árboles de decisión son efectivos para identificar patrones en grandes volúmenes de datos, con DNN alcanzando una precisión más efectiva. La IA mejora la precisión y eficiencia en la evaluación del rendimiento, y se discuten sus implicaciones, limitaciones y futuras direcciones de investigación.

**Palabras Clave:** Educación superior, inteligencia artificial, modelos predictivos, rendimiento académico.

**Abstract.** Artificial intelligence (AI) is constantly evolving, and its application in the analysis of academic performance is key to improving educational quality and supporting decision making. This research carries out a systematic review of the literature on the use of AI techniques, such as machine learning and deep learning, in the analysis of academic performance in universities and institutes. Articles published between 2020 and 2024 were reviewed in databases such as Science Direct, Scopus and IEEE Xplore. Studies show that algorithms such as KNN, deep neural networks (DNN), and decision trees are effective at identifying patterns in large volumes of data, with DNN achieving more effective accuracy. AI improves accuracy and efficiency in performance evaluation, and its implications, limitations, and future research directions are discussed.

**Keywords:** Higher education, artificial intelligence, predictive models, academic performance.

## 1 Introducción

La inteligencia artificial (IA) se refiere al campo de estudio enfocado en el desarrollo de sistemas capaces de realizar tareas que normalmente requieren inteligencia humana. Estos sistemas utilizan algoritmos y técnicas que les permiten resolver problemas complejos, adaptarse a situaciones nuevas, tomar decisiones y aprender de la experiencia[1]. La IA se ha consolidado como una herramienta indispensable para diversas organizaciones, tanto públicas como privadas. Su propósito es mejorar capacidades humanas como la creatividad, la imaginación, el reconocimiento de patrones y la comprensión[2]. El rendimiento académico en estudiantes universitarios se refiere a la evaluación de su desempeño a través de varios indicadores, como la tasa de éxito, la eficiencia en el avance de los estudios y la satisfacción con la carrera. A diferencia de los niveles preuniversitarios, en los que las calificaciones son el principal indicador, en la universidad se consideran otros factores como el abandono de asignaturas, la duración de los estudios y la conciliación con



actividades laborales[3]. El rendimiento académico de los estudiantes universitarios es un factor esencial para evaluar la calidad educativa en la enseñanza superior, ya que refleja el éxito del proceso formativo en dicho nivel[4]. La influencia de la inteligencia artificial (IA) en el aprendizaje de los estudiantes genera tanto expectativas como interrogantes. “El área de la educación, que es sensible a los cambios en la sociedad ya que avanza a la par de la misma, también se encuentra atravesando dicha tendencia ineluctable de adaptación a las novedosas comunidades de interacción tecnológica; proceso que está orientado a nuevas tendencias y perfiles en relación a las nuevas propuestas en el sector”[5]. A pesar de estos avances han transformado profundamente la educación, es crucial evaluar si el uso de la inteligencia artificial (IA) por parte de los estudiantes de nivel superior representa una ventaja o desventaja para su rendimiento académico. Es fundamental analizar cómo estas tecnologías impactan el entorno de aprendizaje y si su implementación influye de manera positiva o negativa su desarrollo académico y personal. Las investigaciones actuales muestran un creciente interés en explorar la aplicación de la IA en distintos campos del conocimiento, como la educación. De hecho, estudios recientes han destacado los beneficios de la IA en el ámbito de la educación superior[6]. El análisis de la inteligencia artificial aplicada a la educación ha estado en desarrollo a nivel internacional durante décadas, pero ha avanzado considerablemente en los últimos diez años, impulsado por técnicas como el aprendizaje automático (machine learning), que incluye la minería de datos educativos y el análisis de datos en el ámbito educativo[7].

La IA se está convirtiendo en un componente clave en la educación superior, mostrando un impacto positivo en el rendimiento académico de los estudiantes. Las instituciones que implementan tecnologías de IA reportan mejoras en la personalización del aprendizaje y la retención de conocimientos, contribuyendo así a una experiencia educativa más efectiva[8]. Este impacto ha sido respaldado por importantes iniciativas globales, como los programas marco de investigación e innovación de la Unión Europea, Horizonte 2020 y su sucesor Horizonte Europa, que tienen como objetivo fortalecer las bases científicas y tecnológicas y fomentar la competitividad. Con un presupuesto de 95.517 millones de euros para el periodo 2021-2027, Horizonte Europa está impulsando la aplicación de tecnologías emergentes como la inteligencia artificial en diversos sectores, incluida la educación superior, con el fin de generar beneficios significativos en el rendimiento académico y en el proceso de enseñanza-aprendizaje, consolidando así el liderazgo europeo en investigación e innovación[9].

El objetivo del presente artículo es realizar una revisión sistemática sobre las aplicaciones de la inteligencia artificial, como machine learning, deep learning, y otras técnicas avanzadas, en el análisis del rendimiento académico en la educación superior. Para ello, se ha seguido la metodología propuesta por Barbara Kitchenham, seleccionando estudios relevantes en los que se empleen dichas técnicas para evaluar y predecir el rendimiento de los estudiantes. En la sección de resultados, se sintetiza y discute la información obtenida de los estudios seleccionados. Finalmente, las conclusiones extraídas pretenden proporcionar una base sólida para futuras investigaciones en la aplicación de inteligencia artificial para abordar los desafíos relacionados con el rendimiento académico, motivando a los investigadores a explorar más a fondo este campo

## 2 Método

### 2.1 Tipo y nivel de investigación

El trabajo de investigación es de tipo aplicada ya que se basa en el análisis de datos textuales y de nivel descriptivo porque busca describir, sintetizar y analizar los hallazgos de investigaciones previas sobre la aplicación de la inteligencia artificial para analizar el rendimiento académico en la educación superior.

### 2.2 Procedimiento

En el presente artículo se presenta la revisión sistemática de la literatura (RSL) sobre la aplicación de la inteligencia artificial para analizar el rendimiento académico en la educación superior, el cual tiene como objetivo sintetizar y analizar críticamente la evidencia disponible sobre el tema elegido a investigar. Para el desarrollo de este artículo se tomó como base la metodología propuesta por Barbara Kitchenham que implica realizar un conjunto de actividades enmarcadas en tres fases que son: Planificación, conducción y presentación siguiendo el esquema propuesto[10].

#### 2.2.1 Planificación

##### a) Preguntas de investigación

En base al propósito del presente artículo se plantean las siguientes preguntas de investigación.

- ¿Qué beneficios y limitaciones presenta la integración de la inteligencia artificial del rendimiento académico en la educación superior?
- ¿Qué herramientas o métodos de inteligencia artificial se han aplicado para estudiar y analizar el rendimiento académico en la educación superior?
- ¿Cuáles son los países con mayor número de artículos publicados?

- ¿Cómo han evolucionado las investigaciones sobre la inteligencia artificial en el análisis del rendimiento académico en la educación superior en la educación superior desde el 2020 al 2024?

**b) Proceso de búsqueda**

Se identificaron las palabras clave que se encuentran en los títulos y resúmenes de los artículos. Estas palabras se combinaron de distintas maneras, utilizando términos principales y secundarios. Para las búsquedas se emplearon los operadores lógicos AND y OR.

- Población (P): “Higher Education,” OR “University”
- Intervención (I): “Machine learning” OR “Deep Learning”.
- Comparación (C): No aplica.
- Resultados (O): “Academic Performance” OR “Student Success”.
- Contexto (C) “Intelligence Artificial”.

**c) Criterios de exclusión e inclusión**

**Tabla 1.** Criterios de inclusión y exclusión

<b>Criterios de inclusión (IC):</b>	<b>Criterios de exclusión (EC):</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Los artículos científicos deben estar relacionados con la aplicación de la inteligencia artificial para predecir y/o analizar el rendimiento académico de estudiantes de educación superior.</li> <li>• Los artículos científicos deben cubrir todo el ámbito de la educación superior, incluyendo universidades como también institutos, sin distinción del país, la institución, las carreras o las profesiones.</li> <li>• Artículos que contengan las palabras clave de la búsqueda en el título o resumen.</li> <li>• Artículos publicados desde el 2020 en adelante.</li> <li>• Artículos publicados en revistas o conferencias.</li> <li>• Artículos científicos accesibles en su totalidad.</li> <li>• Artículos disponibles en idioma inglés o español</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Artículos científicos que estaban relacionados con la aplicación de la inteligencia artificial para predecir y/o analizar el rendimiento académico de estudiantes de jardines, escuelas o colegios.</li> <li>• Artículos cuyo título no tenga relación con el objeto de estudio.</li> <li>• Artículos repetidos.</li> <li>• Artículos publicados antes del 2020.</li> </ul>

**d) Selección de fuente de búsqueda**

Se seleccionaron 3 fuentes de búsqueda las cuales fueron escogidas debido a su accesibilidad y admisión de consultas avanzadas.

**Tabla 2.** Fuentes de base de datos

<b>Fuente</b>	<b>Artículos encontrados</b>
<b>Science Direct</b> <a href="https://www.sciencedirect.com/">https://www.sciencedirect.com/</a>	433
<b>IEEE Xplore</b> <a href="https://ieeexplore.ieee.org/">https://ieeexplore.ieee.org/</a>	117
<b>Scopus</b> <a href="https://www.scopus.com/">https://www.scopus.com/</a>	110
<b>TOTAL</b>	660

**e) Cadenas de búsqueda**

Se consideró las palabras clave en base a lo aplicado en el método PICOC, se utilizó los operadores lógicos “AND/OR” con la finalidad de generar las cadenas de búsqueda. La herramienta Parsifal generó la cadena de búsqueda general, la misma que se modificó de acuerdo a cada base de datos y todas las palabras clave se definieron en idioma inglés.

- **Parsifal**

("Artificial Intelligence" OR "AI" OR "Machine Learning") AND ("Academic Performance" OR "Student Success") AND ("Higher Education" OR "University")

- **Science Direct**

("Artificial Intelligence" OR "AI" OR "Machine Learning") AND ("Academic Performance" OR "Student Success") AND ("Higher Education" OR "University")

Al realizar la búsqueda se hizo filtro manual del año de publicación a partir del 2020 hasta el 2024 y se seleccionó las áreas en ingeniería y ciencias de la computación.

- **Scopus**

TITLE-ABS-KEY (("Artificial Intelligence" OR "AI" OR "Machine Learning" OR "Deep Learning") AND ("Academic Performance" OR "Student Success") AND ("Higher Education" OR "University")) AND (LIMIT-TO(DOCTYPE,"ar") OR LIMIT-TO(DOCTYPE,"cp")) AND (LIMIT-TO(SUBJAREA,"COMP") OR LIMIT-TO(SUBJAREA,"EDUC")) AND (LIMIT-TO(PUBYEAR,2024) OR LIMIT-TO(PUBYEAR,2023) OR LIMIT-TO(PUBYEAR,2022) OR LIMIT-TO(PUBYEAR,2021) OR LIMIT-TO(PUBYEAR,2020))

- **IEEE Xplore**

((("Artificial Intelligence" OR "AI" OR "Machine Learning" OR "Deep Learning") AND ("Academic Performance" OR "Student Success") AND ("Higher Education" OR "University"))

### 2.2.2 Desarrollo

#### a) Búsqueda de artículos

Se hizo la búsqueda en cada una de las bases de datos seleccionadas (IEEE Xplore, Science Direct y Scopus), donde se obtuvieron 660 artículos de los cuales se excluyeron los artículos que no cumplían con los criterios de inclusión, y quedando finalmente 20 artículos para la revisión respectiva.

#### b) Selección de artículos definitivos para el análisis de información

La selección se realizó siguiendo las directrices de la metodología de Barbara Kitchenham, en la cual los artículos deben ser evaluados a través de una serie de preguntas de calidad para determinar su relevancia y adecuación al objetivo de la investigación. No obstante, dado que se encontraron únicamente 20 artículos y todos cumplían con los criterios de inclusión establecidos, se decidió incluir los 20 artículos para el análisis de la información.

#### c) Análisis y clasificación de la información

Al observar la figura anterior se puede decir lo siguiente:

- La fuente de información Scopus con 16.7% obtiene el menor porcentaje de artículos hallados sobre el tema de revisión, de este grupo se seleccionaron los siguientes artículos para la revisión exhaustiva [11][12][13][14].
- IEEE Xplore obtiene el 17.7% de nivel de aporte para el presente artículo. De este grupo se seleccionaron [15][16][17][18][19].
- Science Direct obtiene 65.6% de nivel de aporte para el presente artículo, de este grupo se seleccionó [20][21][22][23][24][25][26][27][28][29][30].

## 3 Resultados

**Fig. 1.** Distribución de artículos encontrados por base de datos

La revisión llevada a cabo proporcionó respuestas a las preguntas de investigación que se formularon. Los hallazgos revelan que la base de datos más relevante en este contexto es Science Direct. Además, se observó que el año 2022 se destaca como el periodo con la mayor cantidad de artículos publicados, lo que indica un creciente interés en el uso de

la inteligencia artificial para analizar el rendimiento académico. A continuación, se presentan las respuestas a las preguntas propuestas de acuerdo al análisis de cada artículo de investigación.

¿Qué beneficios y limitaciones presenta la integración de la inteligencia artificial del rendimiento académico en la educación superior?

- **Beneficios:** Capacidad de predicción de problemas académicos de alta precisión, identificando a estudiantes en riesgo y facilitando intervenciones preventivas, optimiza la personalización del aprendizaje y la asignación de recursos, además de promover decisiones basadas en datos, lo que es clave para la planificación educativa. Técnicas como redes neuronales, árboles de decisión y algoritmos de ensamblaje generan modelos precisos que respaldan el éxito estudiantil y aumentan la eficiencia en el proceso educativo.
- **Limitaciones:** dependencia crítica de la calidad de los datos, ya que modelos inexactos pueden resultar de datos incompletos, sesgados o poco representativos, problemas de privacidad y ética y desigualdad en el acceso a la tecnología

¿Qué herramientas o métodos de inteligencia artificial se han aplicado para estudiar y analizar el rendimiento académico en la educación superior?

Las siguientes investigaciones aplican redes neuronales artificiales (RNA) y algoritmos supervisados para predecir el rendimiento académico, pero difieren en sus contexto, metodologías y resultados. En [18] utilizó redes neuronales supervisadas con Python y TensorFlow), entrenando un modelo con datos de 72,010 estudiantes para predecir el promedio final del bachillerato, alcanzando una precisión de hasta el 96%. En [11] empleó (RNA), metodología CRISP-DM y Matlab con los algoritmos de Levenberg-Marquardt y Scaled Conjugate Gradient recolectando datos de 66 estudiantes de Ingeniería Civil mediante encuestas, con el 85% de los datos para el entrenamiento para predecir el rendimiento en la asignatura de Matemática II. El modelo mostró un buen ajuste según el error cuadrático medio (MSE) y el coeficiente de correlación (R). En [23] Se utilizó las redes neuronales profundas en concreto el modelo BiLSTM (Long Short-Term Memory bidireccional) alcanzando una precisión del 90.16%. Este enfoque supera a los métodos tradicionales de aprendizaje automático.

Estas investigaciones coinciden en el uso de árboles de decisión. [28] Empleo modelos como redes neuronales profundas (DNN), árbol de decisión, regresión logística, SVC y KNN, junto con técnicas de muestreo para manejar el desequilibrio en los datos. Con 4266 registros y validación cruzada, el modelo DNN fue el más preciso con una exactitud del 89%. [19] El estudio utilizó algoritmos de aprendizaje automático como Perceptrón, KNN, Árbol de decisión y SVM, implementados en Python, para predecir el rendimiento académico de 1620 estudiantes. Se aplicaron métodos de selección de características como Chi-cuadrado y RFE, destacando variables como edad, género y puntajes ICFES en matemáticas. Los mejores resultados se obtuvieron con Perceptrón y SVM, logrando una exactitud del 66%. [21] empleó Máquina de Vectores de Soporte (SVM), Árbol de Decisión, Naïve Bayes y KNN para predecir el rendimiento académico de 32,005 estudiantes, logrando una precisión del 96.0% con el modelo SVM, que demostró ser el más eficaz. [29] empleo modelos predictivos para evaluar el rendimiento académico de 260 estudiantes universitarios, utilizando naive Bayes, KNN, y árbol de decisión. Los modelos se construyeron con datos de 14 actividades académicas. Los resultados mostraron una exactitud máxima de 81.25% con naive Bayes, y una identificación temprana de estudiantes en riesgo con un 70.5% de exactitud.

La mayoría de investigaciones coincidieron en el uso de técnicas de muestreo como SMOTE, ROS, ADASYN y SMOTE-ENN. algoritmos de aprendizaje automático (Naive Bayes, máquinas de soporte vectorial con kernel lineal y regresión logística) árboles de decisión, KNN, LDA.g, algoritmos de random forests. Siendo DNN el método que obtuvo mejores resultados en la mayoría de investigaciones

¿Cuáles son los países con mayor número de artículos publicados?

Los países con mayor número de artículos publicados son Colombia y Pakistán y Perú tal como se muestra en la siguiente figura:

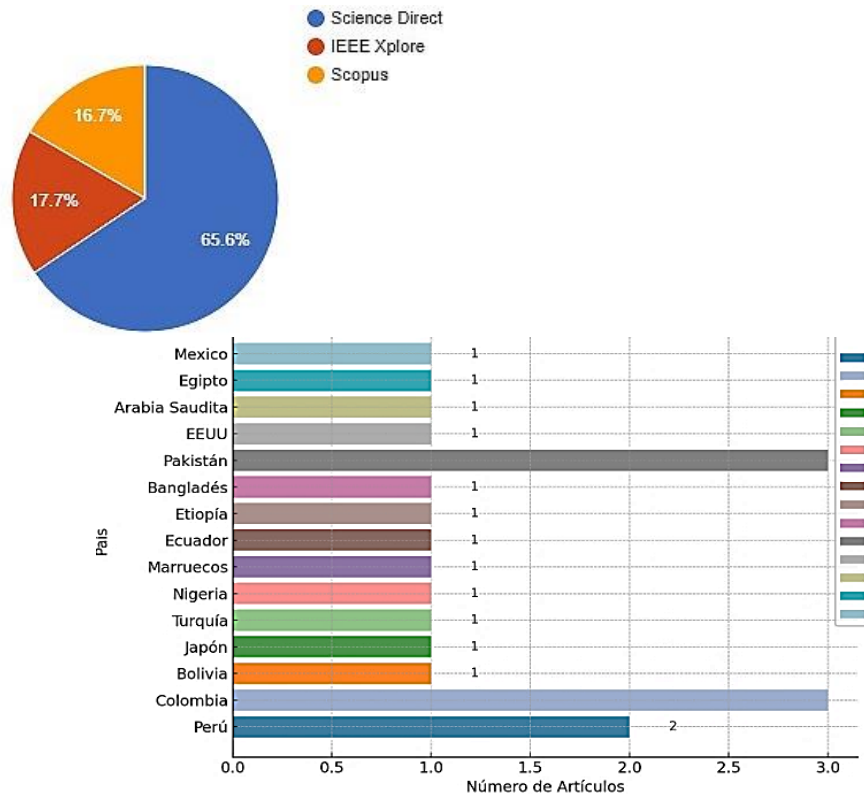


Fig. 2. Número de artículos publicados por país

¿Cómo han evolucionado las investigaciones sobre la inteligencia artificial en el análisis del rendimiento académico en la educación superior en la educación superior desde el 2020 al 2024?

Las investigaciones sobre la aplicación de la inteligencia artificial en el análisis del rendimiento académico en la educación superior han mostrado una tendencia de crecimiento en los últimos años. Sin embargo, en 2023 y 2024, la cantidad de estudios ha permanecido estable. De los 20 artículos seleccionados, la distribución por año es la siguiente: 2020 con 15%, 2021 con 20%, 2022 con 35%, 2023 con 15%, y 2024 también con 15%.

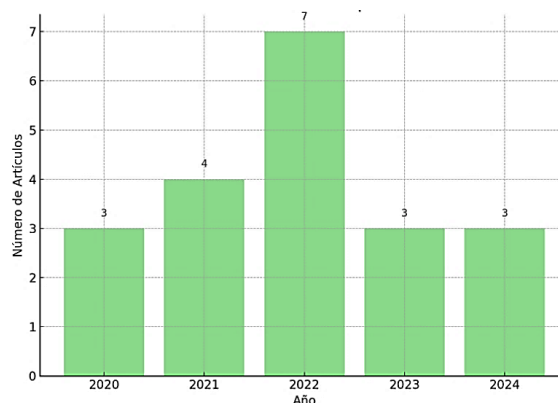


Fig. 3. Número de artículos por año

#### 4 Discusiones y conclusiones

La revisión sistemática confirma que la inteligencia artificial, especialmente mediante técnicas de machine learning y deep learning, está transformando el análisis del rendimiento académico en la educación superior. Algoritmos avanzados como KNN, redes neuronales profundas (DNN), XGBoost, Naive Bayes y árboles de decisión han demostrado ser eficaces al identificar patrones complejos en grandes volúmenes de datos, mejorando la precisión en la predicción de estudiantes en riesgo. Los modelos de ensamblaje, como el stacking, también han mejorado el rendimiento predictivo. Sin embargo, para que estas tecnologías sean efectivas, es esencial que las instituciones educativas combinen las herramientas tecnológicas con la intervención humana, ya que los algoritmos solo pueden identificar a los estudiantes en riesgo, pero la respuesta adecuada requiere una intervención personalizada por parte de los educadores.

La calidad de los datos es uno de los principales desafíos, ya que los datos sesgados, incompletos o desactualizados afectan la fiabilidad de las predicciones. Además, el manejo de datos personales plantea preocupaciones éticas y de privacidad, que deben ser gestionadas con políticas claras para proteger la confidencialidad. Técnicas como SMOTE han sido útiles para mejorar la precisión en la identificación de estudiantes en riesgo, y metodologías como CRISP-DM proporcionan un marco sólido para aplicar minería de datos en este contexto.

En cuanto a la distribución geográfica de los estudios, países como Colombia, Pakistán y Perú están liderando la investigación en este campo, lo que refleja un creciente interés en mejorar los sistemas educativos mediante la incorporación de tecnologías avanzadas. Además, entre los años 2020 y 2024, se observó un aumento en las investigaciones sobre la aplicación de la inteligencia artificial en el análisis del rendimiento académico, con un notable crecimiento en 2023 y 2024.

En conclusión, la inteligencia artificial ofrece un gran potencial para mejorar la educación superior, especialmente al permitir una mayor personalización del aprendizaje y la reducción de la deserción académica. Sin embargo, su implementación efectiva requiere superar barreras técnicas y éticas, y es crucial abordar adecuadamente las limitaciones identificadas para maximizar su impacto positivo en el futuro.

## 5 Biografías

- Laura Astrid Quiroz Ceron, Egresada de Ingeniería Informática y Sistemas de la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac.
- Melitza Graciela Alvites Leon, Egresada de Ingeniería Informática y Sistemas de la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac.
- Mario Aquino Cruz, Docente en la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac Perú, MSc. en Informática, investigador en las áreas de informática educativa, IoT, inteligencia artificial y ciberseguridad.

## 6 Referencias

- [1] B. Coppin, *Artificial Intelligence Illuminated*. Canada: Editorial Jones y Bartlett, 2004.
- [2] L. J. Gutiérrez Barahona, «IMPACTO DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN EL RENDIMIENTO ACADÉMICO DE LOS ESTUDIANTES DE LA CARRERA TECNOLÓGICAS DE LA INFORMACIÓN N», Unesum, Jipijapa, 2022.
- [3] E. Martín, L. A. García, Á. Torbay, y T. Rodríguez, «Estrategias de aprendizaje y rendimiento académico en estudiantes universitarios», *International Journal of Psychology and Psychological Therapy*, pp. 401-412, 2008.
- [4] G. M. Garbanzo Vargas, «Factores asociados al rendimiento académico en estudiantes universitarios, una reflexión desde la calidad de la educación superior pública», *Revista Educación*, vol. 31, n.º 1, p. 43, abr. 2012, doi: 10.15517/revdu.v31i1.1252.
- [5] Y. Ocaña-Fernández, L. A. Valenzuela-Fernández, y L. L. Garro-Aburto, «Inteligencia artificial y sus implicaciones en la educación superior», *Propósitos y Representaciones*, vol. 7, n.º 2, pp. 536-568, ene. 2019, doi: 10.20511/pyr2019.v7n2.274.
- [6] H. Crompton y D. Burke, «Artificial intelligence in higher education: the state of the field», *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, vol. 20, n.º 1, p. 22, abr. 2023, doi: 10.1186/s41239-023-00392-8.
- [7] C. S. González-González, «El impacto de la inteligencia artificial en la educación: transformación de la forma de enseñar y de aprender», *Curriculum. Revista de Teoría, Investigación y Práctica educativa*, n.º 36, pp. 51-60, 2023, doi: 10.25145/j.qurricul.2023.36.03.
- [8] C. A. González-Trejo y K. J. Julián-Ortega, «La inteligencia artificial y su influencia en el rendimiento académico de los estudiantes», *Revista Mexicana de Investigación e Intervención Educativa*, vol. 3, n.º 1, pp. 37-44, ene. 2024, doi: 10.62697/rmiie.v3i1.69.
- [9] Horizonteeuropa.es, «Horizonte Europa: nuevo Programa Marco de la UE | Horizonte Europa».
- [10] B. Kitchenham, «Procedures for Performing Systematic Reviews», *Keele*, vol. 33, 2004.
- [11] F. A. Incio-Flores, D. L. Capuñay-Sanchez, y R. O. Estela-Urbina, «Modelo de red neuronal artificial para predecir resultados académicos en la asignatura Matemática II», *Revista Electrónica Educare*, vol. 27, n.º 1, pp. 1-19, dic. 2022, doi: 10.15359/ree.27-1.14516.
- [12] O. D. Castrillón, W. Sarache, y S. Ruiz-Herrera, «Predicción del rendimiento académico por medio de técnicas de inteligencia artificial», *Formación universitaria*, vol. 13, n.º 1, pp. 93-102, feb. 2020, doi: 10.4067/S0718-50062020000100093.
- [13] H. F. Mendoza Jurado, «Modelo de aplicación orientada a la Web 4.0 en el rendimiento académico del estudiante en Educación Superior», *Educación Superior*, vol. 8, n.º 2, pp. 39-48, sep. 2021, doi: 10.53287/tjzc9154ou50o.

- [14] P. Sökkhey y T. Okazaki, «Hybrid Machine Learning Algorithms for Predicting Academic Performance», *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, vol. 11, n.º 1, pp. 32-41, 2020, doi: 10.14569/IJACSA.2020.0110104.
- [15] M. Yağcı, «Educational data mining: prediction of students' academic performance using machine learning algorithms», *Smart Learning Environments*, vol. 9, n.º 1, pp. 2-19, dic. 2022, doi: 10.1186/s40561-022-00192-z.
- [16] L. E. Contreras Bravo, N. Nieves-Pimiento, y K. Gonzalez-Guerrero, «Prediction of University-Level Academic Performance through Machine Learning Mechanisms and Supervised Methods», *Ingeniería*, vol. 28, n.º 1, p. e19514, nov. 2022, doi: 10.14483/23448393.19514.
- [17] I. O. Muraina, E. Aiyegbusi, y S. Abam, «Decision Tree Algorithm Use in Predicting Students' Academic Performance in Advanced Programming Course», *International Journal of Higher Education Pedagogies*, vol. 3, n.º 4, pp. 13-23, ene. 2023, doi: 10.33422/ijhep.v3i4.274.
- [18] T. Ahajjam, M. Moutaib, H. Aissa, M. Azrour, Y. Farhaoui, y M. Fattah, «Predicting Students' Final Performance Using Artificial Neural Networks», *Big Data Mining and Analytics*, vol. 5, n.º 4, pp. 294-301, dic. 2022, doi: 10.26599/BDMA.2021.9020030.
- [19] L. E. Contreras, H. J. Fuentes, y J. I. Rodríguez, «Predicción del rendimiento académico como indicador de éxito/fracaso de los estudiantes de ingeniería, mediante aprendizaje automático», *Formación universitaria*, vol. 13, n.º 5, pp. 233-246, oct. 2020, doi: 10.4067/S0718-50062020000500233.
- [20] J. H. Guanin-Fajardo, J. Guña-Moya, y J. Casillas, «Predicting Academic Success of College Students Using Machine Learning Techniques», *Data (Basel)*, vol. 9, n.º 4, p. 60, abr. 2024, doi: 10.3390/data9040060.
- [21] E. Ahmed, «Student Performance Prediction Using Machine Learning Algorithms», *Applied Computational Intelligence and Soft Computing*, vol. 2024, n.º 1, ene. 2024, doi: 10.1155/2024/4067721.
- [22] K. Roy y D. Md. Farid, «An Adaptive Feature Selection Algorithm for Student Performance Prediction», *IEEE Access*, vol. 12, pp. 75577-75598, 2024, doi: 10.1109/ACCESS.2024.3406252.
- [23] B. K. Yousafzai *et al.*, «Student-performulator: Student academic performance using hybrid deep neural network», *Sustainability (Switzerland)*, vol. 13, n.º 17, sep. 2021, doi: 10.3390/su13179775.
- [24] S. Sarwat *et al.*, «Predicting Students' Academic Performance with Conditional Generative Adversarial Network and Deep SVM», *Sensors*, vol. 22, n.º 13, p. 4834, jun. 2022, doi: 10.3390/s22134834.
- [25] O. Ojajuni *et al.*, «Predicting Student Academic Performance Using Machine Learning», 2021, pp. 481-491. doi: 10.1007/978-3-030-87013-3\_36.
- [26] N. A. Butt, Z. Mahmood, K. Shakeel, S. Alfarhood, M. Safran, y I. Ashraf, «Performance Prediction of Students in Higher Education Using Multi-Model Ensemble Approach», *IEEE Access*, vol. 11, pp. 136091-136108, 2023, doi: 10.1109/ACCESS.2023.3336987.
- [27] N. M. Alruwais, «Deep FM-Based Predictive Model for Student Dropout in Online Classes», *IEEE Access*, vol. 11, pp. 96954-96970, 2023, doi: 10.1109/ACCESS.2023.3312150.
- [28] A. Nabil, M. Seyam, y A. Abou-Elfetouh, «Prediction of Students' Academic Performance Based on Courses' Grades Using Deep Neural Networks», *IEEE Access*, vol. 9, pp. 140731-140746, 2021, doi: 10.1109/ACCESS.2021.3119596.
- [29] A. Rico Páez, «Modelos predictivos progresivos del rendimiento académico de estudiantes universitarios», *RIDE Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, vol. 12, n.º 24, may 2022, doi: 10.23913/ride.v12i24.1196.
- [30] J. E. Gamboa Unsihuay y J. W. Salinas Flores, «PREDICCIÓN DE LA SITUACIÓN ACADÉMICA EN ALUMNOS DE PREGRADO USANDO ALGORITMOS DE MACHINE LEARNING.», *Perfiles*, vol. 1, n.º 27, pp. 4-10, feb. 2022, doi: 10.47187/perf.v1i27.142.



Revista Micaela

ISSN: 2955-8646 (en línea) / 2709-8990 (Impresa)  
Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac  
Vice Rectorado de Investigación – Perú

Vol. 5 Num. 2 (2024) - Publicado: 23/03/24

DOI: 10.57166/micaela.v5.n2.2024.153

Páginas: 33 - 39

Recibido 20/08/2024 ; Aceptado 04/09/2024

<https://doi.org/10.57166/micaela.v5.n2.2024.154>

**Autores:**

1. **ORCID ID** <https://orcid.org/0009-0008-0519-850X> Flor Cintia Pareja-Arredondo, Ingeniería Informática y Sistemas, Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac – PE, 171167@unamba.edu.pe
2. **ORCID ID** <https://orcid.org/0009-0006-4718-3838> Jaime Iván Carrasco-Taípe, Ingeniería Informática y Sistemas, Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac – PE, 182193@unamba.edu.pe
3. **ORCID ID** <https://orcid.org/0000-0002-2552-5669> Mario Aquino-Cruz, trabaja en el Departamento de Ingeniería de la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac – PE, maquino@unamba.edu.pe

## Revisión sistemática de la evolución de los asistentes virtuales: desde los primeros Chatbots hasta la IA conversacional

### Systematic review of the evolution of virtual assistants: from early Chatbots to conversational AI

Flor Cintia Pareja-Arredondo<sup>1</sup>, Jaime Iván Carrasco-Taípe<sup>2</sup> y Mario Aquino-Cruz<sup>3</sup>

**Resumen.** La evolución de los asistentes virtuales ha sido un proceso progresivo, desde los primeros intentos por imitar la conversación humana hasta los modelos avanzados de inteligencia artificial que vemos hoy en día. Este artículo presenta una revisión sistemática cuyo objetivo es analizar los avances más importantes en el desarrollo de estos asistentes, enfocándose en tres áreas clave: procesamiento del lenguaje natural (PLN), aprendizaje automático y redes neuronales profundas. La metodología se basó en la revisión de literatura relevante sobre el desarrollo y la implementación de estos modelos. Entre los resultados, se destaca la introducción de ELIZA (1966), un chatbot pionero, pero limitado, seguido por PARRY (1972) y ALICE (1995), que mejoraron en el modelado emocional y el PLN, aunque seguían basados en reglas predefinidas. Asistentes más recientes como Siri (2011) y Alexa (2014) integraron aprendizaje automático y redes neuronales profundas, logrando una mayor precisión y personalización en las interacciones. ChatGPT (2020) es el avance más reciente, capaz de generar respuestas coherentes en tiempo real. Las conclusiones sugieren que, a pesar de los avances, aún existen limitaciones en áreas como la personalización y la comprensión emocional. Se recomienda que la investigación futura aborde estos desafíos para mejorar la interacción humano-máquina.

**Palabras Clave:** Asistente virtual, Chatbot, Inteligencia Artificial, Procesamiento de Lenguaje Natural.

**Abstract.** The evolution of virtual assistants has been a progressive process, from early attempts to mimic human conversation to the advanced artificial intelligence models we see today. This article presents a systematic review aimed at analyzing the most significant advancements in the development of these assistants, focusing on three key areas: natural language processing (NLP), machine learning, and deep neural networks. The methodology was based on a review of relevant literature on the development and implementation of these models. Among the findings, the introduction of ELIZA (1966), a pioneering but limited chatbot, stands out, followed by PARRY (1972) and ALICE (1995), which improved emotional modeling and NLP, although they were still based on predefined rules. More recent assistants, such as Siri (2011) and Alexa (2014), integrated machine learning and deep neural networks, achieving greater accuracy and personalization in interactions. ChatGPT (2020) is the most recent advancement, capable of generating coherent responses in real-time. The conclusions suggest that despite these advancements, there are still limitations in areas such as personalization and emotional understanding. It is recommended that future research address these challenges to enhance human-machine interaction.

**Keywords:** Virtual Assistant, Chatbot, Artificial Intelligence, Natural Language Processing.



## 1 Introducción

Se pueden Los asistentes virtuales han evolucionado desde ChatBots simples hasta convertirse en sistemas avanzados de IA capaces de interactuar con usuarios a través del procesamiento de lenguaje natural y algoritmos de aprendizaje, lo que ha permitido su adopción en diversas industrias como el comercio y los servicios al cliente (Juniper Research predice que para 2025 los ChatBots procesarán compras por USD 145 mil millones)[1]. Los avances en inteligencia artificial, como las redes neuronales y el aprendizaje automático, están transformando no solo campos creativos como la arquitectura, sino también los asistentes virtuales. Tecnologías como el procesamiento del lenguaje natural (PLN) y modelos generativos como GANs y modelos de difusión optimizan la interacción entre humanos y máquinas, permitiendo interpretar lenguaje y ejecutar tareas complejas de manera eficiente. Esto mejora la capacidad de los asistentes virtuales para comprender el contexto y ofrecer respuestas más precisas [2]

Los asistentes virtuales (VA) se están volviendo cada vez más comunes, siendo empleados como interfaces principales en dispositivos inteligentes para el hogar, como televisores, altavoces y teléfonos inteligentes, así como en sistemas de entretenimiento en automóviles o robots de servicio. En 2020, se utilizaban alrededor de 4.2 mil millones de VA a nivel mundial, y se proyecta que este número alcanzará los 8.4 mil millones para el 2024[3]. Además, se prevé que el mercado global de asistentes virtuales alcance los 11 mil millones de dólares para 2025. Esta tendencia refleja el aumento de la eficiencia y la capacidad para manejar interacciones más complejas. Investigaciones similares respaldan esta observación, ya que discuten cómo los avances en PLN afectan la precisión de estos sistemas [4]. Un punto clave es cómo la automatización mediante chatbots y asistentes virtuales puede reducir costos y aumentar la eficiencia en las organizaciones, abordando tareas repetitivas y mejorando la atención al cliente mediante la automatización de procesos. Los autores explican que la IA aplicada a estos sistemas reduce los costos de servicio en un 30% y agiliza la gestión de consultas a gran escala, contribuyendo a una mejor experiencia del cliente y menores gastos operativos.[5]

El uso de asistentes virtuales ha cambiado la forma en que las personas interactúan con la tecnología, tanto a nivel personal como comercial. Amazon anunció en 2020 que su asistente virtual, Alexa, estaba conectado a más de 100 millones de dispositivos[6]. Google Assistant, que está disponible en más de 90 países y está disponible en treinta idiomas, maneja millones de interacciones diariamente, lo cual destaca la creciente dependencia de estos asistentes para realizar múltiples tareas diarias[7]. Los asistentes virtuales basados en inteligencia artificial, particularmente aquellos que utilizan técnicas de procesamiento del lenguaje natural, han mejorado la interacción entre empresas y clientes. Gracias a estos avances, es posible brindar respuestas más rápidas y precisas, lo que ha reducido significativamente la carga administrativa en diversas organizaciones [8]. Los avances en PLN y aprendizaje automático, muestran como los asistentes virtuales son capaces de adaptarse a los requerimientos de los usuarios.

A continuación, se muestra la evolución de los asistentes desde el chatbot ELIZA, que se limitaba a responder preguntas predeterminadas utilizando patrones de coincidencia de palabras básicos el cual fue el punto de partida para el desarrollo de asistentes virtuales [9] hasta el lanzamiento de ChatGPT por OpenAI el cual transformo significativamente la forma en que se interactúa con la inteligencia artificial. Esta herramienta permite mantener conversaciones fluidas en lenguaje natural, procesando grandes volúmenes de información y generando respuestas coherentes[10], se muestra en la tabla 1 la evolución cronológica de los principales asistentes virtuales.

**Tabla1.** Evolución de los asistentes virtuales, capacidad e innovaciones.

Asistente	Año de Lanzamiento	Tecnología Clave	Capacidades	Eficiencia de Respuesta
ELIZA	1966	Patrones de coincidencia de palabras	Respuestas predefinidas y básicas	Baja (limitada a scripts preprogramados) [9]
PARRY	1972	Modelado emocional básico	Simulación de pensamiento paranoico	Moderada (limitada a contexto psiquiátrico) [11]
ALICE	1995	AIML (Artificial Intelligence Markup Language) Procesamiento del	Procesamiento de lenguaje natural limitado	Moderada (reglas predefinidas) [12]
Siri	2011	lenguaje natural y aprendizaje automático	Interacción contextual y comandos	Alta (aprendizaje supervisado) [13]

Alexa	2014	Redes neuronales profundas y aprendizaje continuo	Aprendizaje y adaptación a usuarios	Muy alta (aprendizaje no supervisado) [14]
ChatGPT	2020	Transformers y modelos de IA generativa	Conversación coherente en tiempo real	Muy alta (respuestas personalizadas) [10]

Estos avances tecnológicos han permitido una mejora significativa en la precisión y la capacidad de respuesta de estos sistemas. ChatGPT puede administrar interacciones contextuales complejas y producir texto coherente comparable al humano, mientras que ELIZA controlaba las conversaciones limitadas a scripts predeterminados [10].

El objetivo principal de este artículo es realizar una revisión cronológica y sistemática de la evolución de los asistentes virtuales, también se mencionan los avances tecnológicos que han impulsado el desarrollo de estos asistentes virtuales. El aprendizaje automático y las redes neuronales profundas, entre otras tecnologías emergentes, han sido cruciales para mejorar la capacidad de los asistentes para manejar interacciones complejas. En particular, se busca dar a conocer el origen de los primeros asistentes virtuales y como evolucionaron hasta llegar a ser asistentes conversacionales capaces de entablar conversaciones naturales y contextuales con los usuarios.

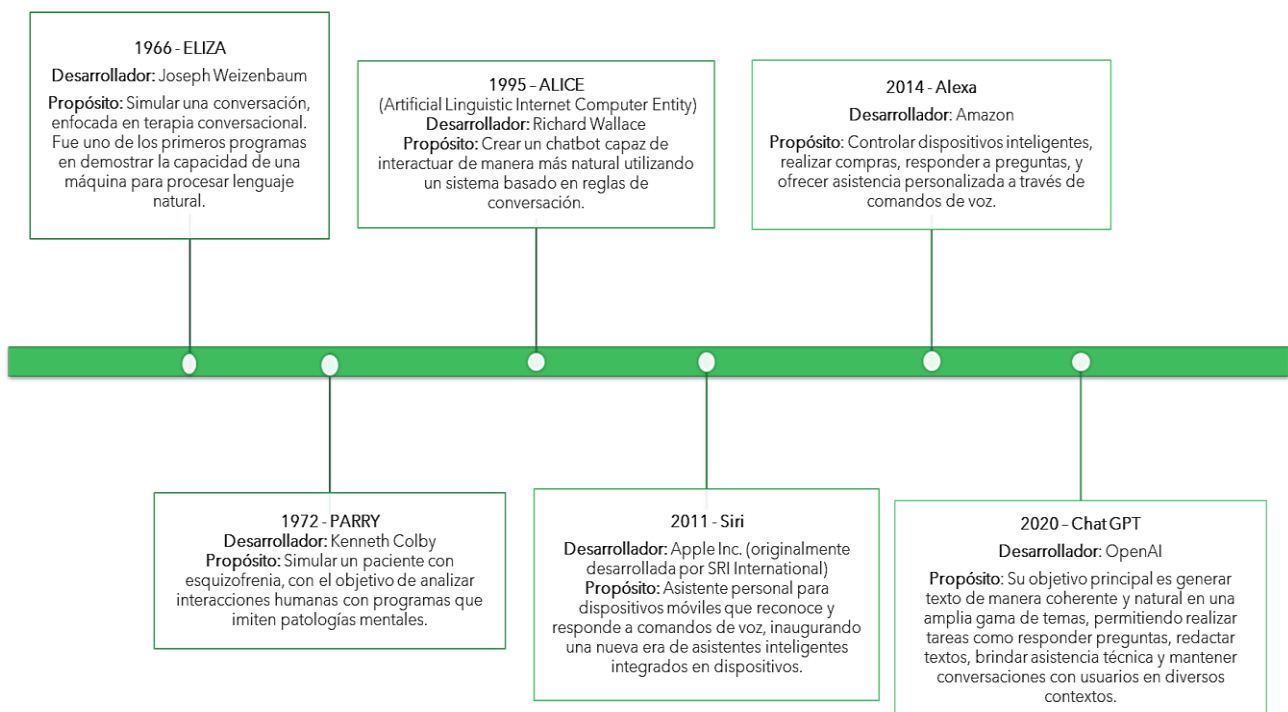


Fig. 1. Evolución Cronológica de los Asistentes Virtuales: Desarrollador y Propósito.

## 2 Método

Este trabajo emplea una revisión sistemática siguiendo las directrices del método PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses), (visualizar figura 1). Un enfoque ampliamente utilizado en revisiones sistemáticas para asegurar la transparencia y exhaustividad en la selección y análisis de los estudios [15]. El estudio se centra en la evolución de los asistentes virtuales, desde los primeros chatbots hasta los sistemas avanzados basados en inteligencia artificial (IA).

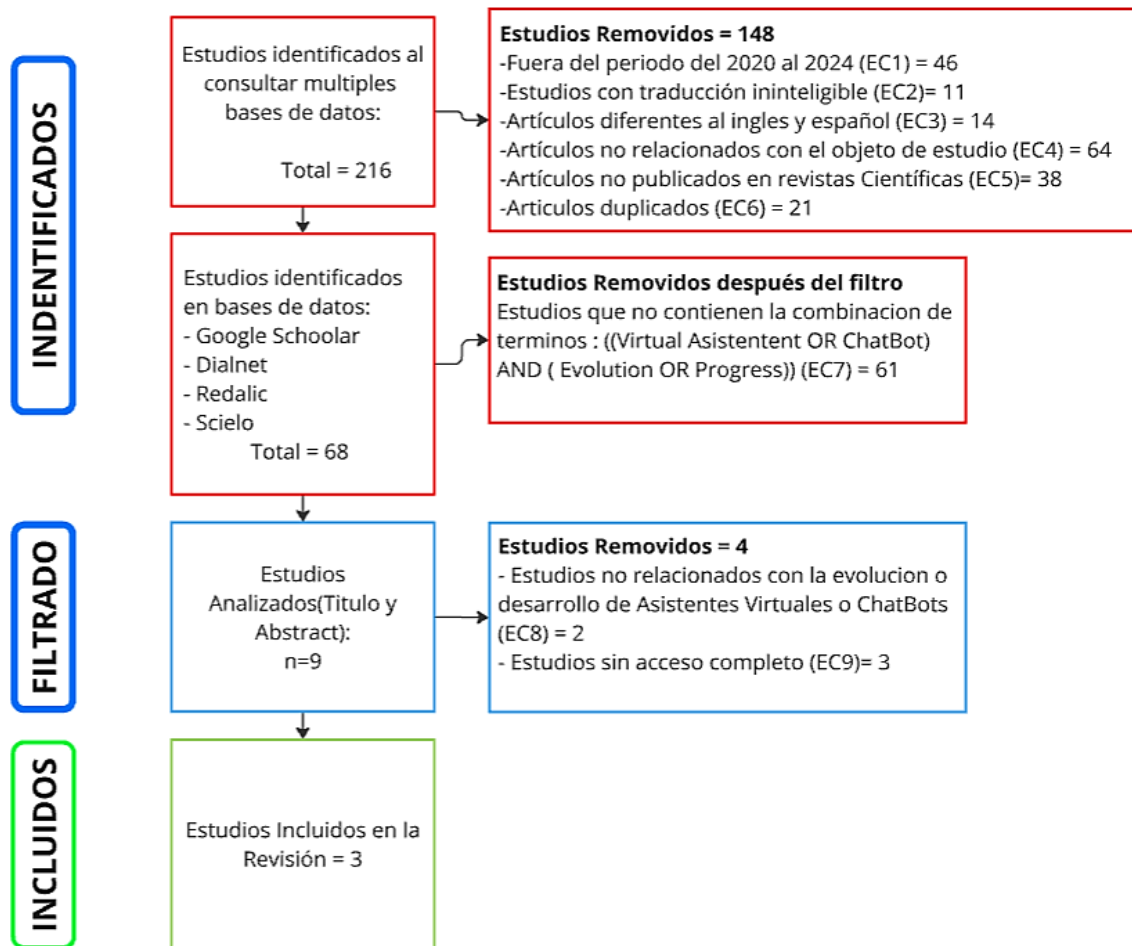


Fig. 2. Resultados de la aplicación del método PRISMA.

## 2.1 Fundamentación de la metodología

La revisión de la literatura científica se presenta como una herramienta fundamental para recopilar información de manera sintetizada, respondiendo a la necesidad de entender los hallazgos de diversas investigaciones. Las revisiones sistemáticas buscan consolidar el conocimiento en un área específica, resaltando lo que se ha establecido sobre un tema particular a través de los resultados obtenidos en distintos estudios, y brindan recomendaciones que pueden guiar futuras prácticas e investigaciones [16]. En la revisión sistemática presentada en este artículo, se llevó a cabo un análisis y una síntesis de la evidencia recopilada a partir de diversas investigaciones. Este enfoque permite identificar patrones y tendencias en los hallazgos, contribuyendo a una comprensión más profunda del tema abordado.

## 2.2 Recolección de Información

Para asegurar la rigurosidad en el proceso de búsqueda, se definieron como descriptores principales los términos derivados de la pregunta de investigación: "Chatbot", "Evolucion", "Asistente virtual" y "Progreso". Se elaboró un protocolo de búsqueda combinando estos términos mediante operadores booleanos: [("Chatbot" OR "Agente conversacional" OR "Asistente virtual" OR "Entidad conversacional")]. Se emplearon las siguientes bases de datos para la recolección de la literatura científica: Redalyc, Google Scholar, Dialnet y SciELO, seleccionadas por su especialización en artículos académicos y su enfoque multidisciplinario.

- a) Redalyc: [("Chatbot" OR "Asistente Virtual") AND ("Evolución" OR "Progreso")].
- b) Google Scholar: [("Chatbot" OR "Asistente Virtual") AND ("Evolución" OR "Progreso")].
- c) Dialnet: [("Chatbot" OR "Asistente Virtual") AND ("Evolución" OR "Progreso")].
- d) SciELO: [("Chatbot" OR "Asistente Virtual") AND ("Evolución" OR "Progreso")].

Los artículos seleccionados a partir de estas bases de datos fueron gestionados mediante el software Mendeley, lo que permitió organizar la información y eliminar citas duplicadas, asegurando así la precisión en el proceso de selección.

El proceso de revisión se llevó a cabo siguiendo la metodología PRISMA, lo que garantiza la transparencia y replicabilidad de la investigación. Esta revisión no solo proporciona una visión integral del desarrollo de esta tecnología, sino que también destaca las tecnologías que hicieron posibles estos saltos evolutivos, así como también las tecnologías emergentes y los desafíos futuros que enfrenta el campo de los asistentes virtuales.

## 2.3 Criterios de inclusión y de exclusión

### 2.3.1. Criterios de Inclusión

Se incluyeron investigaciones originales publicadas en bases de datos académicas como Redalyc, Google Scholar, Dialnet y SciELO, en español o inglés, dentro del periodo de 2020 a 2024. Estos estudios abordaron específicamente la evolución de los asistentes virtuales, con un enfoque en los avances de los Chatbots desde sus primeras versiones hasta su evolución en complejos sistemas de inteligencia artificial conversacional. Los artículos seleccionados se basaron en estudios que utilizaron términos como "Chatbot" y "Asistente virtual", empleando operadores booleanos [AND/OR] para asegurar su relevancia respecto al tema central de investigación.

### 2.3.2. Criterios de Inclusión

- Artículos fuera del rango temporal (publicados antes de 2020 o después de 2024).
- Estudios en idiomas diferentes al español o inglés, o con traducciones deficientes.
- Artículos que no estuvieran alineados con la temática de evolución de asistentes virtuales.
- Publicaciones que no estuvieran en revistas científicas o que no ofrecieran acceso completo.
- Artículos duplicados o que no incluyeran una adecuada combinación de términos con operadores booleanos [AND/OR].

El protocolo de búsqueda y extracción de información fue aplicado por dos revisores de forma independiente. Cualquier discrepancia fue discutida y resuelta de manera consensuada, asegurando así la calidad y rigurosidad del proceso de revisión. Esta metodología permitió una recopilación exhaustiva de publicaciones relevantes que abordan el desarrollo de los asistentes virtuales, desde los primeros Chatbots hasta las tecnologías actuales impulsadas por inteligencia artificial.

## 2.4 Proceso de revisión

Los estudios analizados sobre la evolución de los asistentes virtuales, desde los primeros sistemas como ELIZA hasta los más recientes como ChatGPT, se seleccionaron en función de descriptores específicos dentro de la metodología PRISMA. Estos estudios fueron revisados de manera independiente por dos evaluadores, quienes llevaron a cabo al menos dos lecturas completas de cada uno, lo que aseguró una evaluación exhaustiva y detallada.

El análisis de los estudios se estructuró en cuatro áreas clave: (1) los principios fundamentales de los asistentes virtuales, (2) el desarrollo tecnológico a lo largo del tiempo, (3) la percepción de usabilidad por parte de los usuarios, y (4) los avances más recientes, como el uso de inteligencia artificial generativa y procesamiento de lenguaje natural (PLN). Esta clasificación permitió capturar los principales avances identificados en los estudios.

Este enfoque ayudó a trazar la evolución desde los chatbots más básicos como ELIZA, que ofrecía respuestas predefinidas a través de coincidencias de palabras, hasta asistentes avanzados como ChatGPT, que emplea inteligencia artificial generativa y redes neuronales profundas para generar conversaciones coherentes y contextualizadas en tiempo real. La cronología de estos avances se presenta en la Tabla 1, la cual destaca los hitos clave en la evolución de estas tecnologías.

### 3 Resultados

Los resultados de esta revisión sistemática destacan varios hitos importantes en la evolución de los asistentes virtuales, desde los primeros chatbots como ELIZA hasta los actuales modelos avanzados de inteligencia artificial (IA) como ChatGPT y Alexa. Los avances más significativos se encuentran en tres áreas clave: el desarrollo del procesamiento del lenguaje natural (PLN), la incorporación del aprendizaje automático y el uso de redes neuronales profundas.

ELIZA (1966) fue el primer Chatbot que, aunque limitado a respuestas predefinidas, permitió simular una conversación terapéutica con los usuarios, demostrando las primeras capacidades de interacción entre humanos y máquinas [17][18].

PARRY (1972) introdujo un modelo de comportamiento esquizofrénico, lo que representó un avance en el modelado emocional y en la simulación de interacciones más coherentes [17][19].

A.L.I.C.E. (1995), por su parte, implementado con AIML, fue un avance considerable en la capacidad del PLN, aunque aún dependía de reglas predefinidas para generar respuestas [17][18].

Con Siri (2011), el procesamiento del lenguaje natural y el aprendizaje automático comenzaron a integrarse en los dispositivos móviles, lo que permitió respuestas más contextualizadas y personalizadas [19].

Alexa (2014) dio un paso más allá al incorporar redes neuronales profundas, lo que le permitió mejorar su capacidad para aprender de las interacciones y adaptarse a comandos más complejos [19][18].

Finalmente, ChatGPT (2020) ha llevado estas tecnologías a un nivel superior, utilizando transformers para generar respuestas coherentes y mantener diálogos fluidos, lo que lo convierte en el asistente conversacional más avanzado hasta la fecha [17].

### 4 Discusiones Conclusiones

La evolución de los asistentes virtuales ha estado marcada por avances en la capacidad para procesar y comprender el lenguaje humano. Los primeros Chatbots como ELIZA y PARRY demostraron las posibilidades de la simulación conversacional, pero su alcance estaba limitado por la falta de aprendizaje adaptativo y la rigidez de sus respuestas [17],[19]. A.L.I.C.E. representó una mejora al integrar un lenguaje de marcado (AIML), pero seguía siendo insuficiente para emular una conversación humana natural [17]. El salto cualitativo en la evolución de estos sistemas se dio con la integración del aprendizaje automático en Siri, que permitió un mayor grado de personalización en las interacciones [18]. La llegada de Alexa, con su capacidad para realizar tareas complejas mediante el uso de redes neuronales, marcó otro hito, al demostrar que los asistentes virtuales podían aprender de manera continua y adaptarse a las preferencias del usuario [18], [19]. No obstante, aún persisten desafíos importantes. Los modelos más avanzados, como ChatGPT, han demostrado ser capaces de manejar una gran cantidad de temas y mantener conversaciones contextualmente relevantes, pero todavía enfrentan dificultades cuando se trata de interacciones emocionalmente complejas o la comprensión profunda de temas específicos [17]. A pesar de estos avances, la tecnología aún tiene margen para mejorar en áreas como la personalización emocional y la interpretación más precisa del contexto.

A lo largo de esta revisión, se han identificado hitos clave en la evolución de los asistentes virtuales que han permitido una interacción cada vez más fluida entre humanos y máquinas. Desde ELIZA hasta ChatGPT, los avances en el procesamiento del lenguaje natural y las redes neuronales han transformado la manera en que interactuamos con la tecnología en nuestro día a día [17], [18]. A futuro, es probable que veamos una mayor integración de estos asistentes en todos los aspectos de la vida cotidiana, desde dispositivos del hogar hasta vehículos inteligentes. Sin embargo, para que los asistentes virtuales alcancen su pleno potencial, será necesario abordar los desafíos actuales en cuanto a la comprensión contextual y emocional. La IA sigue siendo una herramienta poderosa, pero su evolución debe continuar para lograr una interacción que sea verdaderamente indistinguible de la humana [17],[18].

### 5 Biografías

- Flor Cintia Pareja Arredondo egresada de la Escuela Profesional de Ingeniería en Informática y Sistemas en la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac (UNAMBA), Perú.

- Jaime Iván Carrasco Taipe egresado de la Escuela Profesional de Ingeniería en Informática y Sistemas en la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac (UNAMBA), Perú.
- Mario Aquino-Cruz, Docente en la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac Perú, MSc. en Informática, investigador en las áreas de informática educativa, IoT, inteligencia artificial y ciberseguridad.

## 6 Referencias

- [1] C. Bălan, "Chatbots and Voice Assistants: Digital Transformers of the Company–Customer Interface—A Systematic Review of the Business Research Literature," Jun. 01, 2023, MDPI. doi: 10.3390/jtaer18020051.
- [2] Y. Eid-Masheh Casado, "Aplicación directa de la Inteligencia Artificial en la arquitectura y posterior aplicación de las herramientas de modelado paramétrico para su ejecución material viable," 2023.
- [3] H. Im, B. Sung, G. Lee, and K. Q. Xian Kok, "Let voice assistants sound like a machine: Voice and task type effects on perceived fluency, competence, and consumer attitude," *Comput Human Behav*, vol. 145, p. 107791, Aug. 2023, doi: 10.1016/J.CHB.2023.107791.
- [4] J. Hirschberg and C. D. Manning, "Advances in natural language processing," May 2016. [Online]. Available: <http://science.sciencemag.org/>
- [5] P. Ramires Hernandez and D. Valle Cruz, "Virtual assistants based on Artificial Intelligence," Oct. 2022.
- [6] A. Pradhan, K. Mehta, and L. Findlater, "'Accessibility came by accident': Use of voice-controlled intelligent personal assistants by people with disabilities," in *Conference on Human Factors in Computing Systems - Proceedings*, Association for Computing Machinery, Apr. 2018. doi: 10.1145/3173574.3174033.
- [7] M. B. Hoy, "Alexa, Siri, Cortana, and More: An Introduction to Voice Assistants," *Med Ref Serv Q*, vol. 37, no. 1, pp. 81–88, Jan. 2018, doi: 10.1080/02763869.2018.1404391.
- [8] E. Tenés Trillo, "Impacto de la Inteligencia Artificial en las Empresas," Jun. 2023, Accessed: Oct. 11, 2024. [Online]. Available: <https://oa.upm.es/75532/>
- [9] J. Weizenbaual, "ELIZA A Computer Program For the Study of Natural Language Communication Between Man And Machine," Jan. 2016.
- [10] D. Rivas Barrera, M. E. García Ortiz, E. Hamed Alvarado, E. Coreas Arguera, and R. Hernandez Rauda, "LOS CUBO COMO ESPACIOS PARA PROTECCIÓN, DESARROLLO Y PARTICIPACIÓN DE NIÑOS, NIÑAS Y ADOLESCENTES.," vol. 5, 2023.
- [11] T. B. Brown et al., "Language Models are Few-Shot Learners," Jul. 2020.
- [12] Mgr. T. ZEMČÍK, "A Brief History of Chatbots," *DEStech Transactions on Computer Science and Engineering*, no. aicae, Oct. 2019, doi: 10.12783/dtce/aicae2019/31439.
- [13] B. Aba Shawar and E. Atwell, "A comparison between Alice and Elizabeth chatbot systems," Dec. 2022. [Online]. Available: <http://eprints.whiterose.ac.uk/81930/>
- [14] H. Martín Armas, "Skill de Alexa para el estudio Alexa skill for studying," Jun. 2020.
- [15] G. Urrútia and X. Bonfill, "PRISMA declaration: A proposal to improve the publication of systematic reviews and meta-analyses," *Med Clin (Barc)*, vol. 135, no. 11, pp. 507–511, Oct. 2010, doi: 10.1016/j.medcli.2010.01.015.
- [16] G. Urrútia and X. Bonfill, "EDITORIAL LA DECLARACIÓN PRISMA: UN PASO ADELANTE EN LA MEJORA DE LAS PUBLICACIONES DE LA REVISTA ESPAÑOLA DE SALUD PÚBLICA", Accessed: Oct. 05, 2024. [Online]. Available: <http://www.prisma>
- [17] P. Martín Jiménez and J. Allende Sánchez, "DE ELIZA A SIRI: LA EVOLUCIÓN." [Online]. Available: <http://www.uax.es/publicacion/de-eliza-a-siri-la-evolucion.pdf>
- [18] O. Vázquez Bautista, "Chatbots: la evolución de la atención al cliente en la era digital.," *Publicación semestral*, vol. 10, no. 20, pp. 24–27, Jan. 2023, [Online]. Available: <https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/prepa3/issue/archive>
- [19] Abeliuk y C. Gutiérrez, "Historia y evolución de la inteligencia artificial," *Bits de Ciencia*, pp. 1-15. [Online]. Available: <https://revistasdex.uchile.cl/index.php/bits/article/view/2767>. [Accessed: 23-Oct-2024].



Revista Micaela

ISSN: 2955-8646 (en línea) / 2709-8990 (Impresa)  
Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac  
Vice Rectorado de Investigación – Perú

Vol. 5 Num. 2 (2024) - Publicado: 22/03/24  
<https://doi.org/10.57166/micaela.v5.n2.2024>  
Páginas: 40 - 47

Recibido 20/08/2024; Aceptado 04/09/2024

<https://doi.org/10.57166/micaela.v5.n2.2024.156>

**Autores:**

1. **ORCID ID** <https://orcid.org/0009-0009-0696-7654>  
Bryan Hurtado-Delgado, Egresado en Ingeniería Informática y Sistemas de la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac, Perú.  
[191215@unamba.edu.pe](mailto:191215@unamba.edu.pe)
2. **ORCID ID** <https://orcid.org/0009-0002-3242-8688>  
Marycielo Xiomara Oscco-Guillen, Egresada en Ingeniería Informática y Sistemas de la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac, Perú.  
[191226@unamba.edu.pe](mailto:191226@unamba.edu.pe)
3. **ORCID ID** <https://orcid.org/0000-0002-2552-5669>  
Mario Aquino-Cruz, Docente en la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac Perú, MSc. en Informática, investigador en las áreas de informática educativa, IoT, inteligencia artificial y ciberseguridad.  
[maquino@unamba.edu.pe](mailto:maquino@unamba.edu.pe)

## Eficiencia del modelo de red neuronal convolucional DenseNet para la detección de somnolencia en conductores

### Efficiency of the DenseNet convolutional neural network model for detecting drowsiness in drivers

Bryan Hurtado-Delgado<sup>1</sup>, Marycielo Xiomara Oscco-Guillen<sup>2</sup> y Mario Aquino-Cruz<sup>3</sup>

**Resumen.** La somnolencia en conductores es una condición crítica que puede comprometer la seguridad vial, por lo que es esencial contar con métodos precisos para detectarla. Este estudio evaluó la arquitectura DenseNet121 para detectar somnolencia en conductores, centrándose en el estado de los ojos (abiertos o cerrados) y la manifestación de bostezos. El diseño del estudio fue no experimental, de nivel descriptivo y con enfoque cuantitativo. Se utilizó un conjunto de 2090 imágenes de conductores, obtenidas de Kaggle, que fueron preprocesadas con la biblioteca MediaPipe para facilitar la detección de rostros. El modelo DenseNet121 logró una precisión del 98.46% para el estado de bostezo y del 99.62% para el estado de los ojos. La matriz de confusión mostró clasificaciones perfectas en ambas categorías. El reporte de clasificación destacó un F1-Score, recall y precisión de 1.00, evidenciando su capacidad para clasificar correctamente todos los ejemplos. En las pruebas en tiempo real, el modelo mostró confianza del 87% al 97% en el bostezo y una consistencia del 99% en los ojos, aunque con algunas fallas. Estos hallazgos resaltaron la eficiencia del modelo en la detección de somnolencia, sugiriendo su potencial como herramienta valiosa para la seguridad vial.

**Palabras Clave:** DenseNet, Detección, Redes neuronales, Somnolencia.

**Abstract.** Drowsiness in drivers is a critical condition that can compromise road safety, so it is essential to have accurate methods to detect it. This study evaluated the DenseNet121 architecture to detect drowsiness in drivers, focusing on the state of the eyes (open or closed) and the manifestation of yawning. The study design was non-experimental, descriptive and quantitative in approach. A set of 2090 images of drivers, obtained from Kaggle, was used, which were preprocessed with the MediaPipe library to facilitate face detection. The DenseNet121 model achieved an accuracy of 98.46% for the yawning state and 99.62% for the eye state. The confusion matrix showed perfect classifications in both categories. The classification report highlighted an F1-Score, recall and precision of 1.00, evidencing its ability to correctly classify all examples. In real-time testing, the model showed 87% to 97% confidence in yawning and 99% consistency in eyes, albeit with some flaws. These findings highlighted the model's efficiency in detecting drowsiness, suggesting its potential as a valuable tool for road safety.

**Keywords:** DenseNet, Detection, Drowsiness, Neural Networks.

## 1 Introducción

La somnolencia es un estado en el que las personas pueden quedarse dormidas involuntariamente, afectando su capacidad de realizar actividades cotidianas de manera segura. Esta condición puede ser causada por diversos factores, como la falta de sueño, estrés, depresión, uso de ciertos medicamentos o trastornos del sueño, entre ellos la apnea del sueño y la narcolepsia [1], este estado es un grave peligro para quienes manejan, ya que afecta su capacidad de reacción y aumenta la posibilidad de accidentes, especialmente en viajes largos o durante la noche. Además, pone en riesgo no solo la vida del conductor, sino también la de los pasajeros y otros conductores en la vía [2]. La Organización Mundial de la Salud (OMS) señala que cada año, los accidentes en las vías provocan alrededor de 1.19 millones de muertes, con una tasa de mortalidad en hombres que es tres veces superior a la de las mujeres [3]. Según la Dirección General de Tráfico (DGT) en España, la somnolencia contribuye, de manera directa o indirecta, a entre el 15% y el 30% de los accidentes automovilísticos [4]. En Brasil, la Dirección de Tránsito del Estado de São Paulo (Detran.SP) alertó que hasta el 20% de los accidentes de tráfico están directamente relacionados con la somnolencia, evidenciando la gravedad de este problema en las carreteras brasileñas [14]. En cuanto a la situación en Perú, el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) reveló que en 2016 hubo un total de 116,659 accidentes de tránsito, de los cuales el 0.97% (1,131 accidentes) fueron causados por la fatiga del conductor. Lima fue la región más afectada con 813 accidentes, seguida por Puno con 38 y Arequipa con 34 [5]. En los últimos años, las redes neuronales convolucionales (CNN) han revolucionado el reconocimiento visual. Estas redes, organizadas en capas jerárquicas que aplican convoluciones, han mostrado un rendimiento superior a los modelos tradicionales como la bolsa de palabras visuales (BoVW) [6]. Una de las arquitecturas más innovadoras en este contexto es DenseNet, que se caracteriza por un patrón de conectividad único: cada capa está conectada a todas las demás dentro de un bloque denso. Esto permite que cada capa acceda a los mapas de características de las capas anteriores, fomentando la reutilización intensiva de características y resultando en un modelo más compacto y menos propenso al sobreajuste. Además, cada capa recibe supervisión directa de la función de pérdida a través de caminos de atajo, lo que proporciona una supervisión profunda implícita. Estas características hacen que DenseNet sea una opción ideal para problemas de predicción por píxel, y se ha demostrado que extiende su uso a la predicción del flujo óptico con un rendimiento comparable a los enfoques supervisados [7]. En este contexto, investigaciones recientes han profundizado en la aplicación de la inteligencia artificial para mitigar accidentes relacionados con la somnolencia en los conductores. Un ejemplo, es el trabajo de Ahmed et al. [8], quienes implementaron un esquema de ensemble learning utilizando dos modelos InceptionV3. Su enfoque se centró en desarrollar un sistema que identificara características faciales, específicamente ojos y boca, mediante la detección previa de estas áreas utilizando Multi-task Convolutional Neural Network (MT-CNN). Utilizaron imágenes de National Tsing Hua University (NTHU) dataset, combinaron las salidas de las dos InceptionV3 a través de una red neuronal feed-forward, alcanzando así una precisión del 97.23%. Esto evidenció que la arquitectura de ensemble fue más efectiva que modelos individuales, mostrando un rendimiento notable en la detección de somnolencia. Por otro lado, Namburi et al. [9] crearon un modelo que combinaba CNN y Long Short-Term Memory (LSTM) con el propósito de identificar con precisión la somnolencia y distracciones en conductores a partir del análisis de secuencias de video. Para ello, utilizaron un conjunto de 65 videos segmentados en ventanas de 16 fotogramas, donde la extracción de características faciales se realizó mediante FaceMesh, calculando el Eye Aspect Ratio (EAR) y el Mouth Aspect Ratio (MAR). Al implementar un modelo de Redes Neuronales Convolucionales y de Memoria a Largo Plazo (CNN-LSTM) que analizaba datos secuenciales, lograron una precisión del 93.60%, junto con métricas adicionales de 93.61% de precisión, 91.92% de recall y 92.68% de F1-score. Este estudio demostró que su enfoque era altamente efectivo para mejorar la seguridad de los conductores.

En otro estudio, Lim et al. [10] emplearon tres modelos CNN individuales, cada uno con diferentes cantidades de capas convolucionales y funciones de activación ReLU, para detectar somnolencia mediante el análisis de características faciales. Su objetivo fue crear un sistema de alerta en tiempo real que previniera accidentes causados por la somnolencia. Utilizando el MRL Eye Dataset (76,598 imágenes) y el Yawn Dataset (5,052 imágenes), aplicaron un enfoque de ensemble learning que combinó las salidas de las tres CNNs, logrando una precisión del 97.4% para los ojos y del 96.5% para la boca. Esto indicó que su enfoque de ensemble proporcionó una alta precisión en la detección de somnolencia. Mohanty et al. [11] desarrollaron un sistema de detección de somnolencia en tiempo real usando el modelo Dlib, con un detector facial Histograma de Gradientes Orientados (HOG) y 68 puntos faciales. El objetivo de su investigación fue prevenir accidentes monitoreando el cierre de ojos y los bostezos. Usaron los conjuntos de datos MRL Eye (84,898 imágenes) y YawDD (29 videos), calculando el EAR para detectar parpadeos y el MAR para bostezos. El sistema logró una precisión del 93.25% en detección de ojos y 96.71% en bostezos con el dataset, y 82.02% y 85.44% en pruebas reales. Concluyeron que funcionaba bien con buena iluminación, pero requería mejoras en condiciones variables.

Finalmente, Thampi et al. [12] desarrollaron un modelo CNN diseñado para detectar simultáneamente el movimiento de los ojos y el bostezo con el fin de prevenir accidentes por somnolencia. Su arquitectura incluyó tres capas de convolución 2D, max pooling y una capa de dropout. Utilizaron el MRL Eye Dataset (48,000 imágenes) y el YawnDD (2,900 imágenes).

nes), y entrenaron su modelo para clasificar estados de los ojos y bostezos. Su metodología de detección logró una precisión del 84.53% en el MRL Eye Dataset y del 96.42% en el YawDD, lo cual demostró que la combinación de técnicas de visión por computadora y CNN era eficaz en la detección de somnolencia.

El objetivo de este proyecto de investigación fue desarrollar y evaluar un modelo de red neuronal convolucional (CNN), específicamente DenseNet121 [12], para la detección de somnolencia en conductores. Se buscó identificar y clasificar señales de somnolencia, tales como el estado de los ojos (abiertos o cerrados) y la manifestación de bostezos, utilizando imágenes de conductores en diferentes estados de acuerdo con el dataset disponible en Kaggle [15].

## 2 Método

### 2.1 Tipo y nivel

La investigación se enmarcó en el tipo aplicada, centrada en la implementación de la arquitectura DenseNet121 para detectar somnolencia en conductores. Fue de nivel descriptivo, ya que evaluó el rendimiento de la arquitectura en términos de precisión y eficacia.

### 2.2 Diseño del estudio

El estudio empleó un diseño no experimental, caracterizado por la ausencia de manipulación de la variable independiente, enfocándose en el rendimiento de la arquitectura DenseNet121 en condiciones controladas. Se aplicó un diseño de corte transversal con un enfoque cuantitativo, recopilando datos en un único momento, empleando métricas numéricas para evaluar la efectividad de la arquitectura.

### 2.3 Muestra

**Selección de la muestra.** Se empleó un conjunto de datos disponible públicamente en la plataforma Kaggle, que contenía imágenes de ojos abiertos (Open), ojos cerrados (Closed), así como de conductores bostezando (yawn) y no bostezando (no\_yawn). Los criterios de inclusión establecieron que las imágenes debían tener una calidad aceptable para el procesamiento mediante redes neuronales.

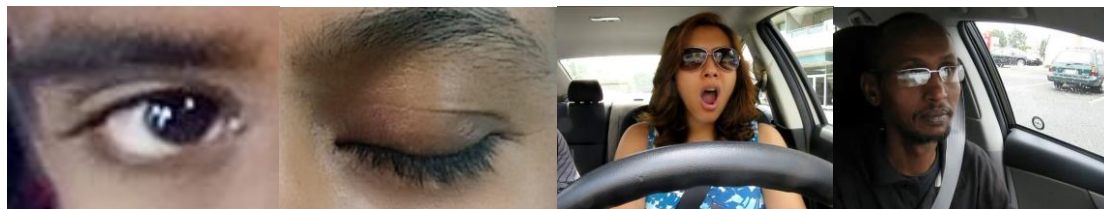


Fig. 1. Imágenes del conjunto de datos: categorías en Open, Closed, yawn y no\_yawn.

**Tamaño de la muestra.** El conjunto de datos constó de un total de 2090 imágenes a color (RGB), distribuidas de la siguiente manera: 726 imágenes de ojos cerrados, 726 de ojos abiertos, 725 de conductores sin bostezar y 723 de conductores bostezando.

### 2.4 Diagrama de flujo

En la figura 2, se muestra un diagrama de flujo que detalla el procedimiento utilizado en el proyecto.

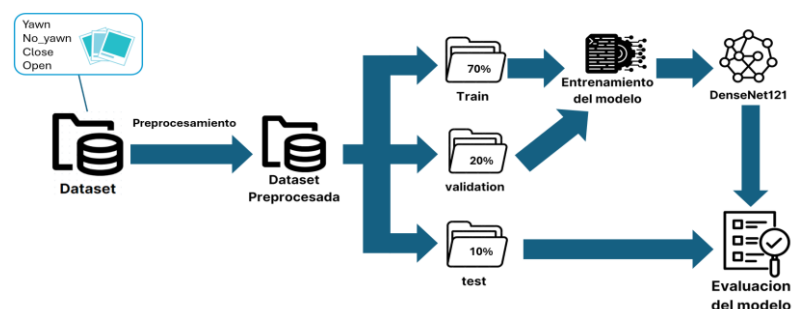


Fig. 2. Diagrama de flujo del procedimiento usado en la investigación. Elaboración propia.

## 2.5 Arquitectura CNN

Se presenta un esquema visual de la arquitectura empleada, en la figura 3, destacando las diferentes capas y sus interconexiones, lo que ilustra la complejidad y funcionalidad de esta red neuronal.

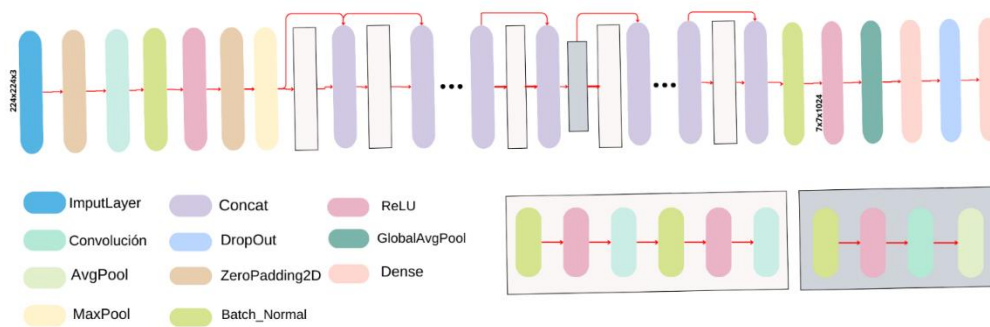


Fig. 3. Imagen de la arquitectura DenseNet121. Elaboración propia.

## 2.6 Procedimiento

- El dataset se dividió en dos partes: Estado de los ojos (closed y open) y estado de bostezo (yawn y no\_yawn).
- Se llevó a cabo un proceso de preparación de datos que implicó ajustar los valores de los píxeles para que se encontraran en un rango de 0 a 1. Las imágenes se redimensionaron a 224x224 píxeles y se agruparon en conjuntos de 64. Además, se clasificaron de manera binaria, dividiendo los estados de los ojos en “open” y “closed”, y los estados de bostezo en “yawn” y “no\_yawn”.
- Se realizó un preprocesamiento complementario específico para detectar el estado de bostezo, que consistió en aplicar una malla (landmark) sobre los rostros de los conductores. Este enfoque se implementó con el objetivo de mejorar la capacidad del modelo para identificar rostros de tonalidad más oscura y aquellos que usaban lentes, ya sean oscuros o transparentes. Para llevar a cabo este proceso, se empleó la biblioteca MediaPipe y su función FaceMesh, lo que permitió recortar la imagen alrededor del landmark y centrarse en la cara del conductor.

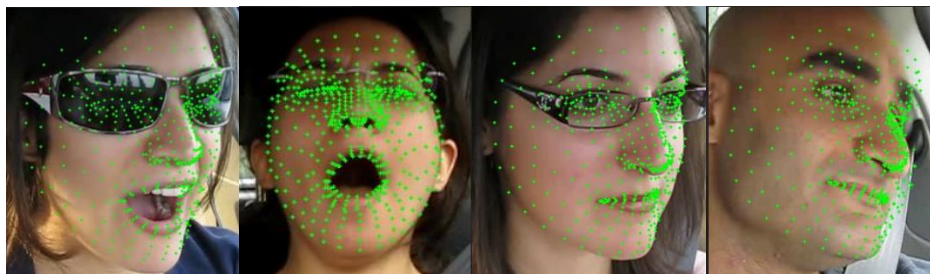


Fig. 4. Imágenes del estado de bostezo ya preprocesadas

- Para el estado de los ojos, se dividió el conjunto de datos en un 70% para entrenamiento (1,060 imágenes), un 20% para validación (264 imágenes) y un 10% para pruebas (148 imágenes). De manera similar, para el estado de bostezo, el conjunto de datos se separó en un 70% para entrenamiento (1,042 imágenes), un 20% para validación (260 imágenes) y un 10% para pruebas (146 imágenes).
- Se llevó a cabo el entrenamiento de la red neuronal convolucional DenseNet121, partiendo de un modelo preentrenado con los pesos de ImageNet. El proceso se desarrolló en Google Colab bajo una cuenta estándar, lo que, aunque con ciertas limitaciones de recursos, permitió finalizar el entrenamiento de manera efectiva. Se utilizó el optimizador Adam con una tasa de aprendizaje de 0.001, y se aplicó la función de pérdida binary\_crossentropy por su adecuación a la clasificación binaria. Además, se implementó la técnica de regularización mediante la penalización L2 (kernel\_regularizer=l2(0.01)) en las capas fully connected y se añadió una capa dropout del 50% para prevenir el sobreajuste (overfitting). Durante cada época, el rendimiento del modelo fue evaluado utilizando la métrica de precisión (accuracy).
- Para optimizar el proceso de entrenamiento, se implementó la técnica de Early Stopping, para detener el entrenamiento de manera anticipada si la pérdida en el conjunto de validación no mejoraba después de cinco épocas consecutivas y en caso se detenía, se restauraban los pesos que ofrecieron el mejor desempeño.
- El tiempo de entrenamiento fue de 9 horas aproximadamente para el entrenamiento del estado de bostezo y casi 10 horas para el entrenamiento del estado de los ojos.

h) Posteriormente, se llevó a cabo la fase de pruebas utilizando las imágenes destinadas para el testeo. El modelo entrenado fue guardado en formato .h5 para facilitar su evaluación y uso posterior. Finalmente, se desarrolló un prototipo sencillo en Google Colab que activa la cámara y procesa el vídeo en tiempo real. Cada fotograma capturado se preprocesa y se envía al modelo entrenado, permitiendo mostrar de manera inmediata el estado del conductor sobre la imagen de la cámara.

## 2.7 Instrumentos y materiales

Con el fin de realizar esta investigación, se optó por utilizar Google Colab como plataforma de desarrollo, haciendo uso de Python como lenguaje de programación. Se integraron diversas bibliotecas, incluyendo TensorFlow, Keras, Matplotlib, MediaPipe y OpenCV, para implementar la arquitectura DenseNet121. El conjunto de datos, disponible en Kaggle, contenía imágenes organizadas que facilitaban la detección de somnolencia en conductores. Asimismo, se recurrió a Jira para la gestión del artículo, implementando la metodología Scrum para estructurar y supervisar el avance del estudio de manera eficiente.

## 2.8 Análisis de datos

**Curvas de precisión y pérdida.** Se generaron gráficos que mostraron la evolución de la precisión y la pérdida en los conjuntos de entrenamiento y validación, permitiendo identificar el comportamiento de DenseNet121 y detectar posibles problemas de sobreajuste.

**Precisión en validación y entrenamiento.** Se calculó la precisión en porcentaje para ambos conjuntos, ofreciendo una medida cuantitativa de la efectividad del modelo en la predicción de estados de bostezo y ojos abiertos, lo que refleja su capacidad de aprendizaje y generalización.

**Matriz de confusión.** Se utilizaron matrices para analizar aciertos y errores en la clasificación, identificando verdaderos positivos (TP), verdaderos negativos (TN), falsos positivos (FP) y falsos negativos (FN), lo que fue crucial para evaluar el rendimiento del modelo y mejorar su discriminación entre clases.

**Reporte de clasificación.** Se elaboró un informe con métricas de precisión, recall y F1-score, evaluando el desempeño del modelo. Se calcularon promedios y la exactitud general, permitiendo analizar su capacidad para diferenciar entre clases y gestionar casos de verdaderos y falsos positivos, lo que respalda la efectividad de DenseNet121 en la detección de somnolencia.

## 3 Resultados

### 3.1 Curvas de entrenamiento y validación

La figura 5 muestra las curvas de precisión y pérdida para la arquitectura DenseNet121, correspondientes a las fases de entrenamiento y validación en los estados de bostezo ('yawn' y 'no\_yawn') y los estados de los ojos ('closed' y 'open'). Las curvas mostraron la evolución de la precisión y la pérdida a lo largo de 32 épocas para el estado de bostezo y 33 épocas para el estado de los ojos.

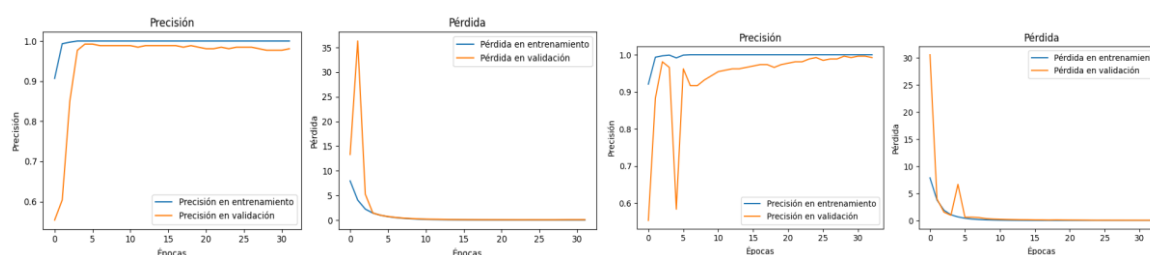


Fig. 5. Curvas de precisión y pérdida de DenseNet121 tras 32 épocas para el estado bostezo y 33 épocas para el estado de los ojos.

### 3.2 Precisión en validación y entrenamiento

La tabla 1 presenta la precisión del modelo evaluado para los estados de bostezo y ojos, en las etapas de entrenamiento y validación.

Tabla 1. Precisión en Entrenamiento y Validación para el estado de Bostezo y Ojos.

Arquitectura	Estado	Entrenamiento	Validación
DenseNet121	Bostezo	100.00%	98.46%
	Ojos	100.00%	99.62%

### 3.3 Matriz de confusión

Las matrices de confusión para la arquitectura DenseNet121, el cual se llevó a cabo con los datos de prueba (test), se muestran en la figura 7. En el estado de ojos, la matriz relevó 74 TP para ‘Closed’ y 74 TN para ‘Open’, sin FP ni FN. Para el estado de bostezo, se obtuvieron 73 TP para ‘yawn’ y 73 TN para ‘no\_yawn’. también si FP ni FN.

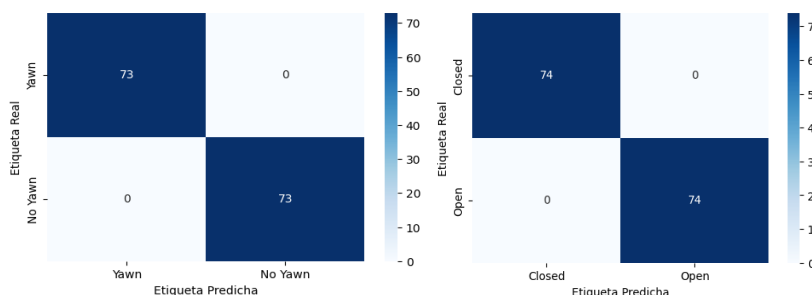


Fig. 6. Matrices de confusión para la arquitectura DenseNet121 para el estado de bostezo y ojos.

### 3.4 Reporte de clasificación

Las tablas 2 y 3, que también se llevó con los datos de prueba (test), presentaron las métricas de precisión, recall, F1-score y soporte para la arquitectura DenseNet121 en los estados de bostezo (‘yawn’ y ‘no\_yawn’) y los estados de ojos (‘closed’ y ‘open’). Los valores de precisión, recall y F1-score fueron de 1.00 para todas las clases en ambos estados, con un soporte total de 146 para los estados de bostezo y 148 para los estados de ojos.

Tabla 2. Métricas y promedios para las clases de bostezo

Clase	Precisión	Recall	F1-Score	Support
yawn	1.00	1.00	1.00	73
no_yawn	1.00	1.00	1.00	73
Accuracy			1.00	146
Macro avg	1.00	1.00	1.00	146
Weighted avg	1.00	1.00	1.00	146

Tabla 3. Métricas y promedios para las clases de ojos

Clase	Precisión	Recall	F1-Score	Support
Closed	1.00	1.00	1.00	74
Open	1.00	1.00	1.00	74
Accuracy			1.00	148
Macro avg	1.00	1.00	1.00	148
Weighted avg	1.00	1.00	1.00	148

### 3.5 Pruebas en tiempo real del prototipo

El prototipo presentó una latencia variable en las predicciones, alcanzando en el peor de los casos hasta 5 segundos y en el mejor de los casos 0.5 segundos. En la mayoría de las pruebas, el promedio de latencia fue inferior a 2.75 segundos. Esta latencia se genera debido al procesamiento en tiempo real de cada fotograma capturado por la cámara, junto con la ejecución del modelo entrenado en Colab, lo que incluye tanto la etapa de preprocesamiento de las imágenes como la evaluación de la arquitectura. Además, factores como la velocidad de conexión a internet y la carga computacional de cada arquitectura influyen en estos tiempos.

Cabe recalcar que los datos fueron obtenidos mediante la observación constante del prototipo y cada predicción realizada por el algoritmo incluye un valor de confianza, el cual representa qué tan seguro está la arquitectura respecto a su predicción. Este valor se expresa como un porcentaje, donde una mayor confianza (cercano al 100%) significa que el modelo

está convencido de su clasificación, y un valor menor (cercano al 50% o menos) indica dudas en la predicción. Es importante señalar que, en situaciones donde una arquitectura arroje resultados incorrectos, pero presente un nivel de confianza cercano al 100%, carecería de transparencia.

**Clasificación del estado de bostezo.** El modelo entrenado presentó niveles de confianza sólidos, alcanzando entre el 87% y el 97% en sus predicciones, lo que indica una seguridad considerable en su capacidad para identificar el estado de bostezo en los conductores. Además, demostró transparencia en sus predicciones

**Clasificación del estado de los ojos.** El modelo entrenado logró una confianza constante del 99% con predicciones correctas, fallando algunas veces, pero mostrando una correcta transparencia en sus resultados.

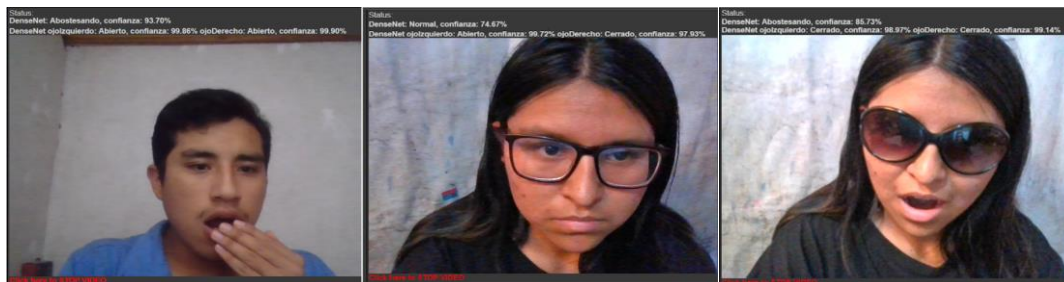


Fig. 7. Imágenes del prototipo ejecutado en tiempo real

## 4 Discusiones

En el estudio de Ahmed et al. [8], se utilizó un enfoque de ensemble learning con dos modelos InceptionV3, entrenados para extraer características faciales de los ojos y la boca, alcanzando una precisión del 97.03% en la detección de somnolencia. En comparación, DenseNet121, empleado en este estudio, obtuvo una precisión superior del 98.08% en la detección de bostezos y un 100% en la detección de ojos abiertos, demostrando su eficacia sin la complejidad de combinar múltiples modelos.

Por otro lado, Namburi et al. [9], aplicando un modelo CNN-LSTM secuencial, lograron una precisión de 93.60% en la detección de somnolencia. No obstante, su enfoque requería secuencias de video y la extracción de características como el EAR y el MAR. Por otro lado, DenseNet121 trabajó con imágenes estáticas y logró mayores precisiones, simplificando el proceso de detección con un 98.08% en bostezos y 100% en los ojos.

De manera similar, el estudio de Lim et al. [10] empleó tres modelos especializados: uno para detectar ojos, otro más profundo también para ojos, y uno para detectar bostezos. Lograron un 97.4% de precisión en ojos y un 96.5% en bostezos. Sin embargo, los resultados de DenseNet121 que se realizó en el presente estudio fueron superiores, alcanzando un 100% en la detección de ojos abiertos y un 98.08% en bostezos, utilizando solo un modelo.

Asimismo, en el trabajo de Mohanty et al. [11], se desarrolló un sistema basado en Dlib y HOG, logrando 96.71% en la detección de bostezos y 93.25% en ojos cerrados en condiciones controladas. Sin embargo, su precisión disminuyó a 85.44% y 82.02% en entornos reales con variaciones de iluminación. En cambio, DenseNet121 mantuvo una alta precisión, con un 98.08% en bostezos y un 100% en ojos.

Finalmente, Thampi et al. [12] usaron una arquitectura CNN de tres capas de convolución 2D y alcanzaron 84.53% de precisión en el MRL Eye Dataset y 96.42% en el YawDD. Aunque obtuvieron buenos resultados, la arquitectura DenseNet121 en este estudio mostró una precisión superior, especialmente en ojos con una precisión de 100% y bostezos con 98.08% de precisión, evidenciando su capacidad para extraer características faciales más detalladas y relevantes.

## 5 Conclusiones y recomendaciones

En este estudio, se evaluó y se utilizó un modelo de red neuronal convolucional DenseNet121 para la detección de somnolencia en conductores, enfocándose en dos aspectos fundamentales: el estado de los ojos y el estado de bostezo. Para la clasificación del estado de bostezo, el modelo entrenado demostró un rendimiento sobresaliente con una precisión en validación de 98.46%. Para la clasificación del estado de los ojos también se destacó obteniendo una precisión en validación del 99.62%.

Es relevante señalar que el entrenamiento del modelo se realizó utilizando solo la CPU, ya que el uso de GPU cortaba drásticamente el tiempo de uso, para un usuario sin suscripción. La decisión de usar la CPU permitió una mayor continuidad en el entrenamiento, sin interrupciones. Fuera de eso, es importante detallar que la memoria RAM alcanzaba su límite máximo durante el entrenamiento de DenseNet121 para el estado de bostezo, lo que provocaba que el entrenamiento se detuviera inesperadamente. Para ello se implementó un mecanismo de checkpoint únicamente para este caso, el cual guardaba los pesos del modelo al alcanzar la mejor pérdida de validación, permitiendo retomar el entrenamiento desde ese punto óptimo sin perder progreso.

En conclusión, el estudio resalta la eficacia del modelo DenseNet121 en la detección de somnolencia en conductores, mostrando un excelente rendimiento en la clasificación del estado de bostezo. Sin embargo, en el estado de los ojos, se observaron algunas fallas en el prototipo durante las pruebas en tiempo real. A pesar de esto, los resultados generales son confiables y consistentes, lo que evidencia el potencial del modelo como una herramienta valiosa para mejorar la seguridad vial al monitorear el estado de alerta de los conductores.

## 6 Biografías

- Bryan Hurtado Delgado, Egresado en Ingeniería Informática y Sistemas de la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac.
- Marycielo Xiomara Oscco Guillen, Egresada en Ingeniería Informática y Sistemas de la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac.
- Mario Aquino Cruz, Docente en la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac Perú, MSc. en Informática, investigador en las áreas de informática educativa, IoT, inteligencia artificial y ciberseguridad.

## 7 Referencias

- [1] National Library of Medicine, "Drowsiness," MedlinePlus Medical Encyclopedia. [Accedido: 20 de septiembre de 2024]. [En línea]. Disponible: <https://medlineplus.gov/ency/article/003208.htm>
- [2] K. Peña Prado, "Somnolencia en conductores de transporte público regular de pasajeros de Lima Metropolitana – Perú," Tesis de Maestría, Universidad Peruana Cayetano Heredia, Lima, Perú, 2017.
- [3] World Health Organization, "Road traffic injuries", 2023. [Accedido: 22 de septiembre de 2024]. [En línea]. Disponible: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/road-traffic-injuries>
- [4] Dirección General de Tráfico: "Conducir con sueño o cansancio." *DGT*, 2023. [Accedido: 23 de septiembre de 2024]. [En línea]. Disponible: <https://www.dgt.es/muevete-con-seguridad/evita-conductas-de-riesgo/Conducir-con-sueno-o-cansancio>
- [5] Instituto Nacional de Estadística e Informática: "Análisis de los Accidentes de Tránsitos Ocurredos en el Año 2016.", 2017. [Accedido: 24-sep-2024]. [En línea]. Disponible: <https://www.inei.gov.pe/est/lib1528/cap03>
- [6] Xie and A. Yuille, "Genetic CNN" en *Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR)*, Baltimore, MD, USA, 2017, pp. 1379-1386.
- [7] Y. Zhu y S. Newsam, "DenseNet for dense flow," en *IEEE International Conference on Image Processing (ICIP)*, 2017, pp. 999-1003, doi: 10.1109/ICIP.2017.8296389.
- [8] Ahmed, T., Jyoti, O., Mou, T.H.: Drivers' drowsiness detection system enhancement using deep learning: CNN-based approach. In: *2023 26th International Conference on Computer and Information Technology (ICCIT)*, pp. 1–6. IEEE, Cox's Bazar, Bangladesh (2023). doi: 10.1109/ICCIT60459.2023.10441229.
- [9] Namburi, A., Sitpasert, P., Duang-onnam, W.: A CNN-LSTM approach for accurate drowsiness and distraction detection in drivers. *ICIC Express Letters* 18, 907–917 (2024). doi: 10.24507/icicel.18.09.907.
- [10] Lim, B.-E., Ng, K.-W., Ng, S.: Drowsiness detection system through eye and mouth analysis. *JOIV: International Journal on Informatics Visualization* 7, 2489 (2023). doi: 10.62527/joiv.7.4.2288.
- [11] Mohanty, S., Hegde, S.V., Prasad, S., Manikandan, J.: Design of real-time drowsiness detection system using Dlib. In: *2019 IEEE International WIE Conference on Electrical and Computer Engineering (WIECON-ECE)*, pp. 1–5 (2019). doi: 10.1109/wiecon-ece48653.2019.9019910.
- [12] Thampi, L., Kashyap, K., T, N., Reddy, A., Khan, I., Aswathy, M., Kumar, A., Kumar, S.: Smart Driver Assistance: Real-Time Drowsiness Detection Using CNN and Computer Vision. *Preprint, Research Square* (2024). <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-4962655/v1>.
- [13] Huang, G., Liu, Z., Van Der Maaten, L., Weinberger, K.Q.: Densely connected convolutional networks. In: *Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*, pp. 4700–4708 (2017).
- [14] São Paulo Governo do Estado São Paulo São Todos, "Dirigir com sono causa 20% dos acidentes de trânsito | Governo do Estado de São Paulo", *Governo do Estado de São Paulo*, Apr. 15, 2017. [Accedido: 25 de septiembre de 2024]. [En línea]. Disponible: <https://www.saopaulo.sp.gov.br/spnoticias/dirigir-com-sono-causa-20-acidentes/>.
- [15] Dheeraj Perumandla, "Drowsiness\_dataset," Kaggle, 2020. [Accedido: 20 de septiembre de 2024]. [En línea]. Disponible: <https://www.kaggle.com/datasets/dheerajperumandla/drowsiness-dataset>



Revista Micaela

ISSN: 2955-8646 (en línea) / 2709-8990 (Impresa)

Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac

Vice Rectorado de Investigación – Perú

Vol. 5 Num. 2 (2024) - Publicado: 22/03/24

DOI: 10.57166/micaela.v5.n2.2024.

Páginas: 48 - 55

Recibido 20/08/2024; Aceptado 04/09/2024

<https://doi.org/10.57166/micaela.v5.n2.2024.157>

#### Autores:

1. **ORCID iD** <https://orcid.org/0009-0005-0540-5124>  
Rosmery Sánchez-Espinoza, Egresado en Ingeniería Informática y Sistemas de la universidad Nacional Micaela Bastidas 171175@unamba.edu.pe
2. **ORCID iD** <https://orcid.org/0009-0005-5522-978X>  
Yennifer Meza-Tantalla, Egresado en Ingeniería Informática y Sistemas de la universidad Nacional Micaela Bastidas 171159@unamba.edu.pe
3. **ORCID iD** <https://orcid.org/0000-0002-2552-5669>  
Mario Aquino-Cruz, Docente en la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac Perú. [maquino@unamba.edu.pe](mailto:maquino@unamba.edu.pe)

## Detección de enfermedades en hojas de tubérculos a través de redes neuronales: revisión sistemática de literatura

### Detection of diseases in tubers leaves using neural networks: systematic literature review

Rosmery Sanchez-Espinoza<sup>1</sup>, Yennifer Meza-Tantalla<sup>2</sup> y Mario Aquino-Cruz<sup>3</sup>

**Resumen.** Las enfermedades en las hojas de tubérculos, como la papa y la yuca, afectan significativamente la producción y calidad de los cultivos. La detección temprana es crucial para mitigar pérdidas, pero los métodos visuales tradicionales son ineficientes y propensos a errores. Los avances en inteligencia artificial (IA) han abierto nuevas posibilidades para automatizar este proceso. Este artículo revisa sistemáticamente la literatura sobre el uso de redes neuronales convolucionales (CNN) y otros enfoques de aprendizaje profundo para identificar enfermedades en hojas de tubérculos, siguiendo las pautas de Kitchenham. Se evaluaron estudios clave que emplean CNN, modelos de aprendizaje por transferencia y técnicas de preprocesamiento de imágenes en el diagnóstico de enfermedades. Desde 2020, la investigación ha aumentado, mostrando la efectividad de estos métodos frente a los tradicionales. No obstante, persisten desafíos relacionados con la disponibilidad de conjuntos de datos adecuados y la implementación práctica en entornos agrícolas. Esta revisión destaca el potencial de las técnicas basadas en IA para mejorar la detección de enfermedades y contribuir a la sostenibilidad agrícola.

**Palabras Clave:** Enfermedades, Hojas, Redes Neuronales, Tubérculos

**Abstract.** Diseases in tuber crop leaves, such as potato and cassava, significantly affect crop production and quality. Early detection is crucial to mitigate losses, but traditional visual methods are inefficient and prone to errors. Advances in artificial intelligence (AI) have opened new possibilities to automate this process. This article systematically reviews the literature on the use of Convolutional Neural Networks (CNN) and other deep learning approaches to identify diseases in tuber crop leaves, following Kitchenham's guidelines. Key studies employing CNN, transfer learning models, and image preprocessing techniques in disease diagnosis were evaluated. Since 2020, research has increased, demonstrating the effectiveness of these methods over traditional techniques. However, challenges persist regarding the availability of suitable datasets and practical implementation in agricultural settings. This review highlights the potential of AI-based techniques to improve disease detection and contribute to agricultural sustainability.

**Keywords:** Leaves, Diseases, Neural Networks, Tubers

## 1 Introducción

La detección temprana y precisa de enfermedades en cultivos es vital para asegurar la seguridad alimentaria y minimizar las pérdidas agrícolas globales[1]. Tubérculos como papa y yuca, fundamentales para la economía y la nutrición por su alto contenido en carbohidratos, son especialmente vulnerables a enfermedades foliares que pueden impactar gravemente su rendimiento y calidad[2]. Tradicionalmente, la identificación de enfermedades en hojas de tubérculos se ha basado en inspecciones visuales realizadas por expertos, un método que consume tiempo y puede ser propenso a errores humanos[1]. Recientemente, los avances en inteligencia artificial (IA) y redes neuronales profundas han posibilitado el desarrollo de modelos automáticos de detección de enfermedades en hojas[3]. Estos modelos pueden superar las limitaciones de los métodos tradicionales, proporcionando diagnósticos rápidos y precisos mediante el análisis de imágenes digitales de las hojas. Las redes neuronales convolucionales (CNN) destacan por su eficacia en el reconocimiento de patrones en imágenes, convirtiéndolas en una herramienta prometedora para la clasificación de enfermedades foliares[4].

Varios estudios han investigado el uso de técnicas de aprendizaje profundo para identificar enfermedades en hojas de cultivos. Se ha probado el uso de CNN para detectar enfermedades como el tizón (causado por *Alternaria solani* y *Phytophthora infestans*) en papas, además de patologías en yuca, como la enfermedad del mosaico de la yuca (CMD), la enfermedad de la mancha marrón (CBSD), la moteada verde (CGM) y la bacteriana (CBB), con resultados prometedores en cuanto a precisión y rapidez de diagnóstico. También se han evaluado enfermedades bacterianas y fúngicas que afectan tanto la calidad como la cantidad de la producción de papa. La capacidad de estas redes para aprender de grandes volúmenes de datos permite a los investigadores crear modelos robustos que diferencian entre diversas enfermedades y condiciones ambientales que pueden afectar la apariencia de las hojas[4].

Este artículo se propone revisar sistemáticamente la literatura existente sobre la aplicación de redes neuronales en la detección de enfermedades en hojas de tubérculos, con un enfoque en cultivos clave como la papa y yuca. A través de una revisión sistemática de la literatura, se busca ofrecer una visión integral de las técnicas, modelos y resultados obtenidos en este campo emergente. La revisión explora los avances más recientes en la implementación de CNN y otros enfoques basados en IA, destacando los desafíos actuales y las oportunidades futuras para mejorar la precisión y eficiencia de los sistemas de diagnóstico automatizado en la agricultura. En las siguientes secciones, se detallarán la metodología utilizada, los resultados obtenidos a partir de los artículos seleccionados, así como un análisis crítico en la sección de discusión. Por último, se presentarán las conclusiones derivadas de esta revisión.

## 2 Método

Para el desarrollo del presente artículo se aplicó como inspiración la metodología de Barbara Kitchenham, que ha demostrado ser de gran utilidad en trabajos relacionados con la revisión sistemática de la literatura. A continuación, se describen las fases que permitieron llevar a cabo este estudio:

- a) Planificar la revisión sistemática de la literatura con el uso de la herramienta Parsifal:
  - Determinar las preguntas de investigación.
  - Establecer el proceso de búsqueda.
  - Definir los criterios de inclusión y exclusión para los artículos.
  - Seleccionar las fuentes de consulta.
  - Crear las cadenas de búsqueda.
- b) Desarrollar la revisión sistemática con la planificación definida:
  - Búsqueda de artículos.
  - Selección de los artículos definitivos para el análisis de la información.
  - Análisis y clasificación de la información.
- c) Documentar e interpretar los resultados de la revisión:
  - Desarrollar el informe respondiendo a las preguntas de investigación de la revisión.
- d) Herramientas utilizadas en esta investigación:
  - Mendeley: Herramienta que facilitó la gestión y administración de las fuentes bibliográficas, permitiendo organizar las referencias utilizadas.
  - Parsifal: Herramienta web que ayudó a crear las cadenas de búsqueda, identificar palabras clave y formular las preguntas de investigación.

### 3 Desarrollo

#### 3.1 Planificar la revisión sistemática de la literatura

a) Definición de Preguntas de Investigación

En base al propósito del presente artículo, se plantean las siguientes preguntas de investigación:

- ¿En qué repositorios se han publicado la mayoría de los artículos sobre la identificación de enfermedades en hojas de cultivos de tubérculos utilizando técnicas de aprendizaje profundo?
- ¿En qué año se publicó la mayoría de los artículos y cómo se interpreta esta tendencia?
- ¿Cómo contribuyen las técnicas de aprendizaje profundo en la detección de enfermedades en hojas de cultivos de tubérculos?

b) Establecer el proceso de búsqueda

Se utilizaron los términos clave siguiendo el método PICOC[5] para definir el alcance de la revisión sistemática, considerando población, intervención, comparación, resultados y contexto. Esto permitió establecer las expresiones que conforman las cadenas de búsqueda, descritas a continuación.

- **Población (P):** "Tubérculos" OR "Hojas de tubérculos" OR "Enfermedades de cultivos" OR "Papas" OR "Batatas" OR "Enfermedades foliares"
- **Intervención (I):** "Aprendizaje profundo" OR "Deep Learning" OR "Redes neuronales" OR "Redes neuronales convolucionales" OR "CNN"
- **Comparación (C):** No aplica.
- **Resultados (O):** "Detección" OR "Clasificación" OR "Algoritmos" OR "Métodos" OR "Técnicas" OR "Identificación de enfermedades" OR "Rendimiento"
- **Contexto (C):** "Redes Neuronales" OR "Automatización agrícola" OR "Diagnóstico agrícola" OR "Tecnología agrícola"

c) Definir los criterios de inclusión y exclusión para los artículos

Criterios de Inclusión (IC):

- **IC1:** Artículos que contengan información sobre la detección de enfermedades en hojas de cultivos de tubérculos utilizando redes neuronales.
- **IC2:** Artículos escritos en inglés o español.
- **IC3:** Artículos publicados desde el año 2020 en adelante.
- **IC4:** Artículos que hayan sido publicados en revistas científicas o actas de conferencias.

Criterios de Exclusión (EC):

- **EC1:** Artículos duplicados.
- **EC2:** Artículos cuyo título no tenga relación con la identificación de enfermedades en hojas de cultivos de tubérculos.
- **EC3:** Artículos que no abordan temas relacionados con la agricultura, biología o tecnología de la información.
- **EC4:** Informes, capítulos de libros, manuales, y literatura no académica o no revisada por pares.

d) Desarrollo del Protocolo de Revisión

Hemos definido un protocolo que detalla cómo vamos a llevar a cabo esta revisión, asegurando que sea exhaustiva y rigurosa. El protocolo incluye los siguientes elementos:

**Tabla 1.** Base de datos científicas

Bases de datos	Descripción breve
IEEE Xplore	Biblioteca digital con investigaciones y publicaciones en ingeniería, informática y tecnología del IEEE
Mendeley	Gestor de referencias y red social académica para organizar y compartir artículos científicos.
Springer link	Plataforma en línea con libros, revistas y artículos científicos en ciencias, tecnología, medicina y humanidades de Springer.
Science Direct	Plataforma de Elsevier con artículos y capítulos de libros revisados por pares en ciencia, tecnología, medicina y ciencias sociales.

e) Cadenas de Búsqueda

Palabras clave: Para asegurar que la búsqueda sea lo más precisa posible, hemos definido las siguientes palabras clave.

("Identificación de enfermedades" OR "detección de enfermedades") AND ("tubérculos" OR "hojas de cultivos") AND ("Redes neuronales" OR "IA" OR "machine learning" OR "deep learning").

("Hojas" OR "hoja" OR "leaves" OR "sheet" OR "tubers" OR "potatoes" OR "sweet potato" OR "yucca") AND ("Enfermedades" OR "Diseases" OR "Redes neuronales" OR "Machine Learning" OR "Neural Networks" OR "convolutional neural network" OR "deep learning").

**Tabla 2.** Cadena de búsqueda

Base de datos	Cadena de Búsquedas
IEEE Digital Library	("Hojas" OR "hoja" OR "leaves" OR "sheet" OR "tubers" OR "potatoes" OR "sweet potato" OR "yucca") AND ("Enfermedades" OR "Diseases" OR "Redes neuronales" OR "Machine Learning" OR "Neural Networks" OR "convolutional neural network" OR "deep learning")
Scien-ce@Direct	("Hojas" OR "hoja" OR "leaves" OR "sheet" OR "tubers" OR "potatoes" OR "sweet potato" OR "yucca") AND ("Enfermedades" OR "Diseases" OR "Redes neuronales" OR "Machine Learning" OR "Neural Networks" OR "convolutional neural network" OR "deep learning")
Springer Link	("Hojas" OR "hoja" OR "leaves" OR "sheet" OR "tubers" OR "potatoes" OR "sweet potato" OR "yucca") AND ("Enfermedades" OR "Diseases" OR "Redes neuronales" OR "Machine Learning" OR "Neural Networks" OR "convolutional neural network" OR "deep learning")

### 3.2 Desarrollar la revisión sistemática de la literatura

a) Búsqueda de artículos

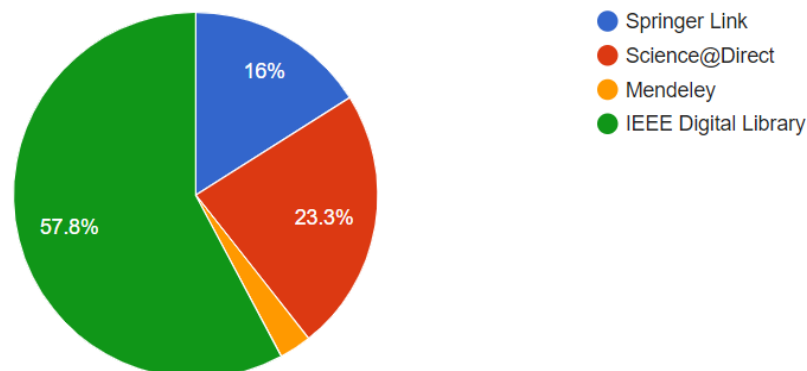
Se buscaron 455 artículos en las bases de datos IEEE Digital Library, ScienceDirect, Springer Link y Mendeley. Se eliminaron 86 duplicados y 16 artículos de revisión, quedando 353. Luego, se aplicó un filtro temático, reduciendo a 120 artículos relacionados con la detección de enfermedades en hojas de tubérculos mediante redes neuronales. De estos, 48 fueron descartados por no cumplir con el rango de fechas (2015-2023), quedando 72. Finalmente, una evaluación de calidad redujo la muestra a 35 artículos relevantes.

b) Selección de artículos definidos para el análisis de información

Siguiendo la metodología de Bárbara Kitchenham, se seleccionaron 35 artículos tras aplicar filtros de duplicados, temas y fechas. Estos artículos se sometieron a preguntas de calidad para evaluar su relevancia y aportación, siendo considerados definitivos para el análisis por su significativa contribución al estudio sobre la identificación de enfermedades en hojas de tubérculos mediante redes neuronales.

c) Análisis y clasificación de la información

Fuentes de información: Con el apoyo de la herramienta Parsifal, se generó la figura siguiente, la cual presenta de forma visual el porcentaje de contribución de las diferentes fuentes de información.



**Fig. 1.** Información de fuentes

Al observar y analizar la Fig 1 se puede determinar lo siguiente:

- IEEE Xplore: Con un 57.8%, es la fuente que aporta la mayor cantidad de estudios relevantes, lo que indica que es un recurso clave para investigaciones relacionadas con la identificación de enfermedades en cultivos de tubérculos usando redes neuronales en este grupo se encuentran [6], [7], [8], [9], [10], [11], [12], [13], [14], [15], [16], [17], [18], [19], [20].
- Science Direct: Con solo un 23.3%, es la base de datos con la menor contribución. Esto podría significar que tiene menos estudios específicos sobre el tema, aunque aún es una fuente útil en este grupo están citas [21], [22], [23], [24], [25], [26], [27], [28], [29], [30].
- Mendeley: Con un 2.9%, tiene una participación moderada. Esto puede sugerir que es útil para encontrar estudios complementarios o gestionar la bibliografía, pero no es la fuente principal de artículos revisados en este grupo están citas [31], [32], [33], [34].
- Springer Link: Aporta el 16%, lo que indica una contribución más reducida. Esto sugiere que, aunque contiene información relevante, es menos significativa en comparación con las bases de datos más grandes en este grupo están citas [4], [35], [36], [37], [38], [39].

Años de publicación: Utilizando la herramienta Parsifal, se generó un gráfico que ilustra el número de artículos publicados por año, como se muestra en la Fig 2.

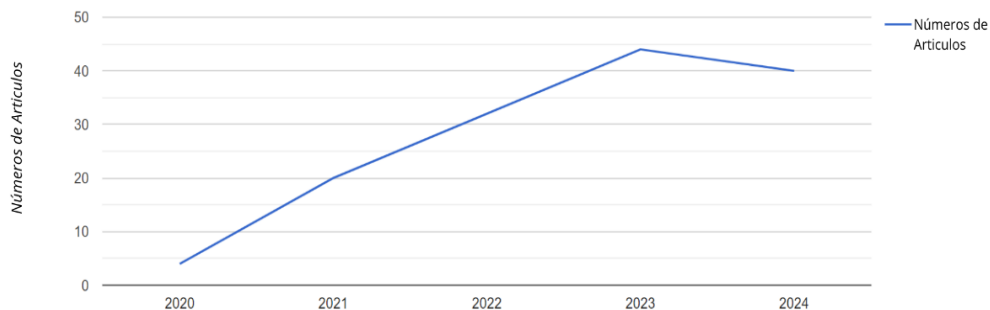


Fig. 2. Artículos por año

### 3.3 Documentar e interpretar los resultados de la revisión

En el siguiente apartado se dan a conocer las respuestas de las preguntas de investigación.

- ¿En qué repositorios se han publicado la mayoría de los artículos sobre la identificación de enfermedades en hojas de cultivos de tubérculos utilizando técnicas de aprendizaje profundo?

Se revisaron 35 artículos en total. La mayoría provino de IEEE Xplore (43%, 15 artículos), destacándose en investigaciones sobre enfermedades en hojas de tubérculos con aprendizaje profundo. ScienceDirect aportó un 29% (10 artículos), Springer Link un 17% (6 artículos) y Mendeley un 11% (4 artículos). Esto evidencia la prominencia de IEEE Xplore y ScienceDirect, con el apoyo adicional de Springer Link y Mendeley, para una revisión integral de los avances en el uso de redes neuronales para diagnóstico agrícola.

- ¿En qué año se publicó la mayoría de los artículos y cómo se interpreta esta tendencia?

Al analizar los datos, se observa que la mayoría de los artículos se publicaron en 2023, totalizando 14 publicaciones. Esta tendencia muestra un aumento significativo en comparación con años anteriores: 2020 con solo 1 artículo y 2021 con 5. Aunque en 2022 se mantuvo con 5 y en 2024 se han registrado 10 hasta ahora, el auge en 2023 refleja un pico de interés en la aplicación de redes neuronales para detectar enfermedades en hojas de tubérculos. Esto puede deberse a avances tecnológicos o a una mayor conciencia sobre la importancia de la agricultura inteligente.

- ¿Cómo contribuyen las técnicas de aprendizaje profundo en la detección de enfermedades en hojas de cultivos de tubérculos?

Las técnicas de aprendizaje profundo son esenciales para detectar enfermedades en hojas de cultivos de tubérculos. Las CNN se usan para identificar y clasificar con precisión enfermedades en hojas de papa y yuca, permitiendo intervención oportuna. Mejoras en los marcos de aprendizaje por transferencia y modelos híbridos como PLDPNet aumentan la precisión. En yuca, modelos ligeros basados en atención han optimizado la clasificación. Además, Transformadores de Visión y sistemas híbridos en tiempo real mejoran la detección temprana, fortaleciendo prácticas agrícolas y seguridad alimentaria.

## 4 Resultados

Esta revisión respondió a las preguntas de investigación, resaltando que IEEE Xplore fue la principal fuente con más artículos revisados. En 2023 se registró el mayor número de publicaciones, mostrando un creciente interés en las técnicas de aprendizaje profundo para identificar enfermedades en hojas de tubérculos. A continuación, un resumen de algunos estudios relevantes:

[8]Esta investigación se centró en detectar y clasificar enfermedades foliares en cultivos de papa, especialmente el Tizón Temprano y el Tizón Tardío, usando técnicas de aprendizaje automático y profundo. Se utilizaron modelos como SVM, Naive Bayes, K-Nearest Neighbor, Árbol de Decisión, Bosques Aleatorios y CNN. VGG 16 destacó con una precisión del 95.36% tras solo 10 épocas de entrenamiento, confirmando la eficacia de las redes neuronales profundas. Los resultados proporcionan herramientas valiosas a los agricultores para detectar y clasificar enfermedades en hojas de papa, mejorando la productividad y seguridad alimentaria.

[32]Este proyecto se enfoca en la identificación y clasificación de enfermedades en plantas mediante técnicas de aprendizaje profundo. Se implementó un marco que utiliza aprendizaje por transferencia y convoluciones separables en profundidad, lo que mejora la eficiencia del procesamiento. Se llevaron a cabo experimentos comparativos con modelos de aprendizaje profundo como MobileNet, ResNet-20 y VGGNet-16, evaluando su precisión en la predicción de enfermedades foliares y analizando la complejidad tanto temporal como espacial de estos modelos.

[34]El objetivo de este proyecto es detectar enfermedades en hojas de papa mediante redes neuronales convolucionales (CNN). Se utilizó un conjunto de datos con 1210 imágenes de tubérculos de papa, clasificadas en Early Blight, Late Blight y Healthy. Se aplicaron técnicas de preprocesamiento como segmentación y extracción de características para mejorar la precisión del modelo, que alcanzó un 98.12% de exactitud en la clasificación. Esto facilita la gestión de cultivos y minimiza las pérdidas económicas para los agricultores.

[38]Este estudio se enfoca en detectar enfermedades en hojas de papa usando técnicas avanzadas de aprendizaje profundo. Se ajustaron modelos preentrenados de CNN, como DenseNet y NASNet, para clasificar imágenes de hojas sanas y enfermas de un conjunto de 1500 imágenes. Se evaluaron métricas como precisión, recuperación, medida F, MCC y AUC-ROC para comparar el rendimiento de los modelos, con el objetivo de desarrollar un sistema automatizado de diagnóstico de enfermedades en cultivos.

## 5 Discusiones y Conclusiones

La revisión de la literatura sobre la identificación de enfermedades en hojas de tubérculos mediante métodos basados en inteligencia artificial ha revelado tanto similitudes como diferencias significativas entre los estudios. En general, los investigadores coinciden en la efectividad de las redes neuronales convolucionales (CNN) y los modelos de aprendizaje profundo para clasificar y detectar enfermedades en hojas de papa y yuca. Estas técnicas han demostrado ser superiores a los métodos tradicionales de procesamiento de imágenes y a las inspecciones manuales en términos de precisión.

Sin embargo, hay divergencias en los enfoques metodológicos. Mientras que algunos estudios utilizan modelos de aprendizaje por transferencia como AlexNet o VGG16 para mejorar la precisión, otros optan por arquitecturas personalizadas o modificaciones de las CNN estándar para adaptarse mejor a las peculiaridades de las hojas de tubérculos. Además, ciertos estudios buscan mejorar la eficiencia del entrenamiento mediante técnicas de preprocesamiento de imágenes, como la segmentación de hojas y el uso de mecanismos de atención para optimizar la identificación de enfermedades en condiciones de campo.

Persisten desafíos que deben abordarse en futuras investigaciones. Uno de los principales es la disponibilidad limitada de conjuntos de datos públicos lo suficientemente grandes y variados que representen diferentes etapas de las enfermedades, lo cual afecta la capacidad de generalización de los modelos. También es necesario estandarizar los protocolos de evaluación para facilitar la comparación directa entre estudios y mejorar la replicabilidad de los resultados. Aunque las técnicas de aprendizaje profundo han demostrado ser prometedoras en entornos experimentales, su implementación práctica en el campo agrícola aún enfrenta limitaciones, como los altos costos y la falta de infraestructura tecnológica en zonas rurales.

## 6 Biografías

- Rosmary Sánchez Espinoza, Egresada en Ingeniería Informática y Sistemas de la universidad Nacional Micaela Bastidas.
- Yennifer Meza Tantalla, Egresada en Ingeniería Informática y Sistemas de la universidad Nacional Micaela Bastidas.
- Mario Aquino Cruz, Docente en la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac Perú, MSc. en Informática, investigador en las áreas de informática educativa, IoT, inteligencia artificial y ciberseguridad.

## 7 Referencias

- [1] M. R. Raigonda, S. P. Terdal, and B. Raigond, "Detection of the viral disease on the potato foliar and tubers using a machine learning approach," *Int J Health Sci (Qassim)*, pp. 9336–9354, Jul. 2022, doi: 10.53730/ijhs.v6ns4.10740.
- [2] N. Moawad, H. Zaki, T. abed El Moniem Essa, and M. Said, "Detection of Potato Tuber Diseases Using Machine Learning Models," in *2023 International Conference on Artificial Intelligence Science and Applications in Industry and Society (CAISAIS)*, 2023, pp. 1–7. doi: 10.1109/CAISAIS59399.2023.10269994.
- [3] G. Al-Kateb, M. M. Mijwil, M. Aljanabi, M. Abotaleb, S. R. K. Priya, and P. Mishra, "AI-PotatoGuard: Leveraging Generative Models for Early Detection of Potato Diseases," *Potato Res*, 2024, doi: 10.1007/s11540-024-09751-y.
- [4] V. and S. A. and N. V. Bhare Harshad and Jariwala, "Potato Plant Leaf Disease Classification Using Deep CNN," in *Advances in Energy and Control Systems*, M. and C. C. K. and M. P. K. Sikander Afzal and Zurek-Mortka, Ed., Singapore: Springer Nature Singapore, 2024, pp. 367–378.
- [5] M. Petticrew and H. Roberts, "Systematic Reviews in the Social Sciences A PRACTICAL GUIDE."
- [6] L. Hamman, H. Ghali, G. Ebrahim, and H. A. Bastawrous, "An Optimized Plant Disease Detection Convolutional Neural Network for Future Hardware Implementation," in *2023 International Conference on Computer and Applications (ICCA)*, 2023, pp. 1–5. doi: 10.1109/ICCA59364.2023.10401806.
- [7] P. K. Shukla and S. Sathiya, "Early Detection of Potato Leaf Diseases using Convolutional Neural Network with Web Application," in *2022 IEEE World Conference on Applied Intelligence and Computing (AIC)*, 2022, pp. 277–282. doi: 10.1109/AIC55036.2022.9848975.
- [8] S. T.S., S. M S, and A. Vijayakumar, "Potato Leaf Diseases Detection Using Machine Learning And Deep Learning," in *2023 Intelligent Computing and Control for Engineering and Business Systems (ICCEBS)*, 2023, pp. 1–6. doi: 10.1109/ICCEBS58601.2023.10448686.
- [9] S. S. G, P. A, U. M. G, Y. Chandna, S. Midhath, and S. M. S, "Early and Late Blight Disease Detection in Potato," in *2023 14th International Conference on Computing Communication and Networking Technologies (ICCCNT)*, 2023, pp. 1–7. doi: 10.1109/ICCCNT56998.2023.10307747.
- [10] R. Sullca-Bendezu, R. Herrera-Baldeon, and D. Huamanchahua, "Proof of Concept Design for Identification of Late Blight on Potato Leaves Using a UAV," in *2022 2nd International Conference on Robotics, Automation and Artificial Intelligence (RAAI)*, 2022, pp. 250–255. doi: 10.1109/RAAI56146.2022.10093001.
- [11] A. Dutta, P. K. Kumar, A. De, P. Kumar, S. Dwivedi, and J. Harshith, "Ascribing Machine Learning Classifiers to diagnose the attacks of *Alternaria solani* on Leaves of *Solanum tuberosum*," in *2023 2nd International Conference on Computational Systems and Communication (ICCSC)*, 2023, pp. 1–6. doi: 10.1109/ICCSC56913.2023.10142978.
- [12] R. Surya and E. Gautama, "Cassava Leaf Disease Detection Using Convolutional Neural Networks," in *2020 6th International Conference on Science in Information Technology (ICSITech)*, 2020, pp. 97–102. doi: 10.1109/ICSITech49800.2020.9392051.
- [13] V. Kant, K. S. Gill, S. Malhotra, and S. Devliyal, "The Role of Deep Learning in Transforming Cassava Leaf Disease Diagnosis," in *2024 First International Conference on Electronics, Communication and Signal Processing (ICECSP)*, 2024, pp. 1–5. doi: 10.1109/ICECSP61809.2024.10698387.
- [14] A. A. John, "Identification of Diseases in Cassava Leaves using Convolutional Neural Network," in *2022 Fifth International Conference on Computational Intelligence and Communication Technologies (CCICT)*, 2022, pp. 1–6. doi: 10.1109/CCiCT56684.2022.00013.
- [15] P. Kaushik, E. Jain, K. S. Gill, D. Upadhyay, and S. Devliyal, "Comparative Analysis of Cassava Leaf Disease Prediction Using the Deep Learning Approach," in *2024 2nd International Conference on Sustainable Computing and Smart Systems (ICSCSS)*, 2024, pp. 1369–1373. doi: 10.1109/ICSCSS60660.2024.10625585.
- [16] A. Pai, A. Raotole, S. Shirodkar, S. Bose, and M. H. Kolekar, "From Pixels to Prognosis: Exploring Convolutional Neural Networks for Cassava Leaf Disease Diagnosis," in *2023 OITS International Conference on Information Technology (OCIT)*, 2023, pp. 168–173. doi: 10.1109/OCIT59427.2023.10430882.
- [17] R. Singh, A. Sharma, N. Sharma, and R. Gupta, "Automatic Detection of Cassava Leaf Disease using Transfer Learning Model," in *2022 6th International Conference on Electronics, Communication and Aerospace Technology*, 2022, pp. 1135–1142. doi: 10.1109/ICECA55336.2022.10009338.
- [18] A. Gopi, S. L. R, and I. T. Joseph S, "Disclosing the Potential of Deep Learning in Cassava Leaf Disease Analysis by using CNN and Neural Networks Approach," in *2024 International Conference on Inventive Computation Technologies (ICICT)*, 2024, pp. 188–193. doi: 10.1109/ICICT60155.2024.10544880.
- [19] P. Roshini, S. Khajavali, M. L. S. Snigdha, B. D. Harsha, B. Srilakshmi, and A. Gopi, "CNN Design with AlexNet Algorithm for Diagnosis of Diseases in Cassava Leaves," in *2024 International Conference on Expert Clouds and Applications (ICOECA)*, 2024, pp. 1–8. doi: 10.1109/ICOECA62351.2024.00129.

- [20] H.-T. Thai, N.-Y. Tran-Van, and K.-H. Le, "Artificial Cognition for Early Leaf Disease Detection using Vision Transformers," in *2021 International Conference on Advanced Technologies for Communications (ATC)*, 2021, pp. 33–38. doi: 10.1109/ATC52653.2021.9598303.
- [21] J. Zhang *et al.*, "MAIANet: Signal modulation in cassava leaf disease classification," *Comput Electron Agric*, vol. 225, p. 109351, 2024, doi: <https://doi.org/10.1016/j.compag.2024.109351>.
- [22] G. Singh and K. K. Yogi, "Comparison of RSNET model with existing models for potato leaf disease detection," *Biocatal Agric Biotechnol*, vol. 50, p. 102726, 2023, doi: <https://doi.org/10.1016/j.bcab.2023.102726>.
- [23] F. Arshad *et al.*, "PLDPNet: End-to-end hybrid deep learning framework for potato leaf disease prediction," *Alexandria Engineering Journal*, vol. 78, pp. 406–418, 2023, doi: <https://doi.org/10.1016/j.aej.2023.07.076>.
- [24] N. H. Shabrina *et al.*, "A novel dataset of potato leaf disease in uncontrolled environment," *Data Brief*, vol. 52, p. 109955, 2024, doi: <https://doi.org/10.1016/j.dib.2023.109955>.
- [25] G. Sambasivam and G. D. Opiyo, "A predictive machine learning application in agriculture: Cassava disease detection and classification with imbalanced dataset using convolutional neural networks," *Egyptian Informatics Journal*, vol. 22, no. 1, pp. 27–34, 2021, doi: <https://doi.org/10.1016/j.eij.2020.02.007>.
- [26] R. Sharma *et al.*, "Plant Disease Diagnosis and Image Classification Using Deep Learning," *Computers, Materials and Continua*, vol. 71, no. 2, pp. 2125–2140, 2021, doi: <https://doi.org/10.32604/cmc.2022.020017>.
- [27] Y. Oishi *et al.*, "Automated abnormal potato plant detection system using deep learning models and portable video cameras," *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, vol. 104, p. 102509, 2021, doi: <https://doi.org/10.1016/j.jag.2021.102509>.
- [28] K. K. Chakraborty, R. Mukherjee, C. Chakraborty, and K. Bora, "Automated recognition of optical image based potato leaf blight diseases using deep learning," *Physiol Mol Plant Pathol*, vol. 117, p. 101781, 2022, doi: <https://doi.org/10.1016/j.pmpp.2021.101781>.
- [29] M. Wang, B. Fu, J. Fan, Y. Wang, L. Zhang, and C. Xia, "Sweet potato leaf detection in a natural scene based on faster R-CNN with a visual attention mechanism and DIOU-NMS," *Ecol Inform*, vol. 73, p. 101931, 2023, doi: <https://doi.org/10.1016/j.ecoinf.2022.101931>.
- [30] J. S. Prashanth, N. R. Moparthy, G. B. Krishna, A. V. K. Prasad, B. Sravankumar, and P. R. Rao, "MPCSAR-AHH: A hybrid deep learning model for real-time detection of cassava leaf diseases and fertilizer recommendation," *Computers and Electrical Engineering*, vol. 119, p. 109628, 2024, doi: <https://doi.org/10.1016/j.compeleceng.2024.109628>.
- [31] Y. Sari, M. Alkaff, and M. Arif Rahman, "Identifikasi Penyakit Tanaman Ubi Kayu Berdasarkan Citra Daun Menggunakan Metode Probabilistic Neural Network (PNN)," *Jurnal Komtika (Komputasi dan Informatika)*, vol. 5, no. 1, pp. 1–9, Jul. 2021, doi: 10.31603/komtika.v5i1.4605.
- [32] S. Deepa, J. Vijayanand, K. Danesh, M. Gomathi, and K. Subramani, "Implementation of Deep CNN Model for the Detection of Plant Leaf Disease," *International Journal on Recent and Innovation Trends in Computing and Communication*, vol. 11, pp. 463–470, 2023, doi: 10.17762/ijritcc.v11i9s.7457.
- [33] S. D. Agustin and A. Juarna, "Deep Learning Implementation Using Convolutional Neural Network In Detecting Diseases In Potato Leaves," *Explore*, vol. 13, no. 1, pp. 6–12, Jan. 2023, doi: 10.35200/ex.v13i1.31.
- [34] K. S. Chandra, "Implementation of Deep Learning for Image-Based Potato Leaf Disease Detection," *Int J Res Appl Sci Eng Technol*, vol. 11, no. 6, pp. 3938–3951, Jun. 2023, doi: 10.22214/ijraset.2023.53806.
- [35] R. L. Leepkalm, A. M. de Ré, and K. L. Wiggers, "Identification of Late Blight in Potato Leaves Using Image Processing and Machine Learning," in *Optimization, Learning Algorithms and Applications*, A. I. Pereira, A. Mendes, F. P. Fernandes, M. F. Pacheco, J. P. Coelho, and J. Lima, Eds., Cham: Springer Nature Switzerland, 2024, pp. 164–177.
- [36] A. S. Tewari and P. Kumari, "Lightweight modified attention based deep learning model for cassava leaf diseases classification," *Multimed Tools Appl*, vol. 83, no. 20, pp. 57983–58007, 2024, doi: 10.1007/s11042-023-17459-3.
- [37] J. M. Hasi and M. O. Rahman, "Potato Disease Detection Using Convolutional Neural Network: A Web Based Solution," in *Machine Intelligence and Emerging Technologies*, Md. S. Satu, M. A. Moni, M. S. Kaiser, and M. S. Arefin, Eds., Cham: Springer Nature Switzerland, 2023, pp. 35–48.
- [38] M. G. Lanjewar, P. Morajkar, and P. P., "Modified transfer learning frameworks to identify potato leaf diseases," *Multimed Tools Appl*, vol. 83, no. 17, pp. 50401–50423, 2024, doi: 10.1007/s11042-023-17610-0.
- [39] R. Devendiran, M. Kuduva, and S. D. Pande, "Potato Leaf Disease Detection Using Deep Learning Algorithm," in *Innovations in Data Analytics*, A. Bhattacharya, S. Dutta, P. Dutta, and D. Samanta, Eds., Singapore: Springer Nature Singapore, 2024, pp. 189–200.



Revista Micaela

ISSN: 2955-8646 (en línea) / 2709-8990 (Impresa)

Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac

Vice Rectorado de Investigación – Perú

Vol. 5 Num. 2 (2024) - Publicado: 22/10/24

<https://doi.org/110.57166/micaela.v5.n2.2024>

Páginas: 56 - 63

Recibido 20/08/2024; Aceptado 04/10/2024

<https://doi.org/10.57166/micaela.v5.n2.2024.158>

#### Autores:

1. **ORCID iD** <https://orcid.org/0000-0003-0538-8932>  
Jairo Muñoz-Miranda, Egresado de la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac – Perú.  
182213@unamba.edu.pe
2. **ORCID iD** <https://orcid.org/0009-0003-6390-5077>  
Neisa Karyn Salazar-Ascue, Egresada de la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac – Perú.  
182229@unamba.edu.pe
3. **ORCID iD** <https://orcid.org/0000-0002-2552-5669>  
Mario Aquino-Cruz, Docente de la Universidad Micaela Bastidas de Apurímac - Perú. [maquino@unamba.edu.pe](mailto:maquino@unamba.edu.pe)

## Aplicación móvil con geolocalización para el registro de asistencias técnicas del Proyecto Palta – Apurímac 2024

### Mobile application with geolocation for the registration of technical assistance for the Palta Project – Apurímac 2024

Jairo Muñoz-Miranda<sup>1</sup>, Neisa Karyn Salazar-Ascue<sup>2</sup> y Mario Aquino-Cruz<sup>3</sup>

**Resumen.** Este trabajo presenta una aplicación móvil con geolocalización para registrar asistencias técnicas en entornos con acceso limitado a internet. Los técnicos del Proyecto Palta pueden capturar información relevante, como fotos y firmas desde sus dispositivos móviles, incluso en modo offline. La aplicación fue desarrollada en el framework Flutter siguiendo la metodología ágil de programación extrema, abarcando las fases de planificación, diseño, codificación y pruebas. Además, una API REST implementada en CodeIgniter y alojada en un servidor, permite la sincronización de datos cuando se restablece la conexión a internet. Para medir la funcionalidad, usabilidad y eficiencia de la aplicación móvil, se aplicó una encuesta a 15 técnicos, utilizando un cuestionario de 9 afirmaciones bajo la escala de Likert. Los resultados revelan una percepción mayoritariamente positiva de la aplicación móvil para el registro de asistencias técnicas. En funcionalidad, el 60% de los encuestados se mostró "Muy de acuerdo" y el 33% "De acuerdo". En usabilidad, el 66% estuvo "De acuerdo" en la P4. Sin embargo, se detectaron áreas de mejora en eficiencia, con un 26% expresando desacuerdo. La digitalización de procesos ha mejorado la productividad, destacando la necesidad de continuar refinando la aplicación.

**Palabras Clave:** Asistencias técnicas, Aplicación móvil, Geolocalización, XP.

**Abstract.** This work presents a mobile application with geolocation to register technical assistance in environments with limited internet access. Palta Project technicians can capture relevant information, such as photos and signatures, from their mobile devices, even in offline mode. The application was developed in the Flutter framework following the agile extreme programming methodology, opening the planning, design, coding and testing phases. Additionally, a REST API implemented in CodeIgniter and hosted on a server allows data synchronization when the Internet connection is reestablished. To measure the functionality, usability and efficiency of the mobile application, a survey was applied to 15 technicians, using a questionnaire with 9 statements on the Likert scale. The results reveal a mostly positive perception of the mobile application for recording technical assistance. Regarding functionality, 60% of those surveyed said "Strongly agree" and 33% "Agree." In usability, 66% "Agree" on Q4. However, areas of improvement in efficiency are detected, with 26% expressing disagreement. The digitization of processes has improved productivity, highlighting the need to continue refining the application.

**Keywords:** Technical assistance, Mobile application, Geolocation, XP.



## 1 Introducción

El ámbito agropecuario es un sector clave para el desarrollo económico y social, ya que abarca tanto la producción agrícola como la ganadera, siendo esencial para la seguridad alimentaria y el bienestar de las comunidades rurales. Este sector enfrenta constantes desafíos, como el cambio climático, la degradación del suelo y la necesidad de aumentar la eficiencia productiva sin comprometer los recursos naturales. Para superar estos retos, es crucial la incorporación de tecnologías innovadoras y prácticas sostenibles que optimicen los procesos productivos y mejoren la competitividad. En este contexto, las asistencias técnicas en el ámbito agropecuario desempeñan un rol crucial, ya que ofrecen un servicio especializado de acompañamiento, asesoría y entrenamiento al productor durante el proceso productivo. Su objetivo es facilitar la adopción de nuevas tecnologías mediante acciones complementarias, como la capacitación a través de días de campo. Estas actividades están interrelacionadas y promueven el desarrollo de nuevos conocimientos y prácticas que contribuyen al incremento de la productividad y los ingresos, fortaleciendo así el sector agropecuario y garantizando su sostenibilidad a largo plazo [1].

El Proyecto Palta en Apurímac es una iniciativa agrícola que busca potenciar la producción y comercialización de palta (aguacate) en la región. Este proyecto se está implementando en cuatro provincias: Abancay, Andahuaylas, Chincheros y Aymaraes. Su objetivo principal es mejorar la calidad y cantidad de la producción de palta, aprovechando las condiciones climáticas favorables y el terreno adecuado de la zona. Los objetivos del Proyecto Palta en Apurímac son incrementar la producción a través de técnicas agrícolas avanzadas y variedades de alta calidad, capacitar a los agricultores locales mediante formación y asistencia técnica, e implementar infraestructura moderna, como sistemas de riego tecnificado y plantas empacadoras, para garantizar la calidad del producto [2]. También busca desarrollar estrategias de comercialización y exportación, con un enfoque especial en la variedad Hass. Se espera generar empleo, mejorar ingresos, promover prácticas sostenibles y fortalecer la comunidad agrícola local [3].

La problemática que se tiene en el Proyecto Palta se encuentra en los registros de asistencias técnicas, el cual se realizan de forma manual (hojas bond), esto genera demoras en la recopilación y actualización de la información. Además, la transferencia de estos datos a una hoja de Excel es un proceso manual y propenso a errores, lo cual dificulta en los reportes que se realizan cada mes. De igual forma, no se puede verificar que el personal técnico realice las visitas a campo, esto puede generar que las fichas técnicas sean inventadas o falsificadas. Estas limitaciones obstaculizan el seguimiento efectivo de los beneficiarios y la optimización del trabajo del personal técnico.

Las aplicaciones móviles enfocadas en asistencias técnicas agrícolas han mejorado significativamente la eficiencia y precisión en la implementación de estas actividades. Estas herramientas permiten a los técnicos registrar visitas de campo, recopilar información de manera digital y en tiempo real, así como generar informes automatizados. Gracias a estas aplicaciones, se reduce la necesidad de registros manuales en papel, lo que minimiza errores y agiliza la actualización de datos. Además, muchas de estas plataformas integran funcionalidades que verifican la ubicación y actividad de los técnicos, asegurando que las asistencias técnicas se realicen conforme a lo planificado. Esto no solo optimiza el seguimiento de las intervenciones, sino que también mejora la toma de decisiones mediante la recopilación de datos precisos directamente desde el campo [4].

La importancia de esta iniciativa radica en su potencial para transformar la manera en que se recopilan y gestionan los datos en campo. Las aplicaciones móviles, al permitir la captura de información in situ, reducen significativamente los errores asociados con los métodos manuales tradicionales y mejoran la precisión de los datos recolectados [4]. Además, la integración de tecnologías como la geolocalización ofrece nuevas posibilidades para el seguimiento y la verificación de las actividades realizadas por el personal técnico [5]. El uso de aplicaciones móviles para la recolección de datos en el sector agrícola ha experimentado un crecimiento significativo en los últimos años, impulsado por la necesidad de mejorar la eficiencia y precisión en la gestión de información en entornos rurales [6]. La geolocalización, en particular, ha emergido como una herramienta valiosa para el seguimiento y registro de actividades agrícolas, permitiendo una mejor planificación y toma de decisiones [7].

El concepto de "agricultura de precisión", que implica el uso de tecnologías de la información para optimizar la producción agrícola, se remonta a la década de 1980. Sin embargo, la adopción generalizada de dispositivos móviles inteligentes ha revolucionado este campo, permitiendo a los agricultores y técnicos acceder a herramientas sofisticadas directamente desde sus bolsillos [8]. En regiones con conectividad limitada, como muchas áreas rurales de Perú, el desafío de recopilar y sincronizar datos ha sido persistente. La capacidad de trabajar en modo offline y sincronizar posteriormente ha sido crucial para superar estas barreras, permitiendo una recopilación de datos ininterrumpida incluso en áreas remotas [9]. La integración de funcionalidades como la captura de fotos y firmas digitales en aplicaciones móviles agrícolas representa un avance significativo en la documentación y verificación de actividades de campo [10]. Estas características no solo

mejoran la calidad de los datos recopilados, sino que también aumentan la transparencia y la responsabilidad en los procesos de asistencia técnica. El desarrollo de esta aplicación móvil se enmarca en un contexto más amplio de digitalización del sector agrícola, donde la adopción de tecnologías de la información y la comunicación (TIC) está transformando las prácticas tradicionales [11].

Por tal motivo, se propuso el desarrollo e implementación de una aplicación móvil con geolocalización para el registro de asistencias técnicas en el sector agrícola. Esta herramienta permitió a los técnicos registrar la información de campo de manera eficiente utilizando un dispositivo móvil, mejorando así el proceso de recopilación y gestión de datos en la región de Apurímac, lo que contribuyó a la modernización de las prácticas agrícolas y optimizó el apoyo brindado a los agricultores.

## 2 Método

Esta investigación se caracterizó por su naturaleza aplicada, un enfoque que se distinguió por su orientación práctica hacia la resolución de problemas concretos. Como señaló Lozada, este tipo de investigación se centró en la aplicación inmediata del conocimiento para abordar desafíos específicos en diversos sectores [12]. En el contexto del estudio sobre la aplicación móvil para el Proyecto Palta - Apurímac, este enfoque se materializó en la creación de una solución tecnológica diseñada para optimizar la recolección y administración de datos durante las asistencias técnicas agrícolas.

En cuanto a su profundidad, el estudio adoptó un nivel descriptivo. Este nivel de investigación, como lo definió Nassaji, se enfocó en proporcionar una representación detallada y precisa del fenómeno bajo análisis [13]. En el caso de este estudio, esto se tradujo en una exploración minuciosa del proceso de implementación y utilización de la aplicación móvil en el contexto del Proyecto Palta. Este enfoque descriptivo permitió desentrañar las complejidades y matices de la integración tecnológica en prácticas agrícolas tradicionales.

Para el desarrollo de la aplicación móvil de geolocalización para el registro de asistencias técnicas del Proyecto Palta - Apurímac, se implementó la metodología ágil Extreme Programming (XP). XP es un enfoque de desarrollo de software que enfatiza la adaptabilidad y la satisfacción del cliente a través de ciclos de desarrollo cortos, llamados iteraciones [14].

### 2.1 Fases del desarrollo XP

El proceso de desarrollo se dividió en fases iterativas e incrementales, cada una de las cuales permitió ajustar y mejorar el sistema según los requerimientos del Proyecto Palta en Apurímac. Las principales prácticas de XP que se aplicaron en cada fase fueron:

- a) **Planificación:** Se definieron las historias de usuario en colaboración con los stakeholders del Proyecto Palta - Apurímac, priorizando las funcionalidades esenciales como el registro de asistencias técnicas y la geolocalización.
- b) **Diseño:** Se diseñaron maquetas de la interfaz de usuario, priorizando la simplicidad y funcionalidad, y asegurando que los técnicos en campo pudieran navegar fácilmente y acceder a las funciones esenciales de la aplicación.
- c) **Codificación:** Se desarrolló una API REST en CodeIgniter 3 para subir los registros de asistencias técnicas. Luego, en la app desarrollada en el framework Flutter, se implementó el módulo de asistencias técnicas con geolocalización mediante GPS y almacenamiento local para funcionar offline.
- d) **Pruebas:** Se realizaron pruebas unitarias continuas y pruebas de aceptación con usuarios finales seleccionados del Proyecto Palta - Apurímac [15].

### 2.2 Arquitectura de la aplicación móvil

La aplicación móvil con geolocalización para el registro de asistencias técnicas del Proyecto Palta - Apurímac, reside en un servidor web. Trabaja con una arquitectura de cliente-servidor, en este caso utiliza diferentes capas, como se muestra en la Fig. 1. Esta arquitectura es la representación de cómo la aplicación móvil interactúa con el servidor y el almacenamiento local para registrar las asistencias, tanto en modo online como offline.

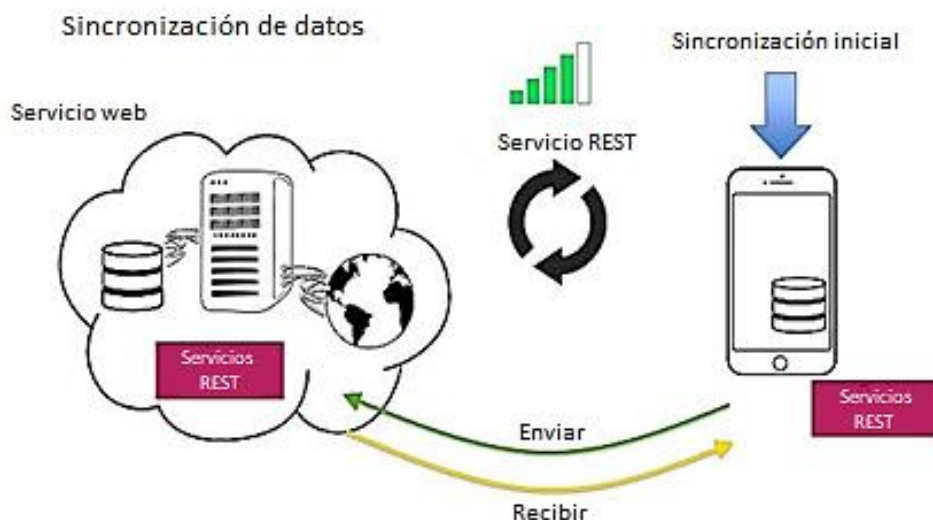


Fig. 1. Arquitectura lógica de la aplicación móvil

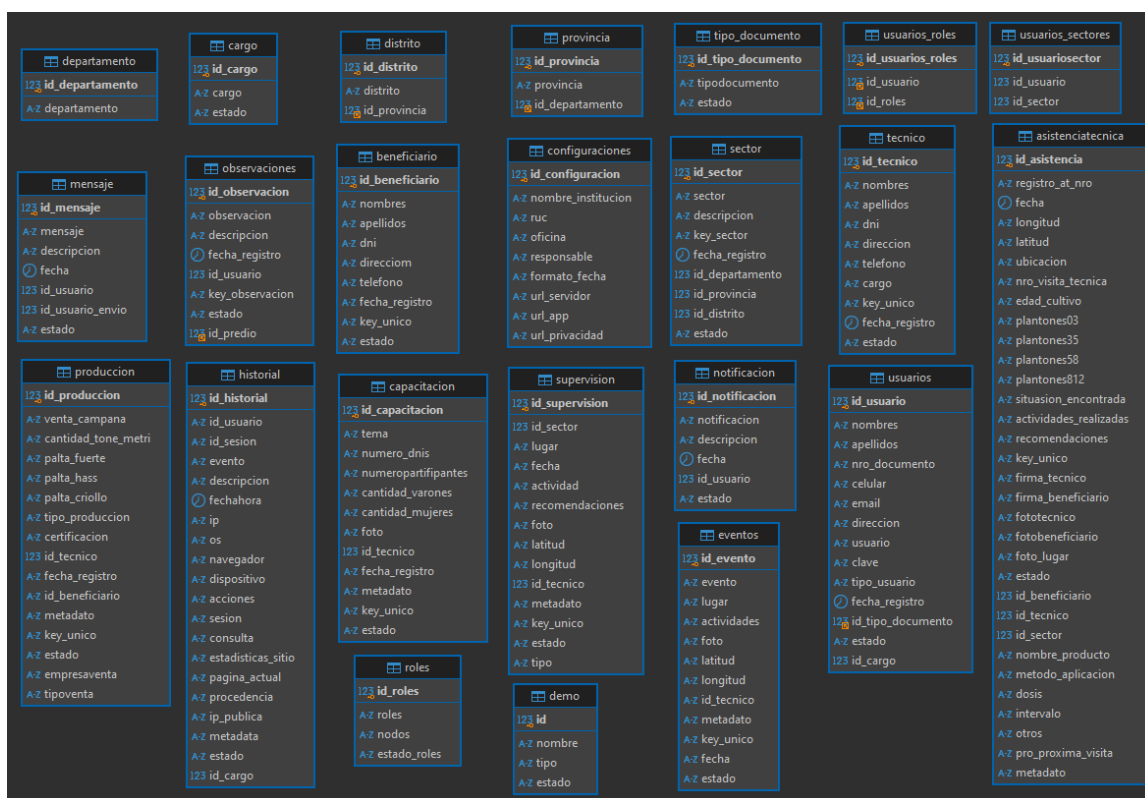


Fig. 2. Diseño de la base de datos

### 2.3 Interfaces de la aplicación móvil

En el módulo de registro de asistencia técnica de la Fig. 3, se visualiza los campos a llenar, como el sector, ubicación del lugar, datos personales del agricultor, número de visita técnica, cantidad de plantones de paltos, número de paltos, situación encontrada de los plantones, actividades realizadas por el técnico, recomendaciones realizadas al agricultor, firma del técnico, firma del agricultor y una foto del lugar de la asistencia técnica.

**Fig. 3.** Registro de asistencia técnica

Finalmente, en la Fig. 4 la aplicación que permite enviar datos almacenados en el dispositivo tras haber trabajado sin conexión a internet. Una vez disponible la conexión, los registros pueden sincronizarse y subirse al sistema.

**Fig. 4.** Envío de la información del Registro de Asistencia Técnica

## 2.4 Implementación de la aplicación móvil

Para la implementación completa, la app móvil fue subida a Google Play, facilitando su distribución y acceso para los técnicos en campo. La app permite funcionar en modo offline, capturando geolocalización a través del GPS y almacenando los registros de asistencias técnicas localmente en el dispositivo. Cuando se detecta conexión a internet, la app sincroniza automáticamente los datos con una API montada en un hosting, asegurando que los registros sean enviados al servidor central. Este proceso garantiza que las asistencias técnicas se gestionen de manera eficiente, incluso en áreas sin conectividad.



Fig. 5. Aplicación móvil publicada en Google Play

### 3 Resultados

Se realizó una encuesta a 15 técnicos, evaluando la funcionalidad, usabilidad y eficiencia de la aplicación para el registro de asistencias técnicas. El cuestionario consta de 9 afirmaciones basadas en la escala de Likert.

**Tabla 1.** Afirmaciones formuladas en cuanto a funcionalidad, usabilidad y eficiencia

Nº	Afirmaciones
1	La aplicación proporciona todas las funcionalidades para realizar la asistencia técnica.
2	La aplicación funciona sin fallos o cierres inesperados cuando la utilizo en el campo.
3	La aplicación me permite adjuntar fácilmente fotos o firmas a la asistencia técnica.
4	La aplicación es fácil de usar y navegar.
5	La interfaz de la aplicación es intuitiva y agradable.
6	Recibo notificaciones claras sobre errores o falta de información al registrar una asistencia.
7	El proceso de registro de una nueva asistencia técnica es rápido y eficiente.
8	La app ha mejorado mi productividad en el trabajo.
9	Puedo visualizar claramente los datos registrados de cada asistencia técnica.

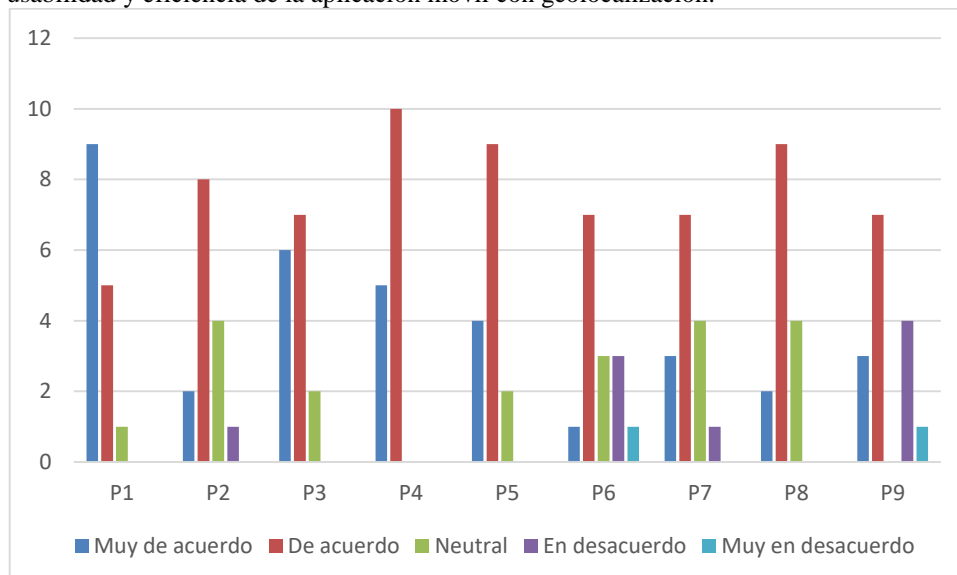
Los resultados de la encuesta aplicada a 15 técnicos muestran los siguientes resultados en cuanto a la funcionalidad (P1, P2, P3), los resultados muestran una clara apreciación por parte de los asistentes técnicos. La afirmación P1 recibió 9 votos de "Muy de acuerdo" y 5 de "De acuerdo", lo que representa un 60% y un 33.33% respectivamente, sugiriendo que la mayoría está muy satisfecha con esta funcionalidad. P2, aunque tiene un porcentaje menor de satisfacción, con 2 votos de "Muy de acuerdo" y 8 de "De acuerdo" (13.33% y 53.33%), refleja una percepción positiva. Finalmente, P3 se mantiene en línea con la tendencia general, ya que recibió 6 votos de "Muy de acuerdo" (40%) y 7 de "De acuerdo" (46.67%). Al analizar la usabilidad (P4, P5, P6), los resultados son predominantemente favorables. P4 destaca con 5 votos de "Muy de acuerdo" (33.33%) y 10 de "De acuerdo" (66.67%), indicando una alta satisfacción con la usabilidad del sistema. En P5, los resultados son similares, con 4 votos de "Muy de acuerdo" (26.67%) y 9 de "De acuerdo" (60%), reafirmando que los asistentes encuentran la interfaz amigable. Sin embargo, en P6, aunque 7 técnicos estuvieron de acuerdo (46.67%), solo 1 se mostró "Muy de acuerdo" (6.67%), y un 20% manifestó ser neutral. Respecto a la eficiencia (P7, P8, P9), los resultados presentan una variedad de opiniones. En P7, 3 técnicos votaron "Muy de acuerdo" (20%) y 7 "De acuerdo" (46.67%), mientras que 4 fueron neutros (26.67%), lo que indica una aceptación moderada. P8 mostró una mejora con 2 votos de "Muy de acuerdo" (13.33%) y 9 de "De acuerdo" (60%), lo que sugiere que la eficiencia es en su mayoría bien valorada.

Sin embargo, P9 revela una disconformidad significativa, con 4 votos en "En desacuerdo" (26.67%) y 1 "Muy en desacuerdo" (6.67%).

**Tabla 2.** Resultados de la encuesta aplicado 15 asistentes técnicos

N° de afirmación	Muy de acuerdo	De acuerdo	Neutral	En desacuerdo	Muy en desacuerdo
P1	9	5	1	0	0
P2	2	8	4	1	0
P3	6	7	2	0	0
P4	5	10	0	0	0
P5	4	9	2	0	0
P6	1	7	3	3	1
P7	3	7	4	1	0
P8	2	9	4	0	0
P9	3	7	0	4	1

Se muestra en la Fig. 6, el gráfico en barras de los resultados de la encuesta realizada a 15 asistentes técnicos sobre funcionalidad, usabilidad y eficiencia de la aplicación móvil con geolocalización.



**Fig. 6.** Resultados de la encuesta

## 4 Conclusiones

La implementación de la aplicación móvil para el registro de asistencias técnicas ha representado un avance significativo en la gestión de datos en entornos con conectividad limitada. Los resultados de la encuesta reflejan una percepción mayoritariamente positiva entre los asistentes técnicos en cuanto a la funcionalidad y usabilidad del sistema, con la mayoría expresando satisfacción a través de respuestas de "Muy de acuerdo" y "De acuerdo". Sin embargo, en el ámbito de la eficiencia, se observa una mayor diversidad de opiniones, especialmente en la última afirmación, donde un número significativo de técnicos expresó desacuerdo. Esto indica que, aunque el sistema es valorado en términos de funcionalidad y usabilidad, hay aspectos de eficiencia que requieren atención y mejora para cumplir con las expectativas de todos los usuarios. En general, estos resultados subrayan la importancia de continuar refinando el sistema para maximizar su efectividad y satisfacción del usuario.

Los hallazgos tienen implicaciones importantes tanto para los desarrolladores de soluciones tecnológicas en el campo de la asistencia técnica como para instituciones que dependen de estos registros en áreas rurales o de difícil acceso. La digitalización de procesos previamente manuales, como el registro de asistencias, no solo mejora la eficiencia operativa, sino que también reduce la posibilidad de errores humanos. Este trabajo amplía estudios previos al ofrecer una aplicación móvil con funcionalidad offline, una característica crucial en el contexto en que se utilizará. Futuros estudios podrían enfocarse en evaluar el impacto de la aplicación a mayor escala, además de explorar la incorporación de nuevas funcionalidades que faciliten la experiencia del usuario. La capacidad de registrar información en modo offline, la integración

de la geolocalización y la sincronización de datos a través de una API REST son aspectos clave que contribuyen a la eficacia del sistema. Aunque los resultados han sido en su mayoría positivos, es fundamental considerar áreas de mejora. Algunas limitaciones del estudio incluyen el tamaño de la muestra de encuestados, que, si bien es representativa en esta etapa, podría ampliarse en futuras investigaciones para evaluar mejor el impacto a largo plazo. Además, aspectos relacionados con la experiencia del usuario, como las notificaciones de errores y la visualización de datos, podrían perfeccionarse en versiones futuras de la aplicación. En conclusión, la aplicación desarrollada demuestra ser una herramienta eficiente para el registro de asistencias técnicas en entornos de baja conectividad, mejorando la productividad de los técnicos y promoviendo la digitalización de procesos. Las futuras actualizaciones y ampliaciones en su implementación permitirán seguir optimizando su uso y adaptarla a las necesidades cambiantes de los usuarios.

## 5 Bibliografías

- Jairo Muñoz Miranda. Egresado en Ingeniería Informática y Sistemas de la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac.
- Neisa Karyn Salazar Ascue. Egresada en Ingeniería Informática y Sistemas de la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac.
- Mario Aquino Cruz, Docente en la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac Perú, MSc. En Informática, investigador en las áreas de informática educativa, IoT, inteligencia artificial y ciberseguridad.

## 6 Referencias

- [1] MIDAGRI, «[www.midagri.gob.pe](http://www.midagri.gob.pe),» 2021. [En línea]. Available: <https://www.midagri.gob.pe/portal/doc-informativos/infografias/programa-incentivos-2023/89-guia-del-plan-de-asistencia-tecnica/file>.
- [2] AGROPERU, «[agroperu](http://agroperu.pe),» 30 Marzo 2023. [En línea]. Available: <https://www.agroperu.pe/apurimac-entregan-camionetas-y-motocicletas-para-fortalecer-cadena-productiva-de-palta/>.
- [3] GOB.PE, «Gobierno del Perú,» 2023. [En línea]. Available: <https://www.gob.pe/institucion/regionapurimac/noticias/874240-gobierno-regional-de-apurimac-impulsa-proyecto-para-incrementar-la-produccion-y-productividad-del-palto-en-la-region>.
- [4] L. Hollis, Artist, *Agricultural mobile apps strengthening agricultural extension*. [Art]. CABI, 2022.
- [5] . J. Conesa Muñoz, . M. Gonzalez de Soto, . P. Gonzalez de Santos y . A. Ribeiro, «Distributed Multi-Level Supervision to Effectively Monitor the Operations of a Fleet of Autonomous Vehicles in Agricultural Tasks,» *sensors*, 2015.
- [6] F. J. MesasCarrascosa, D. Verdú Santano, J. E. Meroño de Larriva, R. Ortíz Cordero, R. E. Hidalgo Fernández y A. García Ferrer, Artists, *Monitoring Heritage Buildings with Open Source Hardware Sensors: A Case Study of the Mosque-Cathedral of Córdoba*. [Art]. University of Córdoba, 2016.
- [7] S. Wolfert , L. Ge , C. Verdouw y M. Jeroen Bogaardt , Artists, *Big Data in Smart Farming – A review*. [Art]. 2017.
- [8] R. Gebbers y V. I. Adamchuk, Artists, *Precision Agriculture and Food Security*. [Art]. 2010.
- [9] A. Kamilaris, A. Kartakoullis y F. Prenafeta Boldú, Artists, *A review on the practice of big data analysis in agriculture*. [Art]. 2017.
- [10] A. Walter, . R. Finger, . R. Huber y N. Buchmann, Artists, *Smart farming is key to developing sustainable agriculture*. [Art]. 2017.
- [11] P. T. Siddhartha, «Industry 4.0 and Digital Transformation in Agriculture: Business Model Innovation and Operational Performance,» 2023.
- [12] J. Lozada, Artist, *Investigación Aplicada: Definición, Propiedad Intelectual e Industria*. [Art]. 2014.
- [13] H. Nassaji, Artist, *Qualitative and descriptive research: Data type versus data analysis*. [Art]. 2015.
- [14] K. Beck y C. Andres, Artists, *Extreme Programming Explained: Embrace Change*. [Art]. 2005.
- [15] L. Lindstrom y R. Jeffries, Artists, *Extreme Programming and Agile Software Development Methodologies*. [Art]. 2006.



# Micaela

Revista de Investigación - UNAMBA

Revista Micaela

ISSN: 2955-8646 (en línea) / 2709-8990 (Impresa)  
Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac  
Vice Rectorado de Investigación – Perú

Vol. 5 Num. 2 (2024) - Publicado: 22/10/24

DOI: 10.57166/micaela.v5.n2.2024

Páginas: 64- 71

Recibido 20/08/2024 ; Aceptado 04/10/2024

<https://doi.org/10.57166/micaela.v5.n2.2024.159>

## Autores:

1. **ORCID ID** <https://orcid.org/0009-0000-2945-3087>  
Leyter Arturo Espinoza-Rodas, Egresado en Ingeniería Informática y Sistemas de la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac, 182205@unamba.edu.pe.
2. **ORCID ID** <https://orcid.org/0009-0007-4441-6752>  
Karen Sheila Castañeda-Pari, Egresada en Ingeniería Informática y Sistemas de la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac, 171137@unamba.edu.pe.
3. **ORCID ID** <https://orcid.org/0000-0002-2552-5669>  
Mario Aquino-Cruz, Docente en la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac Perú.  
maquino@unamba.edu.pe

## Desarrollo e implementación de una aplicación web para la gestión de condominios

### Development and implementation of a web application for condominium management

Leyter Arturo Espinoza-Rodas<sup>1</sup>, Karen Sheila Castañeda-Pari<sup>2</sup> y Mario Aquino-Cruz<sup>3</sup>

**Resumen.** Este artículo describe el desarrollo de una aplicación web para la gestión de pagos en condominios, utilizando ReactJS y TypeScript en el frontend para proporcionar una interfaz dinámica y eficiente. El backend se implementó con Strapi CMS y TypeScript, permitiendo la gestión de contenido y APIs. Se utilizó AWS para asegurar una infraestructura escalable. La metodología de programación en capas fue adoptada, garantizando la robustez y evolución futura del sistema. Visual Studio Code fue el entorno de desarrollo (IDE). La aplicación está dirigida a propietarios de apartamentos en condominios, facilitando la gestión de pagos y el control de servicios compartidos de manera sencilla y transparente. La investigación se basó en una metodología aplicada con un enfoque descriptivo, buscando resolver problemas prácticos mediante productos tecnológicos y recolectando datos sobre los fenómenos analizados.

**Palabras Clave:** Desarrollo, condominio, react, sistema web.

**Abstract.** Here's the translated text in English: This article describes the development of a web application for managing payments in condominiums, using ReactJS and TypeScript in the frontend to provide a dynamic and efficient interface. The backend was implemented with Strapi CMS and TypeScript, allowing for content management and APIs. AWS was used to ensure a scalable infrastructure. A layered programming methodology was adopted, guaranteeing the robustness and future evolution of the system. Visual Studio Code was the development environment (IDE). The application is aimed at apartment owners in condominiums, facilitating payment management and control of shared services in a simple and transparent manner. The research was based on an applied methodology with a descriptive approach, seeking to solve practical problems through technological products and collecting data on the analyzed phenomena.

**Keywords:** Development, condominium, system web, react.

## 1 Introducción

Los condominios tienen una rica historia que se remonta al siglo XIX. El concepto de propiedad compartida de una propiedad se remonta a la legislación española, y el término "condominio" tiene su origen en raíces latinas que significan "propiedad común". Sin embargo, el concepto moderno de condominios tal como los conocemos hoy en día comenzó a tomar forma a mediados del siglo XX [1]. Con este contexto podemos deducir que la administración de condominios emergió como un desafío significativo, en donde la transparencia y eficiencia son cruciales para el bienestar.



Desde 1924, se construyeron cada vez más casas de vivienda para satisfacer la demanda de condominios. Dentro de estos condominios existen elecciones de representantes, los cuales son los encargados de realizar la administración de los condominios y con ello reciben tareas extras como el de realizar la recolección de recursos y cobro por uso de áreas específicas [2]. Un Condominio es un sistema legal de propiedad horizontal en cuota de unidades individuales (apartamentos) en una estructura de unidades múltiples, siendo los elementos comunes, como el terreno, pasillos, escaleras, planta de calefacción, etc. propiedad común de todos los propietarios de unidades individuales [3].

Los datos indican que se espera que la población urbana mundial alcance el 66-70% en 2050. Muchas empresas (como IBM e Intel) ya han creado y lanzado edificios inteligentes, lo que destaca la ventaja competitiva y el futuro prometedor de la tecnología [4]. La automatización de procesos es una de las tecnologías más avanzadas en el área de la informática, la electrónica y las comunicaciones, la ingeniería mecánica y la tecnología. Es una combinación de hardware y software, redes y automatización para hacer las cosas de forma más sencilla [5].

La gestión administrativa y financiera, proyectada en la mejora constante en los procesos; el control interno representa la columna vertebral de estos, se debe instaurar en las actividades laborales asignadas bajo responsabilidad de cada servidor o trabajador; para determinar las falencias ocasionadas por impactos negativos que atentan en la eficaz y eficiente gestión administrativa y financiera [6]. Existen 3 niveles en la administración de una organización: el estratégico, el táctico y el operativo. Lo cual desencadena en 3 procesos: el que planea, el que elabora y el que verifica, cada uno de ellos con sus procedimientos asociados. En cuanto a las mejoras existen de 3 tipos: 1) normativa, 2) del producto o proceso, 3) del cliente [7].

Transacciones bancarias, pagos, registros informáticos, administración de cuentas, redes sociales, servicios de entretenimiento; son algunos de los ámbitos en los cuales se desarrollan aplicaciones web, la mayoría de las actividades que realizamos por internet se fundamenta en el uso de aplicaciones [8]. El incremento de aplicaciones web está reemplazando en su totalidad el manejo tradicional de información, logrando solucionar problemas y adaptándose el cotidiano vivir de los usuarios finales [9].

La preocupación por mejorar procesos involucrados con el control de inventario, con la finalidad de administrar eficientemente sus existencias, obteniendo información en tiempo real de la recepción, almacenamiento y despacho de bienes, permite la toma de decisiones oportunas para generar ventajas [10]. Por este motivo se llevó a cabo el desarrollo de esta aplicación el cual es Sistema de gestión de condominios.

## 2 Trabajos relacionados

Manuel Alejandro Avilez Delgado [11], en su trabajo de investigación titulado “Análisis para la automatización de la gestión administrativa de la mueblería andaluz de la ciudad de Babahoyo”. Tuvo como objetivo analizar los requerimientos de la mueblería andaluz de la ciudad de Babahoyo para la automatización de su gestión administrativa y con ello analizar teóricamente el análisis de requerimientos y la gestión administrativa para facilitar el desarrollo del presente estudio, el tipo de investigación que se utilizó es el de campo, ya que se debió asistir físicamente a la mueblería para realizar la investigación acerca de las problemáticas que tienen en su gestión administrativa. Como resultados se obtuvo que la necesidad de indagar como se desarrollan los procesos relacionados a la gestión administrativa de la mueblería andaluz, que causan inconvenientes dentro del lugar; esta información fue obtenida mediante entrevistas realizadas a los involucrados dentro de esta empresa, en donde luego de respectivo análisis se identificaron diferentes requerimientos, en el cual los resultados fueron que la empresa andaluz necesita optar por una solución informática para solventar necesidades que existen en diferentes áreas, y las actividades que debe realizar la futura solución informática. Como conclusiones se obtuvieron que la fundamentación teórica acerca de la gestión administrativa, fue de gran ayuda para comprender las funcionalidades y actividades que se lleva a cabo el área de la gestión administrativa, para facilitar el posterior análisis de requerimientos realizado en esta investigación.

Y. C. Roca Ávila y R. A. Revollo Linares [12], en su investigación titulada “Desarrollo de un sistema web para mejorar la administración del condominio las terrazas de Surco utilizando el marco SCRUM”, en el cual nos dice que la web es un medio para que las empresas muestren sus productos o servicios a los consumidores. Permite optimizar, agilizar el tiempo de respuesta de los procesos, siendo estos más confiables y reduciendo los riesgos de pérdida de la información. Como objetivo fue desarrollar un sistema web para mejorar la administración del Condominio utilizando el marco SCRUM las terrazas de Surco, como lenguaje se utilizó PHP y como lenguaje web se utilizó HTML, como gestor de base datos se utilizó MySQL. Como conclusión se obtuvo que en la investigación se comprueba la hipótesis general, según los resultados de contrastación con una  $z = 33,270$  con 43 grados de libertad y a un 95% de nivel de confianza planteada,

demuestra claramente que el desarrollo de un sistema web si permite mejorar la administración del Condominio utilizando el Marco SCRUM, Las Terrazas de Surco.

En otro caso Luz Edith Vanegas Benjumea [13], en su investigación titulada “Diseño de una aplicación web para el control de áreas sociales y comunicados a los residentes de la ciudadela ciudad Colón”. Nos dice que en Ecuador aproximadamente un millón y medio de personas viven formalmente bajo el régimen de copropiedad o propiedad horizontal, todo esto consecuencia del desarrollo urbanístico que presentan actualmente a venido creciendo con el paso de los años y con ello la creación de un sin número de ciudadelas, las mismas que por su extensión hace complicada la comunicación con la parte administrativa, como objetivo se tuvo el diseñar una aplicación web para la automatización de los procesos de comunicación y de procesos de reservas de áreas sociales en la Ciudadela Ciudad Colón. Como conclusiones se obtuvo que Al analizar la actual situación de la Ciudadela Ciudad Colón se encontró que el proceso por el cual manejan las reservas y comunicados no es rápido y eficiente, lo que ha ocasionado que los residentes se sientan inconformes con el servicio. Según las encuestas realizadas existe una buena acogida a la idea de implementar una aplicación web para automatizar los procesos de reservas y comunicados.

Sainz Riveron Alcides [14], en su investigación titulada “desarrollo de un sistema de control de condominio para el edificio plaza 10 ubicado en el distrito metropolitano de Quito”. Su objetivo de mejorar la gestión administrativa. Se elaboró un marco teórico sobre los conceptos de condominio y las tecnologías utilizadas, como ASP.NET Core y C#. Tras encuestar a 163 residentes, se identificaron los principales problemas y necesidades. El sistema implementado incluye funcionalidades como reservas de áreas comunes, consulta de pagos y registro de visitas. Se utilizó la metodología MVC para el desarrollo, logrando un software eficiente que mejora la convivencia y administración del inmueble.

### 3 Metodología

#### 3.1 Tipo y nivel

Para el tipo de investigación que se usó para este artículo fue un tipo de metodología de investigación aplicada porque en base a investigación básica [16].

Para esta investigación se utilizó un nivel descriptivo en cuales se busca especificar las propiedades, características y perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis [17].

#### 3.2 Fases de desarrollo Scrum

Para el desarrollo de esta aplicación web de gestión de condominios, se implementó la metodología de desarrollo SCRUM. Scrum define un proceso empírico, iterativo e incremental de desarrollo que aprovecha la naturaleza caótica del desarrollo de software y la utilización de prácticas para el manejo de la impredecibilidad y el riesgo. Sus orígenes se remontan a 1993 cuando el Dr. Sutherland había sido contratado por la compañía Easel como vicepresidente de tecnología de objetos [15].

- a) Planificación: En esta fase se identificó los tiempos de análisis de requerimientos, diseño, desarrollo, QA, y pase a producción del sistema.



Fig. 1. Planificación de desarrollo

- b) Análisis de requerimientos: En esta fase si identifico los requerimientos funcionales y no funcionales, en el cual se encontró para los requerimientos funcionales para los usuarios 3 requerimientos, y para los requerimientos del software se identificó 8 requerimientos.

**Tabla1.** Requerimiento de Usuario

N°	Requerimientos de Usuario
1	Ingreso al Sistema
2	Gestión de Permisos
3	Gestión de Condominio

**Tabla2.** Requerimientos de Software

N°	Requerimientos de Software
1	Login
2	Gestión de usuarios y permisos
3	Registro de Usuarios
4	Gestión de Servicios
5	Generación de recibos de pagos
6	Registro de métodos de pago
7	Registro de pagos
8	Reporte de status mensual

- c) Diseño: En esta fase se hizo los modelos del sistema usando Figma, el cual es una herramienta que nos ayuda en el diseño de sistemas.
- d) Desarrollo: En esta fase se hizo el pase a desarrollo del sistema en el cual se desarrolló al mismo tiempo la parte Backend y Frontend, mientras se realizó el desarrollo también se hizo el despliegue del sistema en fase prueba.
- e) Test y pase a producción: Durante el desarrollo se hace pruebas del sistema, para estar corrigiendo errores que se muestran, al término de estas pruebas y del desarrollo se hace el pase a producción, en el cual sistema comienza a hacerse uso por parte del cliente.

### 3.3 SPRINT

Durante la fase de desarrollo análisis de requerimientos se identificó los sprint que se usaría durante el desarrollo de la aplicación web, cada sprint esta especificado para la duración mínima de un día y máxima de una semana, en el cual se abordan las tareas específicas y se logran objetivos concretos.

**Tabla3.** Listado de Sprint

N°	Requerimientos de Software	Días
1	Scope	3 días
2	Diseño	3 días
3	Modulo Dashboard	5 días
4	Modulo Residente	10 días
5	Modulo Gasto	10 días
6	Modulo Recibo de pagos	15 días
7	Modulo Reporte	5 días
8	Modulo Pago	15 días
9	Modulo Servicio	5 días
10	Modulo Usuario	5 días
11	Modulo Condominios	5 días
12	Modulo Configuración	5 días
13	Modulo Departamentos	5 días
14	Modulo Tipo de Servicio	5 días
15	Modulo Método de Pago	2 días

## Interface

En la fig. 2. Se puede observar la pantalla residente en el cual se lista todos los propietarios de los departamentos, en este también le da la opción de registrar inquilinos, y también se puede registrar los servicios que cuenta el residente, esta pantalla permite exportar a todos los residentes que existen.

**Lista de residentes**  
Administración de residentes

Buscar  Condominio  Edificio  Exportar Excluir/Incluir Nuevo

Condominio	Edificio	N° Departamento	Propietario	Teléfono	DNI	Tiene servicios	Acciones
Villa Bonita IV	E2	1001				Si	<span>+ Inquilino</span> <span>+ Servicio</span> <span>✎</span> <span>✖</span>
Villa Bonita IV	E2	1002				Si	<span>+ Inquilino</span> <span>+ Servicio</span> <span>✎</span> <span>✖</span>
Villa Bonita IV	E2	1003				Si	<span>+ Inquilino</span> <span>+ Servicio</span> <span>✎</span> <span>✖</span>
Villa Bonita IV	E2	1004				No	<span>+ Inquilino</span> <span>+ Servicio</span> <span>✎</span> <span>✖</span>

**Fig. 2.** Pantalla residente

En la fig. 3, podemos ver la pantalla recibo de pagos es para mostrar todos los recibos que fueron pagados, este también permite imprimir cada recibo, o imprimir todos los recibos.

**Lista de recibo de pagos**

Buscar  Condominio  Edificio  Fecha febrero-2024  Estado  Nuevo Generar

<input type="checkbox"/>	N° Recibo	Condom...	Edificio	N° Dpto	Propietario/Inquilino	Monto	Deuda	Estado	Generado el	Fecha de recibo	Fecha de vencim...	Acciones
<input type="checkbox"/>	E2-72	Villa Bo...	E2	1001		717,05	717,05	≈ Parcial	04/04/2024	FEBRERO	29/02/2024	<span>+ Pagos</span> <span>✎</span> <span>✖</span> <span>🔄</span> <span>✖</span>
<input type="checkbox"/>	E2-73	Villa Bo...	E2	1002		279,56	279,56	≈ Deuda	04/04/2024	FEBRERO	29/02/2024	<span>+ Pagos</span> <span>✎</span> <span>✖</span> <span>🔄</span> <span>✖</span>
<input type="checkbox"/>	E2-74	Villa Bo...	E2	1003		279,56	279,56	≈ Deuda	04/04/2024	FEBRERO	29/02/2024	<span>+ Pagos</span> <span>✎</span> <span>✖</span> <span>🔄</span> <span>✖</span>

**Fig. 3.** Recibo de pago sistema

En la fig. 4, es en donde se lista los gastos en el cual se muestra los gastos personales de cada departamento.

**Lista de gastos**

Buscar  Condominio  Edificio  Desde 01/01/2024  Hasta 09/10/2024  + Nuevo

#	N° Recibo	Condominio	Edificio	Usuario	Monto	Nota de gasto	Fecha	Estado	Acciones
109	E3-1	Villa Bonita IV	E2		100	GASTO DE REPARACION DE AS...	05/04/2024	Pagado	<span>+ Pagos</span> <span>✎</span> <span>✖</span> <span>🔄</span> <span>✖</span>

**Fig. 4.** Gastos sistema

En la fig. 5, se puede observar la pantalla recibo de pagos es en el cual se ve todos los pagos de gastos realizados por cada departamento, y este debe permitir la exportación de todos los gastos.

**Reporte de recibo de pagos**

Condominio Villa Bonita IV  Edificio  Mes - Año marzo-2024  Estado  Exportar a excel

Condominio	Edificio	N° Departamento	Monto	Deuda	Estado	Fecha de Emisión	Fecha de recibo	Fecha de vencimiento
Villa Bonita IV	E2	1001	851,86	0	≈ Pagado	05/04/2024	MARZO	27/03/2024
Villa Bonita IV	E2	1002	415,37	0	≈ Pagado	05/04/2024	MARZO	27/03/2024
Villa Bonita IV	E2	1003	415,37	415,37	≈ Deuda	05/04/2024	MARZO	27/03/2024

**Fig. 5.** Recibo de pago

En la fig. 6. Tenemos donde el sistema redirige al inquilino a esta pantalla para poder ver las deudas que tiene, y poder realizar pagos en esta pantalla.

Lista de pagos

Condominio  Edificio  Departamento  Mes - Año

#	Nro de Recibo	Monto de Gasto	Estado	Fecha Vencimiento	Acciones

Número de filas:

Fig. 6. Pagos

## 4 Resultados Obtenidos

Los resultados obtenidos se muestran en la fig. 7.

Dimensión	Criterios que aplican					No aplican	Puntos obtenidos	Puntos posibles	Cumplimiento
	Excelente	Bueno	Con advertencia	Critico	Total				
Navegabilidad	50	6	1	0	57	30	105	114	92%
Usabilidad	107	59	7	0	173	16	267	346	77%
Accesibilidad	14	15	0	0	29	17	43	58	74%
Interoperabilidad	18	7	0	0	25	3	43	50	86%
Rendimiento	24	5	1	0	30	15	52	60	87%

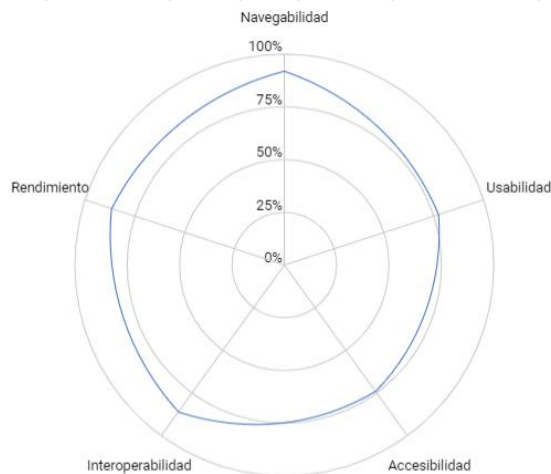


Fig. 7. Resultados

Los resultados obtenidos se ven que el sistema tiene un 92% de navegabilidad, 77% de usabilidad, 74% accesibilidad, interoperabilidad 88%, rendimiento 87% el cual son resultados aceptables para un sistema de gestión el cual esta implementado en parte web.

## 5 Discusión y conclusiones

Este informe consistió en desarrollar un sistema web para la gestión y seguimiento de pagos de condominios, en el cual se realizó las pruebas de calidad del sistema usando la ISO 9000, con los resultados obtenidos el equipo de desarrollo se siente satisfecho, pero con ganas de continuar desarrollando y mejorando el sistema.

## 5.1 Discusión

- En comparación con la investigación de Manuel Alejandro Avilez Delgado [11], que se enfocó en analizar presencialmente los problemas administrativos de una mueblería para proponer una solución informática, nuestro trabajo se centra en desarrollar una aplicación web utilizando tecnologías modernas como ReactJS y Strapi CMS. Mientras Avilez identificó la necesidad de automatización, nuestra investigación no solo plantea esa necesidad, sino que presenta una solución escalable y eficiente para la gestión de pagos en condominios.
- En comparación con la investigación de [13], que diseñó una aplicación web para mejorar la comunicación y las reservas de áreas sociales en una ciudadela de Ecuador, nuestra investigación se enfoca en la automatización de la gestión de pagos en condominios. Ambos estudios comparten la meta de resolver problemas administrativos a través de soluciones web eficientes. Mientras [13] abordó la reserva de espacios comunes, nosotros implementamos una plataforma escalable y moderna para la gestión de pagos y servicios en condominios. Con un sistema de gestión ya sea de condominios u otra ayuda al ahorro del tiempo y dinero, ya que al tener un sistema que haga los procesos de manera rápida y también al cual puedas acceder desde cualquier lugar, también tener un sistema ayuda en la transparencia financiera que se maneja en el condominio y la alteración de información no es posible.

## 5.2 Conclusiones

- El desarrollo de esta aplicación web para la gestión de condominios demostró ser una solución eficiente para la automatización de procesos administrativos, ya sea la gestión de pagos, creación de recibos, gestión de inquilinos/dueños de los departamentos. A diferencia de estudios previos los cuales se enfocan en una digitalización básica, ya sea solo la gestión de inquilinos o edificios, este sistema logra adaptarse a diferentes situaciones según la necesidad de los inquilinos/dueños de los departamentos del condominio.
- En conclusión, el desarrollo de un sistema de gestión para condominios basado en reactJS [18] y strapi [19] ha cumplido con los objetivos planteados, y planteó una solución escalable, este sistema no solo automatiza algunas tareas claves como la facturación, sino que mejora la comunicación entre los administradores del condominio y los residentes, mejora la transparencia del manejo del dinero y recursos.
- Antes del desarrollo del sistema se utilizaba un Excel para crear los recibos para cada residente o dueño de los departamentos, esta forma de crear llevaba mucho tiempo ya que en los edificios existen una gran cantidad de residentes, y estar creando uno a uno es un gran problema ya que esto indica que tiene que tener registro anotados en cuadernos, u otro Excel para poder crear los recibos, por eso el sistema desarrollado tuvo un gran impacto y aceptación por parte de los usuarios al ver que el tiempo que perdían a la hora de crear cada recibo se reducía a unos segundos por la funcionalidad del sistema de crear recibos en masa y guardar que servicios usan cada inquilino/dueño de los departamentos.
- El ahorro del tiempo con estos tipos de sistemas de gestión administrativa, y que estos estén implementados con una pasarela de pago para que los mismos inquilinos/propietarios de los departamentos del condominio les ayudo a llevar de mejor manera, ya que anteriormente las únicas formas de pago eran alcanzando a mano o haciendo depósitos a cuentas y esto hacía la administración del dinero más complicado ya que la información de los que pagaban se podía perder por algún descuido, por eso el sistema viene siendo de gran ayuda para manejar estos procesos tan complicados.

## 6 Biografías

- Leyter Arturo Espinoza Rodas, egresado de Ingeniería Informática y Sistemas de la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac.
- Karen Sheila Castañeda Pari, egresada de Ingeniería Informática y Sistemas de la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac
- Mario Aquino Cruz, Docente en la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac Perú, MSc. En Informática, investigador en las áreas de informática educativa, IoT, inteligencia artificial y ciberseguridad.

## 7 Referencias

- [1] D. Laven, «History of condos in the United States,» *Vermont CONDOPROS*, vol. 1, n° 1, p. 1, 2024.
- [2] T. S. Zoltán Polgár, «CHALLENGES OF CONDOMINIUM MANAGEMENT, ESPECIALLY PROTECTION OF PERSONAL DATA,» *Miskolci Egyetem Allam*, vol. 1, n° 1, p. 2, 2016.
- [3] DePaul College of Law, «Condominium: An Intr Condominium: An Introduction t oduction to the Horiz o the Horizontal Pr ontal Property System,» *DePaul Law Review*, p. 319, 2022.
- [4] G. F. & S. K. W. Huseien, «A review on 5G technology for smart energy management and smart buildings in Singapore.,» *Energy and AI*, vol. 7, p. 1, 2022.
- [5] S. H. R. M. & J. D. K. Madakam, «The future digital workforce: Robotic process automation (RPA).,» *Journal of Information Systems and Technology Management*, vol. 1, n° 16, p. 1, 2019.
- [6] F. X. A. E. a. M. d. I. Á. Torres, «Evaluación de control interno y gestión del riesgo aplicando el informe COSO I, II, III; en los procesos administrativos y financieros de las entidades públicas,» *Revista Publicando*, vol. 4, n° 11, p. 1, 2017.
- [7] E. C. I. M. y J. Á. H. R. Silva, «Sistema de Gestión Digital para mejorar los procesos administrativos de Instituciones de Educación Superior: Caso de estudio en la Universidad Autónoma Metropolitana,» *Revista Iberoamericana de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología*, vol. 1, n° 13, p. 105, 2013.
- [8] S. I. P. EUGENIO, «Desarrollo de una aplicación web para la administración de documentos en la escuela de Ingeniería en Sistemas de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ambato,» Pontificia Universidad Católica Del Ecuador, Ambato, 2016.
- [9] S. M. Milagros, «Desarrollo de una aplicación web de gestión administrativa para la Cooperativa de Transporte “Expreso Milagro” en el cantón Milagro,» UNEMI, Milagro, 2020.
- [10] F. L. Rios Vega, «Sistema web para mejorar el control de inventarios en la empresa Comercial Lucerito,» Norbert Wiener, Lima, 2018.
- [11] M. A. A. DELGADO, «ANÁLISIS PARA LA AUTOMATIZACIÓN DE LA GESTIÓN ADMINISTRATIVA DE LA MUEBLERÍA "ANDALUZ" DE LA CIUDAD DE BABAHOYO,» UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO, BABAHOYO, 2022.
- [12] R. A. Yovana Connie y R. L. Rodrigo Angelo, «Desarrollo de un sistema web para mejorar la administración del Condominio Las Terrazas de Surco utilizando el marco SCRUM,» UTP, Lima, 2022.
- [13] L. E. V. Benjumea, «DISEÑO DE UNA APLICACIÓN WEB PARA EL CONTROL DE AREAS SOCIALES Y COMUNICADOS A LOS RESIDENTES DE LA CIUDADELA CIUDAD COLÓN,» ISTBT, Guayaquil, 2016.
- [14] S. R. ALCIDES, «Desarrollo De Un Sistema De Control De Condominio Para El Edificio Plaza 10 Ubicado En El Distrito Metropolitano De Quito,» ITSS, QUITO, 2024.
- [15] P. C. P. González, «ESTUDIO SOBRE LA ADMINISTRACIÓN EFECTIVA DE PROYECTOS DE SOFTWARE, UTILIZANDO LA METODOLOGÍA SCRUM, DIRIGIDO A EMPRESAS DE SISTEMAS,» UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, Guatemala, 2017.
- [16] E. N. Nicomedes Teodoro, «TIPOS DE INVESTIGACIÓN,» CORE, Lima, 2018.
- [17] O. R. Guillen Valle, M. R. Sánchez Camargo y L. H. Begazo De Bedoya, «PASOS PARA ELABORAR UNA TESIS DE TIPO CORRELACIONAL,» *CLIIC*, vol. 1, n° 1, pp. 72-73, 2020.
- [18] P. Niko, «MODERN WEBSITE DEVELOPMENT WITH STRAPI AND,» LAPIN AMK, Kemi, 2022.
- [19] M. Isaac Marcelo, «Desarrollo de la Página Web de RCIS,» UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CATALUÑA, Barcelona, 2022.
- [20] A. I. T. Pacheco, «SISTEMA WEB Y MÓVIL PARA LA SISTEMATIZACIÓN DE LA GESTIÓN ADMINISTRATIVA Y DE ASAMBLEAS DEL CONJUNTO HABITACIONAL “EL PORTAL DE LA VIÑA”,» UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO, Ambato, 2024.



Revista Micaela

ISSN: 2955-8646 (en línea) / 2709-8990 (Impresa)  
Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac  
Vice Rectorado de Investigación – Perú

Vol. 5 Num. 2 (2024) -Publicado: 22/10/24

DOI:10.57166/micaela.v5.n2.2024

Páginas: 72 - 79

Recibido 20/10/2024; Aceptado 25/11/2024

<https://doi.org/10.57166/micaela.v5.n2.2024.160>

**Autores:**

1. **ORCID ID** <https://orcid.org/0009-0000-6143-7431>  
Yemerson Alcides Salas-Puga, Egresado de la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac, Perú. 181297@unamba.edu.pe.
2. **ORCID ID** <https://orcid.org/0009-0000-8626-0118>  
Zenaida Huamani-Huamani, Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac, Perú. zhuamanih@unamba.edu.pe.
3. **ORCID ID** <https://orcid.org/0000-0003-4790-3605>  
Julio Iván Cruz-Colque, Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac, Perú. jcruz@unamba.edu.pe.
4. **ORCID ID** <https://orcid.org/0000-0002-3439-2626>  
Isai Ochoa-Pumaylle, Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac, Perú. iochoa@unamba.edu.pe.

## Composición nutricional, perfil de ácidos grasos y presencia de *Salmonella spp* de la harina de pupas de mosca doméstica (*Musca domestica*)

### Nutritional composition, fatty acid profile, and presence of *Salmonella spp.* in housefly pupae meal (*Musca domestica*)

Yemerson Alcides Salas-Puga<sup>1</sup>, Zenaida Huamani-Huamani<sup>2</sup>, Julio Iván Cruz-Colque<sup>3</sup> e Isai Ochoa-Pumaylle<sup>4</sup>

**Resumen.** Las formas larvarias de los insectos se consideran fuentes alternativas potenciales de proteína para la alimentación humana y de animales domésticos, por lo que es necesario conocer su información nutricional para incluirlas en las dietas animales. El objetivo de esta investigación fue evaluar la composición nutricional, el perfil de ácidos grasos y la presencia de *Salmonella spp.* en harina de pupas de mosca doméstica. Se recolectaron 3 muestras de harina de pupas y se enviaron al Laboratorio de Evaluación Nutricional de Alimentos de la UNALM para su evaluación nutricional, y la presencia de *Salmonella spp.* fue evaluado en el Laboratorio de Microbiología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UNAMBA. La harina de pupas de mosca doméstica contiene 58.44±0.14 % de proteína bruta, 16.33% de grasa, 11.415 de fibra cruda, 5.24% de ceniza y 1.03% de extracto libre de nitrógeno. La harina de pupas tiene en su composición un 14.63% de ácido linoleico (Omega 6), 32.57% de ácido cis-9 oleico, 0.8% de Ácido linoléico (omega 3) y otros ácidos grasos. La composición nutricional, perfil de ácidos grasos y ausencia de *Salmonella spp.* en la harina de pupas, hace que sea una adecuada alternativa para la inclusión de este insumo en las dietas de animales domésticos.

**Palabras Clave:** Pupas, ácidos grasos, mosca doméstica, proteína.

**Abstract.** The larval forms of insects are considered potential alternative sources of protein for human and domestic animal feeding, so it is necessary to know their nutritional information to include them in animal diets. The objective of this research was to evaluate the nutritional composition, fatty acid profile, and presence of *Salmonella spp.* in house fly pupae meal. Three samples of pupae meal were collected and sent to the Nutritional Evaluation Laboratory of UNALM for nutritional assessment. *Salmonella spp.* was evaluated at the UNAMBA Microbiology Laboratory Veterinary Medicine Faculty. The house fly pupae flour contains 58.44±0.14% crude protein, 16.33% fat, 11.415% crude fiber, 5.24% ash, and 1.03% nitrogen-free extract. The flour has a composition of 14.63% linoleic acid (Omega 6), 32.57% cis-9 oleic acid, 0.8% linolenic acid (Omega 3), and other fatty acids. The nutritional composition, fatty acid profile, and absence of *Salmonella spp.* in the pupae meal make it a suitable alternative for including this ingredient in domestic animal diets.

**Keywords:** Pupae, fatty acids, housefly, proteins.



## 1 Introducción

Las fuentes clásicas de proteínas y lípidos ya no podrán satisfacer la demanda cada vez más grande de estos nutrientes, siendo los insectos y sus formas larvarias nuevas fuentes alimenticias más sostenibles para enfrentar estas demandas [1]. Los insectos constituyen la mayor biomasa en el planeta y su uso como producto alimenticio para humanos y animales en diversas partes del mundo [2]. Además, la producción de insectos favorece el reciclaje de nutrientes en un sistema de producción, ya que no compite con los recursos alimentarios y adicionalmente incrementa los beneficios de la gestión de residuos al utilizar los nutrientes de desecho para el crecimiento de los insectos [3]. En este sentido, la Unión Europea ha autorizado la utilización de diversos insectos y sus formas larvarias para la alimentación animal que incluyen a la mosca soldado negra (*Hermetia illucens*) y la mosca común (*Musca doméstica*) [4].

En el contexto actual, la producción de insectos como la mosca domestica se convierte en una opción adecuada y sostenible para la producción de alimentos para animales en los próximos años [5], ya que mediante su producción se promueve la economía circular en pequeños sistemas de producción, reduciendo la cantidad de residuos eliminados al medio ambiente y control de olores de residuos orgánicos, obteniendo a cambio un alimento con un adecuado nivel de nutrientes. Además, conocer su composición permitirá formular raciones balanceadas para distintos animales domésticos.

Se está evaluando la inclusión de harina de formas larvarias de dípteros en dietas de animales domésticos sustituyendo a la harina de pescado y la torta de soya [6], [7], [8]. Se reporta que el uso de la harina de larvas de mosca soldado-negra en dietas de cuyes (*Cavia porcellus*) no afectó el contenido de proteínas, perfil de aminoácidos, proteínas y humedad de la carne de estos animales [6].

La mosca doméstica, es un insecto de distribución mundial y se encuentra asociada con los seres humanos o con las actividades humanas, siendo considerado la especie más frecuente en las granjas avícolas y porcinas, así como en establos bovinos y equinos [9]. Estudios previos han demostrado que la harina de pupas y de larvas de la mosca doméstica aportan nutrientes adecuados comparado a fuentes proteicas tradicionales. Su perfil de aminoácidos se considera ideal para la alimentación de animales monogástricos y su aporte lipídico es alto en omega 3 y 6, que favorecerá el desarrollo y crecimiento [10].

Para una adecuada formulación de raciones balanceadas, se requiere conocer la composición nutricional de los insumos a utilizar. Se ha demostrado que el sustrato orgánico utilizado para la producción y la etapa de cosecha de las formas larvarias de las moscas afecta su composición nutricional, en algunos casos reportándose, disminución del contenido de proteína y aumento del contenido de lípidos [11]. Y otros autores reportan que en la etapa de prepupa se incrementa el nivel de proteína y fibra, reduciéndose sus niveles de carbohidratos solubles [10].

Por lo descrito, el objetivo de esta investigación es evaluar la composición nutricional, perfil de ácidos grasos y presencia de *Salmonella spp.* en la harina de pupas de mosca doméstica.

## 2 Método

### 2.1 Área de estudio

El estudio se realizó en el Centro de Producción de dípteros de la granja SOLPIG, ubicada en el distrito de Abancay, Sector Imponeda, provincial de Abancay, región Apurímac, Perú. El sector Imponeda está ubicado a una altitud de 2276 msnm y tiene una temperatura máxima de 25°C y una temperatura mínima de 8°C, con precipitaciones entre los meses de septiembre y marzo que en promedio es de 685 mm anuales [12].

### 2.2 Producción de pupas de mosca doméstica

La producción de las formas larvarias de mosca requiere de temperaturas calidad mayores a 25°C y alta humedad que varía entre 60 y 75% [13]. El módulo de producción permitió controlar temperaturas entre 20°C en la noche, hasta 30°C en el día, con una humedad de 65%, siendo una infraestructura de madera de 3x2x2 metros, cubierto con malla raschel de 80% y Agrofilm transparente de calibre 8. Para el control de la humedad y la temperatura se utilizó un Termohigrometro Digital HTC-2, cuyos datos se registraron 2 veces al día.

Un total de 250 moscas fueron alimentadas con una mezcla de azúcar y leche en polvo en una proporción 1:1, recomendada por Ayquipa, 2022 [14], alimento que se brindó de forma ab-libitum para estimular la ovoposición de las moscas, que en condiciones controladas y con alimentación artificial depositan alrededor de 2000 huevos. La ovoposición de las moscas es de forma continua.

Para la ovoposición de las moscas se utilizaron diariamente 3 bandejas de poliestireno de alto impacto, que contenían 500 gramos de estiércol porcino rehidratado. Cuando se observa la eclosión de los huevos, se trasladaron las larvas y el sustrato a las cajas de crecimiento, que consistieron en caja térmica de poliestireno expandido que ofrecen alta capacidad de protección y aislamiento isotérmico de dimensiones de 51x76x58 cm, donde se añadió 500 g de sustrato orgánico cada 24 horas hasta completar el desarrollo.

Las larvas se alimentaron durante 7 días y luego iniciaron su migración a ambientes secos y oscuros para iniciar con el empupado. El proceso de migración se controló, mediante una precosecha de larvas al séptimo día, y ubicando a las larvas en un ambiente oscuro y seco para favorecer el empupado. La cosecha de las formas larvarias se realizó utilizando un tamiz de 1 mm.

La etapa de empupado duro 3 días, y la cosecha de pupas se realizó a diario, para evitar que continúe el desarrollo hacia una mosca adulta. Las pupas cosechadas, fueron congeladas a  $-20^{\circ}\text{C}$ , para matar a las pupas y conservarlas hasta el momento del secado.

Se evaluó el peso de las pupas después de la cosecha, antes y después del proceso de secado, para lo cual se utilizó una balanza analítica de marca OHAUS® con rango de pesado de 0-250 gramos y una precisión de 0.001 gramos.

La población de moscas adultas en el módulo de producción se mantiene después de la primera cosecha, ya que se permite que hasta un 1% de moscas completen su desarrollo a estadio adulto, evitando que estas moscas salgan a campo abierto y se contaminen. Este procedimiento permite una producción cerrada, donde el único insumo que ingresa es el estiércol para la alimentación.

### 2.3 Preparación de la harina de pupas

Las pupas cosechadas fueron sometidos a deshidratación, utilizando una estufa con sistema de circulación de aire forzada de marca Memmert® a una temperatura de  $65^{\circ}\text{C}$ , durante 6 horas, hasta que las pupas tengan una humedad promedio de 10%.

La molienda de las pupas deshidratadas se realizó en el laboratorio de Nutrición Animal de la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac, para lo que se utilizó un molino de martillos modelo MMV-06, con una capacidad de molienda entre 100 Kg/hora.

La harina de pupas se envasó herméticamente en bolsas de polietileno de alta densidad, con capacidad de 500 gramos y fueron rotuladas, considerando la identificación del lote de producción, para luego ser conservadas a una temperatura de  $-20^{\circ}\text{C}$  hasta su análisis nutricional y microbiológico.

### 2.4 Análisis de la composición nutricional

El análisis nutricional de la harina de pupas se realizó en el Laboratorio de Evaluación Nutricional de Alimentos de la Universidad Nacional Agraria La Molina, siendo los métodos utilizados: Humedad: AOAC (2005), 950.46; Proteína total: AOAC (2005), 984.13; Grasa: AOAC (2005), 2003.05; Fibra cruda: AOAC (2005), 962.09; Ceniza: AOAC (2005), 942.05 [15].

**Tabla 1.** Métodos utilizados para el análisis proximal de la harina de pupas.

Análisis	Método utilizado	Referencia
Humedad	Secado de la harina a $105^{\circ}$ durante 24 horas	AOAC (2005), 950.46
Proteína total	Método Micro Kjeldahl	AOAC (2005), 984.13
Grasa	Método SOXHLET	AOAC (2005), 2003.05
Fibra cruda	Determinación de fibra cruda en alimentos	AOAC (2005), 962.09
Ceniza	Determinación de cenizas en piensos para animales	AOAC (2005), 942.05

### 2.5 Análisis del perfil de ácidos grasos

Se remitieron 3 muestras de 300 gramos de harina de pupas al Laboratorio de Evaluación Nutricional de Alimentos de la Universidad Nacional Agraria La Molina para el análisis del perfil lipídico. Para determinar que ácidos grasos componen la harina de pupas, se aplicó la Cromatografía de Gases mediante el procedimiento descrito por Li, Y., & Watkins, B. A. (2001). Analysis of fatty acids in food lipids [16]. El procedimiento consiste en la preparación de la

muestra, la extracción de los lípidos, la transesterificación, el análisis por cromatografía y la identificación y cuantificación de los ácidos grasos.

## 2.6 Detección de *Salmonella spp.*

La detección de *Salmonella spp.* en la harina de pupas se realizó en el Laboratorio de Microbiología de la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac, y se utilizó el método descrito por la International Commission on Microbiological Specifications For Foods – ICMSF [17]. Se remitió 25 gramos de harina de pupas en envases herméticos para la detección de *Salmonella spp.* Las muestras se inocularon en Caldo de Tetratiónato como medio de enriquecimiento y se incubaron a 37°C durante 24 horas. Después del enriquecimiento, se inocularon colonias en Agar *Salmonella Shigella* y se incubaron estos cultivos a 37 °C durante 24 horas. El proceso de identificación se realizó después de las 24 horas, buscando características típicas de colonias de *Salmonella spp.*, y en caso de colonias sospechosas se realizó la prueba de fermentación de azúcares y pruebas de producción de gas, para confirmar la presencia de *Salmonella*.

## 2.7 Análisis estadístico

Se utilizó el software InfoStat 2020 para los análisis estadísticos. Cada muestra fue analizada 2 veces, y todos los datos obtenidos se presentaron utilizando la media  $\pm$  desviación estándar. Del mismo modo se presenta los intervalos de confianza para los resultados, utilizando un nivel de significancia de 5%.

# 3 Resultados

## 3.1 Composición nutricional

En la tabla 2, se describe la composición nutricional de la harina de pupas, presentando información sobre los intervalos de confianza (95%). La harina de pupas tiene un alto contenido de proteínas (58.44%), por lo que se puede considerar como un insumo proteico para la alimentación animal. La harina de pupas contiene un 16.33 % de grasas, un 11.41% de fibra cruda, un 5.34% de cenizas y 1.03% de carbohidratos solubles.

**Tabla 2.** Composición nutricional de la harina de pupas de mosca doméstica (media  $\pm$  d.s).

Nutriente	Composición (%)	LI(95%)	LS (95%)
Humedad	8.03 $\pm$ 0.01	8.02	8.03
Proteína total	58.44 $\pm$ 0.14	58.21	58.66
Grasa	16.33 $\pm$ 0.25	15.93	16.72
Fibra cruda	11.41 $\pm$ 0.14	11.18	11.63
Ceniza	5.24 $\pm$ 0.01	5.22	5.26
Carbohidratos solubles	1.03 $\pm$ 0.02	0.99	1.07

## 3.2 Perfil de ácidos grasos

En la tabla 3, se describe el perfil de ácidos grasos de la harina de pupas. Los ácidos grasos con mayor composición son el ácido palmítico con un 23.64%; ácido palmitoleico con un 16.37%; Ácido cis-9 oleico con un 32.57%, Ácido linoleico con un 14.63%. La harina de pupas contiene una importante concentración de ácidos grasos poliinsaturados, que lo convierte en un alimento con alto aporte energético.

**Tabla 3.** Perfil de ácidos grasos de la harina de pupas de mosca doméstica (%).

Estructura*	Ácido graso	Composición (%)	LI (95%)	LS (95%)
C12:0	Ácido laúrico	0.26 $\pm$ 0.002	0.26	0.27
C14:0	Ácido mirístico	2.66 $\pm$ 0.009	2.63	2.68
C14:1	Ácido miristoleico	0.31 $\pm$ 0.001	0.31	0.31
C15:0	Ácido pentadecanoico	0.82 $\pm$ 0.009	0.8	0.84
C16:0	Ácido palmítico	23.64 $\pm$ 0.049	23.52	23.77
C16:1	Ácido palmitoleico	16.37 $\pm$ 0.023	16.32	16.43
C17:0	Ácido heptadecanoico	0.45 $\pm$ 0.003	0.44	0.46
C18:1n-9	Ácido cis-9 oleico	32.57 $\pm$ 0.072	32.4	32.75
C18:2	Ácido linoleico (Omega 6)	14.63 $\pm$ 0.012	14.6	14.66
C20:0	Ácido araquídico (Omega6)	0.21 $\pm$ 0.003	0.2	0.21

C18:3n-6	Ácido gamma-linolénico (Omega 6)	0.21 ± 0.007	0.2	0.23
C20:1	Ácido cis 11-eicosenoico	0.15 ± 0.005	0.14	0.16
C18:3n-3	Ácido linolenico (Omega 3)	0.84 ± 0.001	0.83	0.84
C21:0	Ácido heneicosanoico	1.50 ± 0.005	1.49	1.51
C20:3n-6	Ácido cis-8,11,14- eicosatrienoico	0.89 ± 0.008	0.87	0.91
C20:5	EPA- Ácido cis - 5, 8, 11, 14, 17 - eico- sapentaenoico (Omega 3)	0.33 ± 0.04	0.32	0.34

\*Nomenclatura del ácido graso según las Normas IUPAC.

### 3.3 Presencia de *Salmonella spp.*

Después de analizar 3 muestras de harina de pupas con sus respectivas repeticiones, se determinó que la harina de pupas de mosca doméstica está libre de la presencia de *Salmonella spp.* Según el método utilizado se reportó “ausencia en muestra de 25 gramos”, lo que permite cumplir la NTS N°071-MINSA/DIGESA que indica que los alimentos no deben contener *Salmonella spp.* [18].

## 4 Discusiones Conclusiones

### 4.1 Composición nutricional

Por su contenido nutricional, la harina de pupas en un alimento proteico, que en promedio tiene un 58.44% de proteína total. Los niveles de proteína de la harina de pupas de mosca doméstica descritos en este estudio son menores a los reportados por Pieterse y Pretorius [10] que obtuvo resultados de 76.23% de proteína y por St-Hilaire et al [19] con un nivel de proteína cruda de 79.91%. Los menores niveles de proteína de la harina de pupas estarían asociadas al tipo de sustrato usado para la producción, ya que los otros autores utilizaron residuos de sangre animal para la producción de pupas, y en nuestro estudio se utilizó solamente estiércol de cerdo.

En la tabla 4, se presenta una comparación de la composición nutricional de diferentes alimentos utilizados como insumos proteicos para la alimentación animal (harina de pupas de mosca doméstica, harina de larvas de mosca doméstica [10], harina de pupas de mosca soldado negra [19] y la harina de pescado [20]).

**Tabla 4.** Comparación del análisis proximal de la harina de pupas con otros alimentos

Nutriente	Harina de pupas de mosca doméstica	Harina de pupas de Mosca soldado negra (St-Hilaire et al, 2014)	Harina de pescado (Anrique, 2014)	Harina de larvas de mosca doméstica (Pieterse and Pretorius)
Humedad	8.03	8.99	9.36	7.73
Proteína total	58.44	43.6	67.96	55.90
Grasa	16.33	33.1	9.96	13.07
Fibra cruda	11.41	-	1.01	6.77
Ceniza	5.24	15.5	18.79	10.93
Carbohidratos solubles	1.03	-	0.00	12.03

Comparado a otras fuentes proteicas de alta calidad, la harina de pupas contiene un nivel adecuado de proteína, lo que permitiría sustituir a estos insumos en la formulación y preparación de alimentos balanceados. El nivel de proteína de las pupas de *musca doméstica* es superior al contenido de proteína de la harina de larvas de mosca doméstica [14], harina de larvas de mosca soldado negra [19] y sería un sustituto adecuado de la harina de pescado que tiene hasta de 67.96% de proteína y de la torta de soya que contiene 49.73% [20].

Respecto al nivel de lípidos de la harina de pupas, los resultados son consistentes a lo reportado por Pieterse y Pretorius [10], que indican un nivel de 14.39% y St-Hilaire [19] con un 18.27%. Comparado a la harina de pescado, la harina de pupas aporta un mayor contenido de grasas a la dieta, por lo que se debería evaluar su efecto en la inclusión de dietas de rumiantes.

Respecto al nivel de cenizas, la harina de pupas aporta un 5.24%, niveles inferiores a lo reportado por Pieterse y Pretorius [10] y St-Hilaire [19] donde indican niveles de 7.73% y 11.12% de cenizas respectivamente. Estas diferencias estarían

asociadas al tipo de sustrato utilizado para la producción de pupas, siendo necesario una evaluación del perfil de minerales que aporta la harina de pupas.

#### 4.2 Perfil de ácidos grasos

La harina de pupas de mosca doméstica se caracteriza por tener un balance de ácidos grasos saturados, monoinsaturados y poliinsaturados. La mayor proporción de lípidos presentes en las pupas son ácidos grasos insaturados, destacando su alto contenido de omega 3 y destacar su contenido de omega 6. Estos ácidos grasos forman parte de las membranas celulares regulando su permeabilidad, y en modelos animales se ha demostrado que su deficiencia se asocia a diversos procesos inflamatorio y desarrollo neuronal precario [21].

En la investigación realizada por Pieterse y Pretorius [10], se reporta un contenido similar de ácido palmítico con 34.85% y ácido oleico con 22.40%, pero una concentración alta de ácido linoleico con 36.27% y ácido linolénico con 2.73%, resultados que estarían asociados al tipo de dieta de las larvas, ya que estos investigadores usaron residuos de sangre para la alimentación de las larvas y en nuestro estudio la alimentación de las larvas se basó en estiércol de cerdo al 100%. En otros estudios, con la utilización de estiércol bovino, se ha reportado una composición de ácido palmítico de 26.40%, ácido oleico de 19.1%, ácido linoleico de 17.83% y ácido linolénico de 0.87 %, muy similar a lo reportado en nuestro estudio [19].

El sustrato orgánico para la producción de las larvas y pupas de mosca doméstica modificaría la composición de ácidos grasos, pero independientemente de la dieta de las larvas, la harina de pupas es una fuente importante de omega 3 y ácidos grasos poliinsaturados, que podría mejorar la calidad del producto de los animales a los que se le brinde este alimento. Autores como Gómez [22], que han utilizado estiércol animal como sustrato para la producción de las larvas de mosca doméstica resaltan la composición de ácido linoleico con un aporte de 3.34 gramos por cada 100 gramos de alimento.

El efecto de la alimentación de las larvas sobre su composición lipídica, en lugar de ser una desventaja, se vuelve beneficioso por que permitiría ajustar la composición de las larvas y pupas según las necesidades nutricionales de los animales [23].

#### 4.3 Presencia de *Salmonella spp.*

Las muestras analizadas indican que la harina de pupas de mosca doméstica, no contienen cepas de *Salmonella spp.* ya que según la Norma Técnica Sanitaria N° 071-MINSA-DIGESA [18], los alimentos deben estar libres de este microorganismo. Se ha reportado que las larvas de mosca doméstica sintetizan cecropinas, que son péptidos con actividad antibacteriana [24]. Autores como Casanovas et al [25] indican que no se ha encontrado presencia de *Salmonella spp.* en la harina de larva de mosca doméstica, y en estudios más específicos se ha determinado que las larvas de moscas inactivan a bacterias como la *Escherichia coli* y *Salmonella entérica* [26]. Ya que las pupas ya no consumen alimento, y se aíslan para completar su desarrollo, no los exponen a contaminación bacteriana.

#### 4.4 Conclusiones

La harina de pupas de mosca doméstica contiene un alto nivel de proteína y lípidos, lo que lo convierte en un alimento adecuado para sustituir a fuentes proteicas tradicionales como la harina de pescado y torta de soya.

La harina de pupas de mosca doméstica tiene un alto contenido de ácidos grasos poliinsaturados, destacando su composición de Ácido Linolénico.

La harina de pupas de mosca doméstica está libre de *Salmonella spp.* lo que lo convierte en un alimento adecuado para incluirlo en dietas de animales domésticos.

## 5 Biografías

- Yemerson Alcides Salas Puga, egresado de la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac de la escuela profesional de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UNAMBA. Este trabajo de investigación forma parte del requisito para obtener el título de Médico Veterinario y Zootecnista.
- Zenaida Huamani Huamani, Laboratorista de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, con capacitación en análisis microbiológico de alimentos para animales. Ejecutora del proyecto de investigación

“Características y evaluación nutricional de un alimento para cuyes en crecimiento en base harina de larvas y pupas de mosca doméstica (*Musca domestica* L)”

- Julio Iván Cruz Colque, Docente del Departamento Académico de Medicina Veterinaria y Zootecnia, miembro del grupo de investigación Nutrición y Microbiología Veterinaria y ejecutor del proyecto de investigación “Características y evaluación nutricional de un alimento para cuyes en crecimiento en base harina de larvas y pupas de mosca doméstica (*Musca domestica* L)”
- Isai Ochoa Pumaylle, Docente del Departamento Académico de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Coordinador del grupo de investigación Nutrición y Microbiología Veterinaria y del proyecto de investigación “Características y evaluación nutricional de un alimento para cuyes en crecimiento en base harina de larvas y pupas de mosca doméstica (*Musca domestica* L)”

## 6 Referencias

- [1] A. Franco *et al.*, “Lipids from hermetia illucens, an innovative and sustainable source,” Sep. 01, 2021, *MDPI*. <https://doi.org/10.3390/su131810198>
- [2] G. P. Arango Gutiérrez, “Los insectos: una materia prima alimenticia promisorio contra la hambruna,” *Rev Lasallista Investig*, vol. 2, no. 1, pp. 33–37, 2005.
- [3] M. J. Sánchez-Muros, F. G. Barroso, and F. Manzano-Agugliaro, “Insect meal as renewable source of food for animal feeding: A review,” Feb. 15, 2014. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.11.068>.
- [4] C. E. Parlamento Europeo, “Comisión Europea. Reglamento (UE) 2017/893 de la comisión- de 24 de mayo de 2017,” vol. 2017, no. 3, p. L 138/ Pàg (92-116), 2017.
- [5] A. Jansson and Å. Berggren, “Insects as Food - Something for the Future?,” Uppsala, Swedish University of Agricultural Sciences (SLU). 2015.
- [6] M. Novak, “Calidad de la carne de cuyes (*Cavia porcellus*) alimentados con harina de larvas de mosca soldado (*Hermetia illucens*) como fuente proteica,” Tesis de maestría, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, 2023.
- [7] J. Corbalá, J.; Vargas, J.; López, N.; Lastra, C.; Cu-Contreras, J.; Castollo, “Uso de proteína derivada de larvas de mosca doméstica (*Musca domestica*) para el cultivo de tilapia (*Oreochromis niloticus*),” *Revista Iberoamericana de Ciencias*, vol. 6. No. 1, p. 10, 2019.
- [8] A. Parra, “Efecto de la inclusión de harina de larva de mosca soldado negra (*Hermetia illucens*) en la nutrición de codorniz japonesa (*Coturnix coturnix japonica*) en la etapa de cría en la finca Tonchalá, Corregimiento Carmen de Tonchalá-Norte de Santander, Colombia,” Universidad de Pamplona, Villa del Rosario, 2020.
- [9] J. Sanchez, H.; Capinera, “House fly, *Musca domestica* Linnaeus 1,” 2020.
- [10] E. Pieterse and Q. Pretorius, “Nutritional evaluation of dried larvae and pupae meal of the housefly (*Musca domestica*) using chemical-and broiler-based biological assays,” *Anim Prod Sci*, vol. 54, no. 3, pp. 347–355, 2014, <https://doi.org/10.1071/AN12370>.
- [11] O. Aniebo, A.; Owen, “Effects of age and method of drying on the proximate composition of housefly larvae (*Musca domestica* Linnaeus) Meal (HFLM),” *Pakistan Journal of Nutrition*, vol. 9, no. 5, pp. 485–487, 2010, <https://doi.org/10.3923/pjn.2010.485.487>.
- [12] SENAMHI, “Lineamientos generales que orientan la aplicación de la información climática.” Accessed: Jan. 20, 2022. [Online]. Available: <https://www.senamhi.gob.pe>
- [13] H. P. S. Makkar, G. Tran, V. Heuzé, and P. Ankers, “State-of-the-art on use of insects as animal feed,” Nov. 01, 2014, *Elsevier B.V.* <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2014.07.008>.
- [14] E. Ayquipa, “Producción de harina de larvas de mosca doméstica (*Musca domestica* linnaeus) según el tipo de estiércol,” Tesis para optar el título profesional, Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac, Abancay, 2022.
- [15] Association of Official Analytical Methods, “Official Methods of Analysis,” 2005.
- [16] Y. Li and B. Watkins, “Analysis of Fatty Acids in Food Lipids,” *Current Protocols in Food Analytical Chemistry*, 2001. <https://doi.org/10.1002/0471142913.fad0102s00>.
- [17] [ICMSF] International Commission on Microbiological Specifications for Foods, *Microorganisms in foods*, 1st edition. Springer. 2011.
- [18] Ministerio de Salud, “NTS N° 071-MINSA/DIGESA-V-01,” 2008, *Lima - Perú*. [Online]. Available: <https://www.senasa.gob.pe/senasa/descargasarchivos/2015/07/CRITERIOS-MICROBIOLOGICOS-RM-591-2008-MINSA.pdf>
- [19] S. St-hilaire *et al.*, “Fly Prepupae as a Feedstuff for Rainbow Trout, *Oncorhynchus mykiss*,” 2007. <https://doi.org/10.1111/j.1749-7345.2006.00073.x>.

- [20] R. Anrique, *Composición de alimentos para el ganado bovino*, Cuarta edición. Consorcio Lechero, 2014.
- [21] M. Coronado Herrera, S. Vega León, R. Gutiérrez Tolentino, B. García Fernández, and G. Díaz González, “Los ácidos grasos Omega-3 y Omega-6: Nutrición, bioquímica y Salud,” *Revista de educación bioquímica*, vol. 25, no. 3, pp. 72–79, 2005.
- [22] C. Gómez Alfaro, “Elaboración y caracterización nutricional de harina de larva de mosca doméstica (*Musca domestica*),” Tesis para optar al título profesional, Universidad de Chile, Santiago de Chile, 2022.
- [23] C. Saturnino *et al.*, “Los insectos como complemento nutricional de la dieta: fuente de lípidos potencialmente bioactivos,” *Alimentación, Nutrición y Salud*, vol. 23, no. 2, pp. 50–56, 2016.
- [24] J. Lu, X.; Shen, J.; Jin, X.; Ma, Y; Huang, Y; Mei, H.; Chu, F.; Zhu, “Bactericidal activity of *Musca domestica* cecropin (Mdc) on multidrug-resistant clinical isolate of *Escherichia coli*,” *Appl Microbiol Biotechnol*, vol. 95, pp. 939–945, 2012. <https://doi.org/10.1007/s00253-011-3793-2>.
- [25] E. Casanovas Cosío, A. Suárez del Villar Labastida, N. Valladares Enriquez, D. Quero Machado, and R. Reyes Reyes, “Producción de larvas de moscas (*Musca domestica* L.) con diferentes proporciones de cachaza y gallinaza,” *Revista Metropolitana de Ciencias Aplicadas*, vol. 4, no. 1, pp. 33–40, Jan. 2021. <https://doi.org/10.62452/rhwg2s44>.
- [26] M. C. Erickson, M. Islam, C. Sheppard, J. Liao, and M. P. Doyle, “Reduction of *Escherichia coli* O157:H7 and *Salmonella enterica* Serovar Enteritidis in Chicken Manure by Larvae of the Black Soldier Fly,” 2004. <https://doi.org/10.4315/0362-028X-67.4.685>.



Revista Micaela

ISSN: 2955-8646 (en línea) / 2709-8990 (Impresa)  
Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac  
Vice Rectorado de Investigación – Perú

Vol. 5 Num. 2 (2024) - Publicado: 22/10/24

DOI: 10.57166/micaela.v5.n2.2023

Páginas: 80 - 86

Recibido 20/09/2024 ; Aceptado 10/28/2024

<https://doi.org/10.57166/micaela.v5.n2.2024.161>

#### Autores:

1. **ORCID ID** <https://orcid.org/0000-0002-7115-3835>  
Ivon Nieves Alarcón-Palomino, está en la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac – Perú  
[ialarcon@unamba.edu.pe](mailto:ialarcon@unamba.edu.pe)
2. **ORCID ID** <https://orcid.org/0009-0004-5205-4083>  
Rocío Bautista- Damián, está en la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac – Perú , PE  
[rbautista@unamba.edu.pe](mailto:rbautista@unamba.edu.pe)

## El currículo por competencias: una visión desde el ámbito universitario

### The Competency-Based Curriculum: A University Perspective

Ivon Nieves Alarcón-Palomino<sup>1</sup> y Rocío Bautista-Damián<sup>2</sup>

**Resumen.** El siguiente trabajo es una investigación documentaria correspondiente a la revisión bibliográfica de análisis y reflexión del currículo por competencias en el ámbito universitario nacional e internacional, tiene la finalidad de conocer la realidad del contexto social sobre las competencias que debe lograr un egresado en el proceso de enseñanza- aprendizaje utilizando el documento pedagógico como el currículo, específicamente el currículo por competencias para solucionar los problemas de la sociedad. Se concluye con la importancia de entender el procedimiento del diseño curricular por enfoque por competencias para el logro de los objetivos académicos y educacionales. Existen resultados positivos de las universidades respecto a su experiencia en el diseño e implementación, sin embargo, se presentan desafíos propios del enfoque, considerando al docente como actor importante e indispensable. Dicha investigación se realizó desde la experiencia de la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac en la implementación de un modelo educativo por competencias.

**Palabras Clave:** Currículo, Competencias, modelo educativo, universidades.

**Abstract.** The following information presented is a documentary research corresponding to the bibliographic review, analysis, and reflection on the competency-based curriculum in the national and international university context. Its purpose is to understand the social context regarding the competencies that a graduate should achieve in the teaching-learning process, using the pedagogical document known as the curriculum, specifically the competency-based curriculum, to solve societal problems. It concludes with the importance of understanding the curriculum design process from a competency-based approach to achieving academic and educational objectives. There are positive results from universities regarding their experience in the design and implementation; however, challenges inherent to the approach remain, considering the teacher as an important and indispensable actor.

**Keywords:** Curriculum, Competencies, Educational Model, Universities.

## 1 Introducción

En un mundo laboral competitivo que se vive en la actualidad, los egresados de las instituciones educativas superiores requieren una formación académica exigente, donde se cubra las necesidades de los múltiples requerimientos que éstas exigen, por ello dentro de las aulas universitarias el instrumento pedagógico de formación llamado Currículo deben estar constantemente actualizadas, según las normativas de la Superintendencia Nacional de Educación Superior (SUNEDU) indica la actualización es cada tres años, este último nos hace reflexionar de lo drásticos cambios que el entorno tiene respecto a la necesidad de formar profesionales con competencias que resuelvan los diferentes problemas que la sociedad tiene. Es así que cada institución educativa superior llamada universidad dentro de su Modelo educativo planteado incorpora el perfil del egresado que permiten a los estudiantes lograr sus mayores potencialidades en cada una de sus especialidades. Según el modelo educativo planteado por cada institución educativa superior se articula a los currículos y los planes de estudios de los diferentes programas de estudios debiendo ser flexibles y dinámicos acorde a las exigencias de un mercado laboral.

En el Perú las regulaciones para el mejoramiento continuo de la calidad educativa superior se muestra en la Ley Universitaria 30220, así mismo la Superintendencia de Educación Superior universitaria [1] en el modelo de renovación



de la licencia vigente en CBC 02 Docencia y Enseñanza Aprendizaje muestra la necesidad de tener programas de estudio pertinentes a las demandas sociales, académicas, culturales y productivas a fin de asegurar los aprendizajes esperados y los objetivos académicos [1].

Por ello se plantea los siguientes objetivos: Conceptualizar las competencias desde una visión de formación profesional universitario, analizar las experiencias de universidades en el proceso de implementación de un currículo por competencias y conocer los desafíos que enfrenta la comunidad universitaria en la implantación de un currículo por competencias.

### 1.1 Situación laboral y las competencias en los estudiantes universitarios

Es importante reflexionar la situación laboral de los egresados de las universidades, sabiendo que la inserción laboral es un proceso de ingreso al campo laboral remunerado, dicho proceso se analiza según las características del mercado, las competencias de los egresados y su experiencia laboral preprofesional. [1]. Según el III informe bienal sobre la realidad universitaria publicada por la SUNEDU, un estudiante al culminar sus estudios superiores logra ingresar al campo laboral según las competencias que logró durante la formación profesional, si bien la inserción laboral muchas veces depende del escenario de la oferta y demanda según cada sector económico, entender que el proceso de adquirir competencias específicas durante su preparación nos llama poderosamente la atención de los planes de estudio de los diferentes programas de estudio en las universidades que busquen el mejoramiento continuo de las competencias de sus estudiantes.

Así mismo el tener experiencias laborales en el proceso de formación profesional incrementa las posibilidades de lograr un puesto de trabajo, toda vez bajo ciertas condiciones, cuando se introduce en el plan de estudios actividades de prácticas existe un 34% que el estudiante logre un empleo relacionado a la carrera que estudia [2]. Así también el realizar prácticas ayuda a mejorar las condiciones laborales de informalidad y subempleo [2]. Con ello podemos indicar que es imprescindible incorporar actividades de prácticas en los planes de estudio donde el estudiantado logre habilidades que no se logra en las aulas universitarias. A continuación, se muestra según el III Informe bienal los datos el tiempo que pasa para que el egresado universitario logre un empleo asalariado formal.

### 1.2 Competencias según el I informe DELORS

El informe Delors destaca la importancia del aprendizaje a lo largo de la vida, del concepto de competencia, de las nuevas tecnologías y del idioma como instrumento de transmisión de cultura y vienen a contribuir de una manera decisiva a la educación del siglo XXI. A lo largo del informe, la educación y por ende la evaluación se ven impregnadas por el concepto de evaluación de competencias. Durante el siglo XX, como las necesidades económicas eran inmediatas, ha predominado la educación sobre las especialidades técnicas. Con el informe Delors, vemos que es preciso que prime la educación por las competencias en un mundo lleno de cambios, como dice el título de uno de los documentos básicos del informe, "La educación encierra un tesoro", este tesoro ya no se refiere a élites sociales, sino a la población general. Es un tesoro que está enterrado en las personas y que debe ser estimulado, potenciado, para que pueda ser visto desde el exterior. Es un tesoro formado por competencias personales de todo tipo.

El informe Delors abre la puerta a una nueva realidad. El nuevo concepto educacional, apoyado por la Escuela, se encaminaría a estimular el potencial del individuo y a desarrollar sus vivencias: El individuo aprenderá a aprender, es decir, el profesor, guiado por el desarrollo afectivo y por la observación del mundo interior del niño, tratará de estructurar el aprendizaje global para posibilitar el acceso ordenado del individuo a la educación formal. El informe Delors se sitúa plenamente en esta opción y da un gran impulso al trabajo en el aula, canalizado esencialmente a través de la evaluación por competencias. La evaluación entendida como proceso dentro de otro mayor, el aprendizaje, y como un medio (oportuno como todos) y como hipótesis de trabajo, ayuda a clarificar adquisiciones pasadas, a fijar futuras, a seleccionar vías, a determinar tareas. La evaluación por competencias plantea la necesidad de utilizar pruebas que midan realmente el logro de las competencias del alumno. Aprender a aprender nos lleva a una educación permanente que permite adaptarnos a un mundo de cambios constantes, la educación tiene que permitirnos afrontar las dificultades que surgen en la vida diaria en todos los ámbitos [3].

Nuestra sociedad carece de armonía, dialogo pacífico, entendimiento mutuo y sobre todo comprender mejor al mundo y precisamente las bases de la educación contiene a los 4 pilares que presenta *Jacques Delors en su informe a la UNESCO en el año de 1996*, y es el de **aprender a vivir juntos** conociendo mejor a los demás sus tradiciones, espiritualidad e historia, todos estos construyen y fortalecen a crear la realización de proyectos comunes y una solución pacífica e inteligente ante los conflictos inevitables en el mundo. Este pilar es el que precisamente debemos potenciar en el contexto

familiar y escolar, el aprender a convivir con nuestros semejantes en las distintas dinámicas sociales desarrollan de mejor manera la empatía. [4]

**Aprender a conocer**, especialmente debido a los avances de la ciencia y la tecnología generan cambios rápidos en las nuevas formas de las actividades sociales y económicas y nos reta a plantear un número menor de materias pero que permitan compaginar toda la cultura general que sirve de pasaporte para una educación permanente y que éstas sienten las bases para aprender durante toda la vida.

Asimismo, el **aprender a hacer** plantea que no basta con aprender un oficio o quehacer, sino que es necesario adquirir una competencia que le permita al individuo afrontar las situaciones imprevisibles del día a día y que además fortalezca el trabajo en equipo, la participación de los estudiantes en actividades sociales y profesionales de forma paralela a sus estudios enriquecen la posibilidad de alternar el trabajo y la escuela.

Por último, está el pilar de **aprender a ser** para el fortalecimiento de la responsabilidad personal, la capacidad de juicio y sobre todo la autonomía en la realización del individuo, identificar los talentos que como tesoros están escondidos en el fondo de cada persona que lleva a un mejor conocimiento y comprensión de uno mismo. [5]

### 1.3 Competencias según el PROYECTO TUNING

La propuesta del proyecto Tuning siendo esta una iniciativa en el ámbito europeo, en sus reuniones con 135 universidades en el 2001 [6] nace la preocupación de poder crear espacios reflexivos de análisis y consensos sobre procedimientos en la educación superior universitario con el propósito de unificar criterios respecto a procesos de titulación, y que logren ser reconocidos en el ámbito europeo, con el propósito de lograr movilidad estudiantil, así también como a docentes y lograr mayores oportunidades. Hoy Tuning o proyecto Tuning es considerado una metodología reconocida para verificar aspectos relacionados con procesos en el ámbito universitario, verificando sus planes de estudio creditajes, tanto para estudios de pregrado y posgrado [6].

En dichos acuerdos y fases de evolución proponen desarrollar cuatro líneas de acción [7], siendo estas: a) competencias genéricas, b) competencias específicas, c) el sistema ECTS y d) aprendizaje-enseñanza con control de calidad [7]. Las competencias genéricas hacen referencia a las características generales de los individuos que se muestran en diferentes contextos; clasificándose en: instrumentales, interpersonales y sistémicas [7]. Las competencias específicas corresponden al área del conocimiento específico de formación orientados a los atributos cognitivos que guardan relación con el área de formación. Por ello en Latinoamérica existe replicas positivas respecto a los contenidos del proyecto Tuning para considerar las competencias como resultado importante en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

### 1.4 El currículo por competencias en las universidades

Según la Real Academia Española [8] el currículo es considerado el conjunto de estudios y prácticas destinadas a que el alumno desarrolle plenamente todas sus posibilidades; se considera también el plan de estudios como el conjunto de elementos, componentes, observados en forma de cursos, contenidos, procedimientos de aprendizaje y evaluaciones que conllevan al desarrollo de la formación profesional en dirección del perfil del egresado de una propuesta educativa [9]. Conocer y entender los componentes del currículo universitario en el ámbito peruano es tener en cuenta los aspectos sociales, económicos y culturales donde se desarrolla el proceso de formación profesional siendo parte de su realidad situacional [9].

Sin embargo, que dicen los expertos en educación superior acerca de un currículo por competencias, veamos las experiencias de otros contextos universitarios; Martínez [10] en su experiencia de un diseño curricular por competencias de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Nuevo León, indica que el modelo adoptado parte del perfil de egreso, incluyendo las competencias generales y específicas elaborando competencias según el área de desempeño. Concluye su investigación mencionando los retos que trae un currículo por competencias en su proceso de implantación, darles una mirada a las experiencias extranjeras ayuda, sin embargo, la adaptación al contexto y a las condiciones netamente propias de cada realidad será el trabajo. Recomienda elegir un equipo especializado en el área de formación para la guía en el proceso de implementación, definir claramente las competencias que desea cumplir el programa de estudios, la necesidad de capacitar a los docentes e involucrarlos en el proceso de diseño curricular e interiorizar sus conceptos.

Es así que según Manzur [11] en la aplicación de un modelo educativo basado en competencias en las universidades Politécnicas de México, expresa la necesidad de generar espacios de aprendizaje donde se logre las competencias que el tan exigente campo laboral así lo requiere, agrega lo valioso de la incorporación de espacios virtuales para el desarrollo de competencias técnicas y genéricas y el mayor involucramiento de los actores (comunidad universitaria) para la

construcción de conocimiento. Termina su narrativa resaltando el papel que juega el docente siendo el responsable de impulsar al estudiante en el proceso de adquirir las capacidades, generando espacios colaborativos que logren el objetivo académico; el plan de estudios de las Universidades Politécnicas basadas en competencia tiene por objetivo lograr las competencias necesarias de los estudiantes para la rápida inserción laboral coherente con la necesidades del entorno o sector donde se dirige para mejorar las condiciones sociales logrando un impacto que pueda ser observable.

Siendo un tema de mucha importancia autores como Montes de Oca Serpa [12] en su artículo Diseño curricular basado en competencias: un desafío en la educación superior, arguye elementos para iniciar un proceso de construcción de un diseño curricular teniendo en cuenta a) entorno sociocultural local y global, b) características y tendencias del mercado laboral, c) fines y propósitos educativos, y d) necesidades y aspiraciones de los aprendices. Elementos básicos para la construcción de dicha herramienta pedagógica y que, seguido de tener presente y analizados exhaustivamente se comience a realizar fases, siendo estas diez, el autor cita indudablemente a Sergio Tobon, Ph D. experto en formación basado en competencias desde una mirada del pensamiento complejo. Las diez fases mencionadas se agrupan en macro procesos, A continuación se menciona cada una de ellas. a) Macro proceso: direccionamiento, relacionado con el establecimiento de liderazgo, es decir quienes lideraran el proceso, planeación del proceso, construir el modelo pedagógico a nivel institucional, gestionar la calidad del currículo constantemente para la mejora continua y elaborar el proyecto formativo del programa de estudios. b) Macro proceso: organización curricular, que incluye el enunciado inicial del perfil de egreso, seguido de la red curricular, conocido como la malla curricular, culmina con la formulación de políticas de trabajo en equipos, evaluación y acreditación de las competencias. c) Macro proceso: planeamiento de aprendizaje, incluye la elaboración de módulos y proyectos formativos insertados en la malla curricular, se termina con la planificación de actividades concretas de aprendizaje y evaluación. El proceso de diseñar un currículo por competencias es una propuesta ya en marcha en el ámbito internacional su objetivo es la búsqueda de la formación integral de estudiante dándole un rol protagónico esencial en su proceso de aprendizaje.

Las experiencias nacionales muestran, por ejemplo, la Pontificia Universidad Católica del Perú en su I encuentro Internacional Universitario. El currículo por competencias en la Educación Superior [13], después de realizar grandes jornadas de debate y análisis respecto a la implementación de un currículo por competencias sintetizan y concluyen las dificultades de las diferentes carreras profesionales en poder aplicar el sistema de evaluación en un enfoque por competencias armonizando o hacerlo compatible con un sistema de evaluación vigesimal, evidenciando que aun en la universidad no existe mecanismos formales para evaluar las competencias. Así también la intervención del docente como personajes indispensables en poder materializar el enfoque por competencias en el aula, se analizó que, existe grandes dificultades de los docentes en conocer, entender e interiorizar el enfoque ya que muchos de ellos no incluyen una enseñanza por competencias o no pueden hacerla porque no conocen del tema, o también existe la inquietud sobre si todas las asignaturas deben trabajarse bajo ese enfoque.

En la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC) [14] en su modelo educativo contempla una filosofía de formación profesional de acuerdo a las exigencias del país y del mundo, tiene como principios pedagógicos el aprendizaje por competencias, sabiendo que su modelo educativo está basado en competencias, que se articulan a las necesidades del mercado laboral y necesidades sociales. Otro principio pedagógico corresponde al énfasis del aprendizaje, centrado en el estudiante, donde este último participa activamente en su propio aprendizaje y el docente es facilitador. Características propias de un enfoque por competencias, la UPC considera que el perfil del graduado está integrado por las competencias generales y específicas que se desarrolla en todo el proceso de su plan de estudios. Agrega a su información desde el 2014 la UPC tiene un plan a nivel institucional de Assessment; procedimiento innovador a este enfoque donde define procedimientos para garantizar el logro de las competencias generales y específicos. Este nuevo procedimiento son de dos tipos Assessment por jurado y uno a uno. Nuevas acciones en un enfoque por competencias para lograr al máximo el logro de los objetivos académicos en dicha universidad.

Las universidades de igual forma preocupadas por los resultados que implica el desarrollo de un currículo por competencias han realizado investigaciones respecto a ello, por ejemplo, en la Universidad Nacional de Tumbes en su investigación denominada Aplicación del diseño curricular por competencias para mejorar el rendimiento académico de estudiantes universitarios [15], analizó la diferencia que existe entre un currículo por competencias y un currículo por objetivos, importante investigación realizada a un grupo de estudiantes de la Facultad de Ingeniería Pesquera donde los resultados fueron significativos al ver que un Diseño curricular por competencias facilita en gran medida la didáctica el proceso de enseñanza- aprendizaje y consecuentemente el rendimiento académico con un puntaje cognitivo importante en los estudiantes determinando la diferencia entre un plan de estudios con enfoque de competencia y un plan de estudios por objetivos.

En nuestro país en la Universidad Nacional Hermilio Valdizán de Huánuco fue llevada a cabo la investigación denominada, El currículo universitario desde el enfoque socioformativo: el caso de una universidad peruana, la misma que tiene

el objetivo de analizar el proceso de diseño e implementación del currículo por competencias desde el enfoque socioformativo en tres programas de estudios universitarios; Ingeniería Agronómica é Ingeniería Agroindustrial de la Facultad de Ciencias Agrarias, Ciencias Histórico Sociales y Geográficas de la Facultad de Ciencias de la Educación. La socioformación busca formar a los estudiantes competentes en la solución de problemas en un contexto de su proyecto ético de vida, el desarrollo social sostenible, trabajo colaborativo y el emprendimiento con pensamiento complejo [16], en el presente artículo se analizó de forma documental los informes de los equipos especializados en la elaboración de planes curriculares y el currículo. Los resultados evidencian que la implementación del modelo educativo fue un proceso complejo que implicó pasar de un currículo lineal por asignaturas a un currículo por proyectos formativos, demostrando que es posible el cambio de una cultura docente tradicional hacia la innovación, que implica un colisión interdisciplinario, multidisciplinario y transdisciplinario de una realidad de estudio. Para implementar este currículo universitario insta de estrategias de persuasión a los estudiantes, capacitación a los docentes, ajustes en la gestión administrativa, monitoreo y seguimiento continuo y la evaluación del impacto formativo de acuerdo con el perfil de egreso. [16]

## 2 Método

El método aplicado es una investigación de análisis documental correspondiente a la revisión bibliográfica [17], tanto nacional como internacional de documentos oficiales de instituciones y revistas internacionales publicadas sobre los temas de del currículo por competencias, siendo 4 universidades nacionales (Pontificia Universidad Católica del Perú, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Universidad Nacional de Tumbes, Universidad Nacional Hermilio Valdizán de Huánuco ) 2 internacionales (Universidad Autónoma de Nuevo León México, Universidad Politécnica de México ). Se tiene como primera etapa de la investigación la identificación de las fuentes de información siendo la base de datos inicial la SUNEDU su página oficial e informes probados emitidos por dicha entidad, se utilizó el buscador Google Schoclar para verificar artículos de revistas reconocidas en la plataforma de Scielo, así también se verificó el portal web oficiales de las universidades. Al seleccionar una variedad de fuentes bibliográficas importantes y confiables que cubren el tema central, se analizó rigurosamente los títulos, resúmenes donde se muestra las palabras claves tales como: currículo, competencias y universidad para seleccionar los artículos e informes de investigación; en síntesis la revisión bibliográfica se realizó mediante una confrontación analítica y descriptiva de los contenidos permitiendo establecer de forma critica las competencias, el currículo para luego mostrar los resultados respectivos.

## 3 Resultados

En la presente investigación de revisión bibliográfica se encontró que las competencias abordadas desde diferentes perspectivas, según Jacques Delors en su informe [4] sostiene 4 pilares que son: aprender a vivir, aprender a conocer, aprender a hacer y aprender a ser. El proyecto Tunning propone desarrollar cuatro líneas de acción [7], siendo estas: a) competencias genéricas, b) competencias específicas, c) el sistema ECTS y d) aprendizaje-enseñanza con control de calidad [7].

De las experiencias a nivel nacional e internacional de la implementación de un currículo por competencias tenemos a Martínez [10] en su experiencia de un diseño curricular por competencias de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Nuevo León, indica que el modelo adoptado parte del perfil de egreso, incluyendo las competencias generales y específicas elaborando competencias según el área de desempeño. Concluye su investigación mencionando los retos que trae un currículo por competencias en su proceso de implantación. Según Manzur [11] en la aplicación de un modelo educativo basado en competencias en las universidades Politécnicas de México resalta el papel que juega el docente siendo el responsable de impulsar al estudiante en el proceso de adquirir las capacidades, generando espacios colaborativos que logren el objetivo académico; el plan de estudios de las Universidades Politécnicas basadas en competencia tiene por objetivo lograr las competencias necesarias de los estudiantes para la rápida inserción laboral coherente con la necesidades del entorno o sector. La Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC) [14] en un enfoque por competencias agrega a su información desde el 2014 un plan a nivel institucional de Assessmet; procedimiento innovador a este enfoque donde define procedimientos para garantizar el logro de las competencias generales y específicos.

Montes de Oca Serpa [12] citando a Sergio Tobón explica diez fases agrupadas en macroprocesos para el diseño curricular. La Pontificia Universidad Católica del Perú, ha manifestado que aun en la universidad no existe mecanismos formales para evaluar las competencias. sintetizan y concluyen las dificultades de las diferentes carreras profesionales en poder aplicar el sistema de evaluación en un enfoque por competencias armonizando o hacerlo compatible con un sistema de evaluación vigesimal, evidenciando que aun en la universidad no existe mecanismos formales para evaluar las competencias.

## 4 Discusiones Conclusiones

Las universidades cumplen un papel fundamental en las sociedades, las instituciones que regulan este proceso en el caso de Perú es la Superintendencia Nacional de educación superior universitaria, estableciendo normativas para el mejoramiento de calidad educativa, en el III informe bienal de la SUNEDU ilustra mediante resultados investigativos sobre la situación de los egresados, para ello hace énfasis a las competencias que todo egresado debe tener para lograr ocupar un puesto de trabajo según el estudio específico que realizó y resalta entre otros aspectos la implementación de un curso de prácticas desarrollado en el plan de estudios para mejorar su experiencia con el mundo laboral, es un dato interesante que fortalece la decisión de seguir manteniendo en los planes de estudio de las escuelas profesionales una asignatura de prácticas. Llama nuestra atención el crecimiento de la tasa de desempleo de los egresados universitarios en la región de la sierra es de 18.4% siendo el más alto a comparación de Lima, costa y selva; el análisis del informe corresponde a como las competencias de los egresados están siendo compatibles con las necesidades del mercado laboral, de que forma el currículo de las escuelas profesionales orientan a la formación por competencias.

No podemos dejar de lado el concepto de competencias según Tobón [18] la definen como la capacidad de actuar de manera integral, usando recursos, tanto conocimientos, habilidades y actitudes para solucionar los problemas del entorno laboral entre otros. Tanto en informe Delors como el proyecto Tunning buscan organizar los conceptos de competencias orientándolas a los tres saberes y haciendo énfasis en las competencias generales y específicas que todo egresado de una especialidad debe tener.

Las experiencias en contextos internacionales sobre la aplicación de un currículo por competencias nos brinda orientación y tomar recomendaciones es así que Martines [10] en su proceso de implementación, es necesario un equipo especializado para la guía del proceso de implementación, se necesita involucrar activamente al docente porque es el precisamente quien pone en práctica en las aulas universitarias, coincidentemente Manzur [11] agrega la participación de implementación del docente como actor principal de la ejecución del currículo. Sin embargo, el proceso de implementar un currículo por competencias tiene sus desafíos como la PUCP, donde considera que los docentes aun no comprenden el concepto de competencias dentro del aula, por ello su dificultad en aplicar en todas las asignaturas un enfoque por competencias; esta es una realidad en muchas universidades, donde el docente aun no interioriza el enfoque y sigue con una enseñanza tradicional. Medir las competencias por medios de instrumentos de evaluación es un reto, es por ello que la UPC desde el 2014 tiene un plan a nivel institucional de Assessmet; procedimiento innovador a este enfoque donde define procedimientos para garantizar el logro de las competencias generales y específicos. Es importante ver estas acciones que pueden ser aplicadas en nuestras realidades locales. Se concluye que un enfoque por competencias a nivel del Perú es una política que todas universidades deben abordar, si bien se encuentra muchas dificultades en su proceso de implantación, sin embargo los resultados son positivos como lo indica la Universidad Nacional de Tumbes en su investigación denominada Aplicación del diseño curricular por competencias para mejorar el rendimiento académico de estudiantes universitarios [15], donde se encontró un mayor el rendimiento académico de estudiantes que aplican un currículo por competencias a comparación de la aplicación de un currículo por objetivos.

En la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac se aprobó el modelo educativo [19] que está orientado al enfoque socioformativo de las competencias y el proyecto ético de vida, a partir del modelo educativo se inicia el diseño e implementación del currículo por enfoque por competencias en las escuelas profesionales, por ello la presente investigación pretende contribuir desde las experiencias de distintas universidades al mejoramiento del currículo, asimismo identificar las dificultades del proceso para la implementación exitosa. En esa misma línea la Universidad Hermilio Valdizan de Huánuco viene trabajando el currículo universitario desde el enfoque socioformativo [16], donde los resultados evidencian que la implementación del modelo educativo fue un proceso complejo que implicó pasar de un currículo lineal por asignaturas a un currículo por proyectos formativos, demostrando que es posible el cambio de una cultura docente tradicional hacia la innovación, que implica un colisión interdisciplinario, multidisciplinario y transdisciplinario de una realidad de estudio.

## 5 Biografía

- Ivon Nieves Alarcón Palomino, magister en Gestión Pública, docente de la Escuela Profesional de Administración, Facultad de Administración de la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac.
- Rocío Bautista Damián, Licenciada en Administración de Empresas, docente de la Escuela Profesional de Administración, Facultad de Administración de la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac.

## 6 Referencias

- [1] SUNEDU, III Informe bienal sobre la realidad universitaria, Lima, 2021.
- [2] L. De la Flor, Avances de la investigación: empleo, productividad e innovación, Lima: Grade grupo de analisis para el desarrollo, 2018.
- [3] L. L. Caipo Chu y L. B. Chu Campos, «Perspectivas históricas de las competencias socioemocionales en la Educación Superior: Un análisis crítico e interdisciplinario,» CLÍO: Revista de Historia, Ciencias Humanas y pensamiento crítico. Año 4, Núm 8, España, 2024.
- [4] A. F. Meza Cortés y L. Torrego Egado, «Influencia del Informe Delors en la práctica docente de contextos educativos de España y México,» REIDOCREA VOLUMEN 11. NÚMERO 46. PÁGINAS 540-552, España y México, 2022.
- [5] D. A. Vélez Vélez, R. C. Santana Mero, M. M. Aráuz Zambrano, L. E. Ponce Ponce y N. S. Quijije Troya, «El Currículo por Competencias para Fortalecer los Saberes de la Educación en Ecuador,» Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar VOLUMEN 8, NUMERO 2, México, 2024.
- [6] J. Gonzales, R. Wagenaar y P. Beneitone, «Tunnig-America Latina: un proyecto de las universidades,» *Revista Ibero-Americana de Educacion* , n° 35, 2004.
- [7] L. Victorino Ramirez y G. Medina Marquez, «Educación basada en competencias y el proyecto Tuning en Europa y Latinoamerica,» Estado de Mexico.
- [8] Real Academia Española, «Real Academia Española: Diccionario de la lengua española,» 2023. [En línea]. Available: <https://dle.rae.es/curr%C3%ADculo?m=form>. [Último acceso: 08 Agosto 2024].
- [9] E. S. Villalaz Castro, «El Currículo universitario peruano: aspectos complejos,» *Maestro y Sociedad*, n° Número especial 1 , pp. 121-136, 2020.
- [10] G. F. Martines Alonso, E. Báes Villarreal, A. Garza Garza, A. Triviño Cubero y F. Estrada Salazar, «Implementación de un modelo de diseño curricular basado en competencias, en carreras de ingeniería,» *Scielo*, vol. 12, n° 60, pp. 87-103, 2012.
- [11] S. Manzur Quiroga, A. Balcazar Gonzales y M. Ponce Cruz, «El Modelo Educativo basado en Competencias: Factor clave en la Educación Superior de las Universidades Politécnicas de México,» *Dilemas contemporaneos: Educación , política y valores Scielo*, vol. 9, n° 1, 2021.
- [12] H. Montes de Oca Serpa, «159Diseño curricular basado en competencias: un desafío en la educación superior,» *Cátedra Villarreal , Psicología*, vol. 1, n° 2, pp. 159-182, 2016.
- [13] G. Carrillo Mendoza, «I Encuentro Interncional Universitario. El currículo por competencias en la Educación Superior,» Lima - Perú, 2015.
- [14] Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, «Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas,» [En línea]. Available: <https://www.upc.edu.pe/nosotros/quienes-somos/modelo-educativo/>. [Último acceso: 29 Agosto 2024].
- [15] T. E. Seminario, «Aplicación del diseño curricular por competencias para mejorar el rendimiento académico de estudiantes universitarios,» *Manglar: Revista de investigación científica*, vol. 15, n° 1, pp. 27-32, 2018.
- [16] M. Y. Rojas Orihuela y N. Núñez Rojas, «Revista Electrónica de Investigación Educativa,» s/f s/f 2024. [En línea]. Available: <https://redie.uabc.mx/public/onlinefirst/5014.pdf>. [Último acceso: 13/08/2024 Agosto 2024].
- [17] J. A. Peralta Pisfil y M. M. Saenz Egas, «EL analfabetismo en el Perú y el intento por erradicarlo,» *Micaela*, vol. 2, n° 1, pp. 1-7, 2021.
- [18] S. Tobón, «La formación basada en competencias en la educación superio,» Guadalajara, 2008.
- [19] UNIVERSIDAD NACIONAL MICAELA BASTIDAS DE APURIMAC, «UNAMBA,» 2021. [En línea]. Available: [https://www.unamba.edu.pe/images/2021/RES\\_162-2021-CU-UNAMBA.pdf](https://www.unamba.edu.pe/images/2021/RES_162-2021-CU-UNAMBA.pdf). [Último acceso: 21 Octubre 2024].