



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA  
JUAN MISAEL SARACHO

**SICEU**  
SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA  
Y EXTENSIÓN UNIVERSITARIA



**DICYT**  
Departamento de Investigación,  
Ciencias y Tecnología - UAJMS

**{in}** ingeniería  
**informática**  
U.A.J.M.S.

Revista

# bit@bit

Facultad de Ciencias y Tecnología

ISSN: 2519-741X (Impreso)

ISSN: 2789-5688 (En línea)

**REVISTA CIENTÍFICA**

Secretaría de Investigación Científica  
y Extensión Universitaria

Departamento de Investigación, Ciencia y Tecnología

**Agosto 2025**

Número

**10**

Vol. 07

**BB**

**REVISTA CIENTÍFICA bit @ bit**

**VOL. 07 N° 10**

ISSN: 2519-741X (Impreso)

ISSN: 2789-5688 (En Línea)

## **CONSEJO EDITORIAL**

**M. Sc. Lic. Efraín Torrejón Tejerina**

Docente de la Carrera de Ingeniería Informática UAJMS

**M. Sc. Ing. Silvana Paz Ramírez**

Docente de la Carrera de Ingeniería Informática UAJMS

**M. Sc. Lic. Octavio Aguilar Mallea**

Docente de la Carrera de Ingeniería Informática UAJMS

**M.Sc. Lic. Deysi Arancibia Márquez**

**EDITOR**

Directora a.i. Carrera de Ingeniería Informática  
Facultad de Ciencias y Tecnología

## PRESENTACIÓN



**M.Sc. Lic. Deysi Beatriz Arancibia Marquez**

Directora a.i. Carrera de Ingeniería Informática  
Facultad de Ciencias y Tecnología

En un mundo donde la Ciencia y la Tecnología avanzan a pasos agigantados, la investigación es el motor que impulsa la transformación de nuestra sociedad. Con esa convicción, presentamos una nueva edición de la revista bit@bit, concebida como un espacio abierto para quienes desean compartir ideas, investigaciones y reflexiones en el ámbito de la Informática. Creemos firmemente que el conocimiento, cuando se comparte, no solo se expande, sino que se enriquece y se multiplica, generando nuevas oportunidades para aprender, innovar y construir juntos un futuro mejor.

A nuestros autores, les expresamos nuestro más sincero y profundo agradecimiento por hacer posible esta edición con sus valiosos aportes. De igual manera, extendemos una cordial invitación a toda la comunidad académica y profesional a seguir sumando esfuerzos, aportando su voz y su talento, para que esta revista continúe siendo un faro de conocimiento.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO

bit @ bit

Revista de Divulgación Científica-UAJMS

#### AUTORIDADES UNIVERSITARIAS

M. Sc. Lic. Eduardo Cortez Baldiviezo

RECTOR

M. Sc. Lic. Jaime Condori Ávila

VICERRECTOR

Dr. Javier Blades Pacheco Ph.D.

SECRETARIO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y EXTENSIÓN UNIVERSITARIA

M. Sc. Ing. Fernando Ernesto Mur Lagraba

DIRECTOR DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIÓN, CIENCIA Y TECNOLOGÍA

#### AUTORIDADES FACULTATIVAS

M. Sc. Ing. Marcelo Segovia Cortez

DECANO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

M. Sc. Ing. Fernando Cortez Michel

VICEDECANO a.i. DE LA FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

M. Sc. Lic. Deysi Arancibia Marquez

EDITORA

Samuel Sánchez Q.

Diseño y Diagramación

dicyt.uajms.edu.bo

Sitio web

dicyt.uajms.edu@gmail.com

Correo Electrónico

Publicación: "Departamento de Investigación, Ciencia y Tecnología"

# CONTENIDO

## | PRESENTACIÓN

M.Sc. Lic. **Deysi Beatriz Arancibia Marquez** - Directora a.i. Carrera de Ingeniería Informática  
Facultad de Ciencias y Tecnología

- 01| LAS COMUNIDADES VIRTUALES DE PRÁCTICA (VCOP): UN MODELO INNOVADOR PARA LA SOSTENIBILIDAD Y EL CUMPLIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE (ODS)**  
Torrejón Tejerina Simeón Efraín. . . . . 1
- 02| INTELIGENCIA ARTIFICIAL Y PROGRAMACIÓN AUTOMATIZADA: DEMOCRATIZANDO EL ACCESO A ARDUINO SIN NECESIDAD DE CONOCIMIENTOS PREVIOS**  
Espinoza Jose Renzo . . . . . 14
- 03| LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS EN EL CONTEXTO DE LA ASIGNATURA INVESTIGACIÓN OPERATIVA I, COMO FACTOR DE REPITENCIA EN ESTUDIANTES DE LA FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**  
Chambi Gareca Silvia . . . . . 23
- 04| GESTIÓN DE INCIDENTES CIBERNÉTICOS BASADA EN ISO/IEC 27035: UN ENFOQUE SISTEMATIZADO PARA LA SEGURIDAD DE LA INFORMACIÓN**  
Arancibia Márquez Ronald Willams . . . . . 34
- 05| REDES NEURONALES: ARQUITECTURA, APLICACIONES Y MODELOS AVANZADOS**  
Ramos Molina Yoana Veronica . . . . . 50

# LAS COMUNIDADES VIRTUALES DE PRÁCTICA (VCOP): UN MODELO INNOVADOR PARA LA SOSTENIBILIDAD Y EL CUMPLIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE (ODS)

VIRTUAL COMMUNITIES OF PRACTICE (VCOP): AN INNOVATIVE  
MODEL FOR SUSTAINABILITY AND THE ACHIEVEMENT OF THE  
SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS (SDG)

---

Fecha de recepción: 30/06/2025 | Fecha de aceptación: 30/07/2025

**Autor**

**Torrejón Tejerina Simeón Efraín<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Lic. En Informática  
Master en Informática

*Correspondencia del autor:* [efraintorrejón@gmail.com](mailto:efraintorrejón@gmail.com)<sup>1</sup>

Tarija - Bolivia

## RESUMEN

Las Comunidades Virtuales de Práctica (VCoP) como modelo innovador para contribuir al cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), se enfoca en cuatro áreas clave: educación de calidad, innovación tecnológica, inclusión social y acción climática. El objetivo principal es explorar, desde una perspectiva crítica y analítica, cómo las VCoP articulan actores diversos, democratizan el conocimiento y generan soluciones adaptativas contextualizadas. La metodología utilizada se basa en una revisión documental y analítica de literatura académica y estudios de caso relevantes. La justificación del estudio radica en la necesidad de modelos colaborativos sostenibles que integren tecnología, inteligencia artificial y gestión del conocimiento. Entre los principales aportes, se propone una plataforma tecnológica unificada y se presentan indicadores e instrumentos de evaluación que permiten medir el impacto real de las VCoP en los procesos de sostenibilidad social y ambiental.

## ABSTRACT

Virtual Communities of Practice (VCoP) are proposed as an innovative model to support the achievement of the Sustainable Development Goals (SDGs), focusing on four key areas: quality education, technological innovation, social inclusion, and climate action. The main objective is to explore, from a critical and analytical perspective, how VCoPs articulate diverse stakeholders, democratize knowledge, and generate adaptive, context-based solutions. The methodology is based on a documentary and analytical review of academic literature and relevant case studies. The justification for the study lies in the need for sustainable collaborative models that integrate technology, artificial intelligence, and knowledge management. Among the main contributions, a unified technological platform is proposed, along with specific indicators and evaluation tools that allow the real impact of VCoPs on social and environmental sustainability processes to be measured.

**Palabras Clave:** Comunidades Virtuales de Práctica, Objetivos de Desarrollo Sostenible, sostenibilidad, inclusión, inteligencia artificial, gestión del conocimiento, VCoP, ODS

**Keywords:** Virtual Communities of Practice, Sustainable Development Goals, sustainability, inclusion, artificial intelligence, knowledge management, VCoP, ODS

## INTRODUCCIÓN

La aceleración de los desafíos globales, como el cambio climático, la pérdida de biodiversidad, las desigualdades estructurales y las crisis en los sistemas educativos, ha puesto en evidencia la necesidad urgente de enfoques colaborativos, adaptativos y tecnológicamente habilitados para alcanzar los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) establecidos por la Agenda 2030 de las Naciones Unidas (ONU, 2015). En este contexto, las Comunidades Virtuales de Práctica (VCoP) emergen como entornos colaborativos altamente prometedores para la generación, transferencia y aplicación del conocimiento colectivo orientado a la sostenibilidad.

Basadas en el modelo original de communities of practice (Wenger, 1998; Wenger-Trayner & Wenger-Trayner, 2020), las VCoP adaptan esta noción al entorno digital, permitiendo a individuos y organizaciones interactuar sin restricciones geográficas. Esta característica las convierte en herramientas especialmente valiosas para la diseminación de buenas prácticas, la innovación social y la construcción de capacidades en sectores diversos, desde la educación hasta la gestión ambiental (Dubé et al., 2006; Ardichvili, 2008).

Numerosos estudios han señalado que las VCoP pueden contribuir directamente a varios ODS mediante mecanismos como el aprendizaje colaborativo (ODS 4), la cocreación de soluciones innovadoras (ODS 9), la inclusión digital y territorial (ODS 10) y la coordinación de respuestas ante crisis climáticas (ODS 13) (Janowski, 2015; UNESCO, 2020; Banco Mundial, 2023). Su capacidad para movilizar conocimiento contextualizado y acción colectiva las posiciona como catalizadores de transformación sistémica.

Asimismo, el uso de tecnologías emergentes como el Internet de las Cosas (IoT), la analítica de datos y la inteligencia artificial, integradas en estas comunidades virtuales, abre nuevas posibilidades para

el monitoreo ambiental, la planificación territorial sostenible y la evaluación de impacto social y ecológico (Open Data Charter, 2020; CEPAL, 2020).

## 1. MATERIALES Y MÉTODOS

La metodología empleada en este artículo corresponde a una revisión documental y analítica de carácter cualitativo. Se realizó un análisis sistemático de literatura académica, informes institucionales y estudios de caso vinculados a las Comunidades Virtuales de Práctica (VCoP) y su relación con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). La selección de fuentes incluyó documentos publicados entre 1991 y 2024, priorizando investigaciones revisadas por pares, reportes de organismos internacionales (UNESCO, CEPAL, Banco Mundial) y aportes teóricos relevantes (Wenger, Dubé, Ardichvili). Los textos fueron examinados para identificar categorías clave como: educación de calidad, innovación tecnológica, inclusión social y acción climática. La información fue organizada temáticamente en función del marco IMRyD para facilitar su análisis comparativo y argumentativo.

## 2. RESULTADOS

### 2.1. Fundamentos conceptuales de las Comunidades Virtuales de Práctica (VCoP)

#### 2.1.1. Origen y evolución del concepto

La noción de comunidad de práctica surge del interés por comprender cómo las personas aprenden en contextos reales, más allá de los marcos formales. En su formulación original, Lave y Wenger (1991) propusieron que el aprendizaje se construye desde la participación activa en una comunidad que comparte intereses, lenguajes y retos comunes. Lo central no era la instrucción, sino la interacción social. Posteriormente, Wenger (1998) consolidó este marco teórico y lo vinculó con procesos identitarios, estableciendo una base sólida para su aplicación en organizaciones y entornos de aprendizaje colaborativo.

Con la expansión de las tecnologías de información y comunicación, este modelo se adaptó al medio digital, dando lugar a las llamadas comunidades virtuales de práctica. Esta evolución respondió a una necesidad práctica: sostener la colaboración entre personas que no comparten un mismo espacio físico, pero que se enfrentan a problemáticas similares o persiguen metas afines. A diferencia de las comunidades tradicionales, las VCoP operan de manera asincrónica o sincrónica mediante plataformas tecnológicas que mediatizan el intercambio de saberes y experiencias (Dubé et al., 2006).

### 2.1.2. Características estructurales y funcionales

Toda comunidad de práctica, virtual o presencial, se articula en torno a tres elementos esenciales: un dominio de conocimiento, una comunidad que lo comparte y una práctica que lo activa (Wenger-Trayner & Wenger-Trayner, 2020). En el entorno virtual, estos elementos se ven reforzados por la disponibilidad de herramientas digitales que permiten la creación de repositorios compartidos, espacios de discusión estructurados y mecanismos de retroalimentación continua.

A nivel funcional, las VCoP fomentan el aprendizaje entre pares, la circulación de saberes contextualizados y la mejora de procesos a través de la experiencia colectiva. Son especialmente útiles en entornos interdisciplinarios o con alta dispersión geográfica, donde el conocimiento se nutre de la diversidad de perspectivas. No obstante, su sostenibilidad depende de factores como la confianza entre participantes, la claridad de objetivos y la pertinencia del soporte tecnológico utilizado.

### 2.1.3. Virtualización y transformación digital de las CoP

El paso del espacio físico al virtual no es una simple migración técnica. Implica una transformación en las formas de participación, en los tiempos de interacción y en los modos de construir sentido colectivo. Las VCoP funcionan en un ecosistema donde

la conectividad, la accesibilidad y la autonomía del usuario son claves. A través de plataformas como foros especializados, entornos virtuales de aprendizaje o redes de colaboración interinstitucional, estas comunidades logran sostener procesos reflexivos y colaborativos a pesar de la distancia.

La virtualización también ha ampliado las posibilidades de inclusión, permitiendo que personas de distintos contextos socioeconómicos o culturales participen activamente, siempre que se garantice un acceso adecuado a las tecnologías. En este sentido, las VCoP representan una adaptación al entorno digital, y también representan un modelo de organización del conocimiento, especialmente relevante para abordar desafíos globales como los que plantea la Agenda 2030.

## 2.2. Las VCoP como catalizadores de los ODS

### 2.2.1. Educación de calidad (ODS 4)

El Objetivo de Desarrollo Sostenible 4 plantea como meta central garantizar una educación inclusiva, equitativa y de calidad, promoviendo oportunidades de aprendizaje durante toda la vida. Este enfoque requiere superar limitaciones tradicionales del sistema educativo formal, como la rigidez curricular, la dependencia del aula física y la exclusión de saberes no hegemónicos. En este sentido, las Comunidades Virtuales de Práctica (VCoP) se configuran como una alternativa eficaz para ampliar el alcance y la profundidad de los procesos formativos.

Uno de los aportes más significativos de las VCoP en el ámbito educativo es su capacidad para fomentar aprendizajes horizontales, donde la figura del experto no se impone como única fuente de conocimiento, sino que se reconoce el valor de la experiencia distribuida. A través de interacciones voluntarias, colaborativas y sostenidas en el tiempo, estas comunidades permiten que docentes, estudiantes, investigadores y profesionales compartan buenas prácticas, debatan sobre desafíos comunes y co-construyan soluciones contextualizadas. Este

tipo de aprendizaje es especialmente útil en áreas donde la actualización continua resulta indispensable, como la salud, la tecnología o la gestión ambiental.

Además, las VCoP favorecen la alfabetización digital y el desarrollo de competencias transversales como la autonomía, el pensamiento crítico, la comunicación efectiva y la gestión de la información. Estas competencias, a menudo marginales en los currículos tradicionales, son cada vez más valoradas en el marco de la transformación educativa global. En contextos de alta vulnerabilidad o exclusión, el acceso a una VCoP bien diseñada puede representar una puerta de entrada a procesos formativos más justos y pertinentes.

Es crucial entender que el impacto real de estas comunidades en la calidad educativa depende de múltiples factores: el diseño pedagógico de las plataformas, el compromiso activo de los participantes, la pertinencia de los contenidos y, sobre todo, la capacidad de articularse con políticas públicas que reconozcan el valor del aprendizaje colaborativo más allá de la certificación formal.

Muchos estudios tienen experiencias exitosas de VCoP aplicadas en formación docente, desarrollo profesional y educación intercultural, especialmente en contextos rurales o de difícil acceso (UNESCO, 2020; CEPAL, 2020). Estos casos muestran que, cuando se diseñan con criterios de equidad y pertinencia sociocultural, las VCoP no solo complementan a la educación formal, sino que la expanden en direcciones clave para el logro del ODS 4.

### **Innovación e infraestructura (ODS 9)**

El ODS 9 propone construir infraestructuras resilientes, promover la industrialización inclusiva y fomentar la innovación como eje transversal del desarrollo sostenible. Alcanzar este objetivo implica repensar no solo las capacidades tecnológicas de los territorios, sino también los modos en que se genera y comparte el conocimiento que da sustento

a esos procesos. En este contexto, las Comunidades Virtuales de Práctica (VCoP) constituyen un espacio fértil para la incubación de ideas innovadoras, la transferencia de saberes aplicados y la creación de redes colaborativas que trascienden disciplinas, instituciones y fronteras geográficas.

Los modelos verticales de innovación, suelen estar basados en los avances tecnológicos concentrados en centros urbanos o corporativos; las VCoP favorecen una lógica de innovación distribuida. Es decir, promueven la creación de soluciones tecnológicas y organizativas que emergen de la interacción entre actores diversos, académicos, técnicos, emprendedores, gestores públicos y comunidades locales, que comparten intereses comunes y enfrentan desafíos similares. Esta diversidad no solo enriquece las soluciones propuestas, sino que permite una validación práctica de las ideas desde etapas tempranas.

Otro aspecto a tomar en cuenta es que las VCoP permiten acelerar procesos de apropiación tecnológica, especialmente en contextos donde el acceso a infraestructura física es limitado. A través de plataformas virtuales, comunidades rurales, cooperativas, startups sociales o redes de profesionales pueden acceder a recursos técnicos, tutoriales, experiencias exitosas y contactos clave que de otro modo les serían inaccesibles. Esta democratización del conocimiento técnico y metodológico amplía el potencial de innovación en sectores como la agricultura sostenible, la gestión hídrica, la energía renovable o la movilidad eléctrica.

Así mismo, las VCoP también actúan como espacios de reflexión crítica sobre las implicaciones sociales y éticas de la innovación. En lugar de concebir el desarrollo tecnológico como un fin en sí mismo, estas comunidades permiten problematizar su uso, preguntarse quiénes se benefician, qué impactos genera y cómo puede orientarse hacia un bien común. Esta dimensión deliberativa resulta fundamental para construir infraestructuras no solo eficientes, sino también legítimas y sostenibles.

### 2.2.2. Reducción de desigualdades (ODS 10)

El décimo Objetivo de Desarrollo Sostenible plantea una tarea compleja: reducir las desigualdades dentro de los países y entre ellos. Esta meta exige mucho más que intervenciones económicas o políticas redistributivas; requiere transformar las estructuras que reproducen la exclusión, el aislamiento y la invisibilización de sectores sociales enteros. Bajo este contexto, las Comunidades Virtuales de Práctica (VCoP) ofrecen una herramienta valiosa para crear espacios de participación, reconocimiento y circulación de saberes que habitualmente quedan fuera de los circuitos institucionales.

Una de las formas más directas en que las VCoP contribuyen a este objetivo es ampliando el acceso a oportunidades de formación, interacción profesional y desarrollo de capacidades, independientemente de la ubicación geográfica, la condición socioeconómica o el nivel educativo formal. Si están correctamente diseñadas, estas comunidades pueden incluir actores que históricamente han sido marginados de los procesos de innovación o toma de decisiones, como mujeres rurales, jóvenes de zonas periurbanas, colectivos indígenas o personas con discapacidad.

Este acceso no se limita a recibir información o contenidos digitales. Lo más relevante es la posibilidad de participar activamente en la construcción colectiva del conocimiento, en condiciones de horizontalidad. En muchas experiencias, miembros de comunidades excluidas no solo se benefician del saber técnico que circula en las VCoP, sino que también aportan conocimientos propios, ancestrales, empíricos, territoriales, que enriquecen las soluciones y cuestionan los marcos hegemónicos.

Las VCoP pueden ser vistas como espacios para construir redes de apoyo entre pares que enfrentan problemáticas comunes. Esto es especialmente importante en contextos donde la exclusión no es solo

material, sino también simbólica: no ser escuchado, no ser considerado parte legítima de una conversación o una solución. El carácter colaborativo y horizontal de las VCoP permite reconocer voces que suelen ser silenciadas, y lo hace a través de la práctica, no solo del discurso.

La participación en una VCoP también puede verse limitada por brechas digitales, barreras idiomáticas o dinámicas internas que reproducen jerarquías. Por ello, si se aspira a que estas comunidades sean verdaderos instrumentos de inclusión, es necesario diseñarlas con criterios de accesibilidad, equidad y sensibilidad intercultural, y acompañarlas con políticas que garanticen el acceso a conectividad, dispositivos y formación digital básica.

### 2.2.3. Acción por el clima (ODS 13)

El ODS 13 convoca a adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos, no solo mediante compromisos institucionales, sino también a través de acciones colectivas sostenidas y con base en el conocimiento. Si bien este desafío involucra escalas globales, sus impactos se manifiestan de forma localizada, afectando de manera desproporcionada a comunidades vulnerables. En este panorama, las Comunidades Virtuales de Práctica (VCoP) pueden desempeñar un papel estratégico como espacios para articular respuestas informadas, adaptativas y colaborativas.

Una de las principales contribuciones de las VCoP a la acción climática radica en su capacidad para difundir conocimiento técnico y empírico de manera rápida y horizontal, lo cual es fundamental ante fenómenos climáticos extremos y cambios ecosistémicos acelerados. Investigadores, técnicos locales, productores agroecológicos, defensores ambientales y funcionarios públicos pueden intercambiar experiencias, validar prácticas y compartir herramientas que permitan reducir vulnerabilidades y construir resiliencia territorial. Este flujo constante

de saberes favorece la toma de decisiones informada, incluso en territorios con recursos institucionales limitados.

Las VCoP, por sus características, permiten articular esfuerzos entre actores que, de otro modo, no tendrían contacto directo. Por ejemplo, una red de comunidades campesinas puede conectarse con centros de investigación climática, organizaciones no gubernamentales y redes de ciudades sostenibles para desarrollar conjuntamente estrategias de adaptación al aumento del nivel del mar, restauración de ecosistemas o transición energética. En este sentido, las VCoP operan como nodos de coordinación descentralizada que superan la fragmentación de iniciativas y favorecen la sinergia entre escalas local, nacional e internacional.

Otro aspecto relevante es la posibilidad de promover una conciencia ambiental crítica que no se limite al conocimiento técnico, sino que incorpore dimensiones éticas, culturales y políticas. En estos espacios, se puede cuestionar el modelo de desarrollo extractivo, visibilizar conflictos socioambientales y explorar alternativas sostenibles que surgen desde los territorios, como el buen vivir, la agroecología o la justicia climática. Este tipo de reflexiones, al producirse en red, adquieren mayor alcance y legitimidad.

Finalmente, la naturaleza virtual de estas comunidades también tiene un impacto ambiental directo: al reducir la necesidad de desplazamientos físicos, disminuyen las emisiones asociadas a reuniones, capacitaciones o procesos de cooperación técnica. Si bien este efecto no reemplaza otras acciones de mitigación, es un ejemplo concreto de cómo la digitalización, bien orientada, puede contribuir a una transición ecológica.

## 2.3. Aportes de las VCoP a la sostenibilidad integral

### 2.3.1. Gestión del conocimiento para la sostenibilidad

La sostenibilidad, entendida como la capacidad de satisfacer las necesidades del presente sin comprometer las de las futuras generaciones, exige una gestión del conocimiento que no solo acumule información, sino que integre saberes diversos, favorezca la toma de decisiones éticas y fomente prácticas transformadoras. En este marco, las Comunidades Virtuales de Práctica (VCoP) se consolidan como espacios estratégicos para organizar, movilizar y aplicar conocimientos en función de objetivos sostenibles.

Una de las diferencias referente a los repositorios tradicionales de información, es que las VCoP no se limitan a almacenar datos: operan como sistemas vivos de intercambio dinámico, donde el conocimiento circula, se valida colectivamente y se adapta al contexto de los participantes. Este enfoque permite responder de manera más ágil y pertinente a los retos complejos que plantea la sostenibilidad, como la gestión de recursos finitos, la preservación de la biodiversidad o la gobernanza climática.

Un rasgo distintivo de la gestión del conocimiento en estas comunidades es su carácter inclusivo y no jerárquico. Las experiencias de agricultores, líderes comunitarios, educadores populares o técnicos territoriales adquieren un valor equivalente al de los marcos científicos o normativos, siempre que contribuyan a la comprensión o solución de un problema. Esta lógica rompe con la noción de que el conocimiento experto es el único válido, y promueve un diálogo intercultural y transdisciplinario que enriquece las estrategias de sostenibilidad.

Además, las VCoP favorecen la creación de memoria colectiva: documentos colaborativos, bancos de buenas prácticas, videos instructivos, bitácoras de proyectos o líneas de tiempo compartidas permiten recuperar experiencias pasadas y evitar la repetición de errores. Esta memoria no es solo acumulativa, sino orientada a la acción, lo que resulta esencial en contextos de urgencia ambiental o crisis socioecológicas.

Cabe señalar que el uso de plataformas digitales adecuadas permite integrar herramientas de analítica, visualización de datos y gestión del conocimiento organizacional, facilitando la toma de decisiones basada en evidencia. Sin embargo, la tecnología por sí sola no garantiza una gestión efectiva. Se requiere también una cultura organizacional abierta al aprendizaje, una moderación comprometida y una estructura de gobernanza participativa que mantenga la vitalidad de la comunidad en el tiempo.

### **2.3.2. Conservación de recursos naturales mediante plataformas colaborativas**

La conservación de los recursos naturales ha dejado de ser una tarea exclusiva de instituciones ambientales o actores gubernamentales. En un contexto de crisis ecológica global, se reconoce cada vez más el valor de las redes sociales, tecnológicas y comunitarias en la defensa y gestión sostenible de bienes comunes como el agua, los bosques, el suelo o la biodiversidad. En este sentido, las Comunidades Virtuales de Práctica (VCoP) pueden desempeñar un papel decisivo al facilitar la coordinación de acciones, la sistematización de experiencias y la diseminación de conocimientos prácticos orientados a la conservación.

Uno de los principales aportes de estas plataformas es su capacidad para integrar a actores que operan en distintos niveles, desde técnicos de campo hasta investigadores, educadores ambientales, funcio-

narios públicos y comunidades locales, en torno a objetivos comunes. Esta convergencia multidimensional permite no solo compartir información, sino también crear inteligencia colectiva para resolver desafíos como la sobreexplotación de acuíferos, la deforestación o la contaminación de cuencas.

Un ejemplo recurrente es el uso de VCoP para monitorear ecosistemas en tiempo real mediante sensores remotos, imágenes satelitales o aplicaciones ciudadanas de reporte ambiental. En varios países, se han desarrollado redes colaborativas que utilizan tecnologías abiertas y datos compartidos para generar mapas de deforestación, alertas tempranas de incendios forestales o seguimientos participativos de especies en riesgo. Estas experiencias demuestran que la conservación no depende únicamente de grandes inversiones, sino también de mecanismos participativos bien articulados y sostenidos en el tiempo.

Las VCoP permiten documentar y replicar prácticas tradicionales de manejo sostenible del territorio, muchas de ellas invisibilizadas por la ciencia convencional. Saber cómo se regula el uso del agua en comunidades andinas, cómo se maneja el bosque en sistemas agroforestales amazónicos o cómo se recolecta sin dañar el entorno en zonas áridas requiere no solo tecnologías, sino también espacios de diálogo entre saberes. Las VCoP ofrecen justamente ese puente.

Por supuesto, la eficacia de estas comunidades no está exenta de condiciones. Es necesario contar con una infraestructura digital mínima, pero también con marcos normativos y culturales que reconozcan el valor de la participación comunitaria en la gestión ambiental. Sin este reconocimiento, el riesgo es que las plataformas colaborativas se limiten a reproducir estructuras centralizadas y verticales bajo una nueva apariencia.

### 2.3.3. Inclusión social y empoderamiento de comunidades vulnerables

El concepto de sostenibilidad trasciende la dimensión ambiental e involucra necesariamente la justicia social. No es posible hablar de desarrollo sostenible sin abordar las estructuras de exclusión que perpetúan la pobreza, la desigualdad y la marginación cultural. En este marco, las Comunidades Virtuales de Práctica (VCoP) se configuran como espacios con alto potencial para favorecer procesos de inclusión social y fortalecer la autonomía de comunidades históricamente vulneradas.

Las VCoP pueden funcionar como entornos accesibles para que individuos y colectivos tradicionalmente excluidos, por razones geográficas, económicas, de género, etnia o discapacidad, se integren en redes de aprendizaje, producción y toma de decisiones. Al eliminar la necesidad de presencialidad física y reducir los costos de participación, estas plataformas abren posibilidades que antes estaban restringidas a quienes formaban parte de círculos institucionales o profesionales específicos.

Así, la verdadera inclusión no se logra únicamente con acceso a plataformas. Requiere que los procesos dentro de la comunidad virtual estén diseñados para reconocer y valorar saberes diversos, generar confianza y asegurar la participación significativa de todos sus miembros. Esto implica repensar los lenguajes, las dinámicas de interacción, las herramientas utilizadas y los criterios de validación del conocimiento, de forma que se eviten lógicas excluyentes o jerárquicas.

En experiencias concretas, se ha observado cómo las VCoP han contribuido a empoderar a comunidades rurales, pueblos indígenas, mujeres líderes y jóvenes organizados, al brindarles no solo información útil, sino también espacios donde compartir experiencias, articular demandas y construir identidad colectiva. Por ejemplo, en el ámbito de la soberanía alimentaria o la gestión territorial, estas comunida-

des han permitido que grupos locales conecten con redes globales sin perder su raíz cultural ni su autonomía.

Las VCoP fortalecen el capital social colectivo al generar vínculos horizontales, fomentar la reciprocidad y construir confianza entre actores con trayectorias y realidades distintas. Esto resulta clave en territorios fragmentados por la pobreza, el conflicto o el abandono estatal, donde la cohesión social es un recurso estratégico para resistir y transformar.

La brecha digital sigue siendo una barrera significativa, especialmente en regiones donde el acceso a conectividad y dispositivos es desigual. Sin embargo, incluso en estos contextos, han surgido soluciones creativas, como el uso de radios comunitarias interactivas, redes híbridas o nodos locales de conectividad, que demuestran que la inclusión es posible cuando hay voluntad organizativa y acompañamiento técnico adecuado.

## 2.4. Hacia la medición del impacto: propuestas de indicadores

### 2.4.1. Indicadores ambientales aplicables a VCoP

Para evaluar de manera rigurosa el aporte de las Comunidades Virtuales de Práctica (VCoP) a la sostenibilidad ambiental, resulta imprescindible establecer mecanismos de medición que permitan cuantificar y cualificar su impacto ecológico real. Aunque muchas de estas comunidades tienen una naturaleza intangible y sus efectos no son siempre inmediatos, es posible construir indicadores específicos que capturen su contribución a la acción ambiental, la mitigación climática y la conservación de recursos naturales.

Un indicador tiene que ver con la reducción de la huella de carbono asociada a la virtualización de actividades. El reemplazo de reuniones presenciales, viajes académicos o procesos administrativos físicos por interacciones digitales permite estimar las emisiones evitadas de CO<sub>2</sub> mediante modelos

comparativos de movilidad y consumo energético. Estos cálculos, aunque aproximados, pueden ser significativos si se aplican a comunidades activas y sostenidas en el tiempo.

Otro indicador relevante es la frecuencia y calidad de los contenidos ambientales generados o compartidos dentro de la VCoP. Esto puede incluir publicaciones colaborativas sobre prácticas sostenibles, manuales técnicos, protocolos de monitoreo ambiental o campañas de concientización climática. El número de documentos, su alcance y su nivel de aplicación pueden dar una idea del dinamismo ecológico de la comunidad.

También se pueden identificar acciones concretas derivadas del intercambio en la VCoP, como la implementación de proyectos de reforestación, la adopción de tecnologías limpias, la creación de viveros comunitarios o la instalación de sistemas de captación de agua. Aunque la ejecución de estas acciones puede depender de factores externos, su trazabilidad hasta interacciones dentro de la comunidad virtual es un indicador clave de impacto.

Algunas VCoP incorporan tecnologías para medir directamente variables ambientales, como sensores de calidad del aire, plataformas de georreferenciación participativa o registros de biodiversidad comunitaria. En estos casos, los indicadores pueden ser tanto de uso (número de usuarios activos, frecuencia de carga de datos) como de resultado (variaciones observadas, alertas generadas, decisiones adoptadas).

Aparte de las dimensiones cuantitativas, es necesario considerar dimensiones cualitativas del impacto ambiental, como el fortalecimiento de la conciencia ecológica, la incorporación de enfoques ecosistémicos en los debates, o el reconocimiento de saberes locales en la gestión de bienes comunes. Estas dimensiones, aunque más difíciles de medir, pueden ser evaluadas a través de entrevistas, análisis de discurso o metodologías participativas.

#### **2.4.2. Indicadores sociales de participación e inclusión**

La medición del impacto social de una Comunidad Virtual de Práctica (VCoP) no puede limitarse a contabilizar usuarios o interacciones. Es necesario construir indicadores que reflejen la calidad de la participación, el grado de inclusión y la diversidad de actores que integran y sostienen la comunidad, considerando tanto factores cuantitativos como cualitativos. Esta perspectiva es esencial para evaluar si una VCoP cumple con su promesa de democratizar el conocimiento y fortalecer redes de colaboración más equitativas.

Un primer indicador es el perfil sociodemográfico de los participantes. A través de registros voluntarios, se puede identificar el grado de representación por género, edad, localización geográfica, pertenencia étnica o nivel educativo. Si bien la heterogeneidad no garantiza inclusión por sí sola, su ausencia puede ser un síntoma de barreras implícitas en el diseño o funcionamiento de la comunidad.

Un segundo indicador relevante es el nivel de participación activa, que va más allá del acceso o la inscripción. Se pueden medir variables como la frecuencia de aportes, la diversidad de voces en los debates, la rotación en la moderación o facilitación, y la distribución del liderazgo dentro de la VCoP. Una comunidad dominada por unos pocos interlocutores puede reproducir dinámicas de exclusión similares a las que dice combatir.

También es importante observar la reciprocidad en las interacciones. Las VCoP más inclusivas no solo permiten expresarse, sino que generan condiciones para el diálogo, la validación mutua y la construcción colectiva. Indicadores como el número promedio de respuestas a publicaciones, la proporción de contribuciones reconocidas por otros miembros o la existencia de espacios para intercambiar experiencias entre pares son claves para medir esta calidad.

Así mismo, debe considerarse el grado de accesibilidad tecnológica y lingüística de la plataforma. Una comunidad que opera exclusivamente en un idioma dominante, o que exige alfabetización digital avanzada sin soporte, puede estar excluyendo indirectamente a sectores enteros. En este sentido, los indicadores deben contemplar la presencia de materiales multilingües, tutoriales de apoyo, formatos inclusivos y mecanismos de atención personalizada.

Finalmente, se pueden aplicar indicadores de percepción y autoevaluación, mediante encuestas internas o procesos participativos de revisión, donde se consulte directamente a los miembros sobre su experiencia de pertenencia, reconocimiento y utilidad práctica de la comunidad. Estos indicadores, aunque subjetivos, ofrecen información invaluable para el ajuste permanente de la VCoP a las necesidades reales de sus usuarios.

### 2.4.3. Herramientas tecnológicas de monitoreo y evaluación

La gestión integral de una Comunidad Virtual de Práctica (VCoP) requiere de un sistema de monitoreo y evaluación que no solo sea técnicamente robusto, sino que también esté alineado con los principios de sostenibilidad, participación y mejora continua. Para ello, es crucial avanzar hacia la consolidación de una plataforma unificada que integre de manera coherente todas las herramientas tecnológicas necesarias, permitiendo articular la interacción social, el almacenamiento de conocimiento, el seguimiento de procesos y la medición de impactos en una sola arquitectura funcional.

Hasta ahora, muchas VCoP operan de forma fragmentada: una herramienta para reuniones sincrónicas, otra para el repositorio de contenidos, un foro externo para debates, hojas de cálculo para evaluar participación, y redes sociales para difusión informal. Esta dispersión no solo limita la eficiencia operativa, sino que afecta la cohesión interna,

dificulta la trazabilidad de la información y reduce las posibilidades de evaluación estructurada. Por ello, se vuelve estratégico contar con plataformas integradas, diseñadas desde el inicio para alojar los distintos componentes del ecosistema comunitario.

#### Estas plataformas deben incorporar módulos que cubran dimensiones clave:

- Espacios colaborativos para la producción de contenidos y recursos compartidos.
- Paneles de analítica para visualizar indicadores de participación, acceso y diversidad.
- Herramientas de mapeo y georreferenciación para la dimensión territorial de los proyectos.
- Sistemas de retroalimentación automática mediante encuestas internas o formularios dinámicos.
- Funcionalidades multilingües e interfaces inclusivas para garantizar la accesibilidad.

Un aspecto que merece especial atención es la incorporación de inteligencia artificial (IA) en estos entornos. Herramientas de IA pueden facilitar el procesamiento de grandes volúmenes de información no estructurada (como foros o chats), identificar patrones de comportamiento, anticipar riesgos de deserción, sugerir conexiones entre miembros con intereses comunes o incluso apoyar en la generación automatizada de informes o resúmenes. En lugar de reemplazar la participación humana, estas funciones pueden potenciar la inteligencia colectiva y optimizar los procesos internos de toma de decisiones.

Asimismo, los sistemas basados en IA pueden apoyar la evaluación adaptativa, ajustando dinámicamente los indicadores a medida que evoluciona la comunidad, reconociendo cambios en las dinámicas o emergencias temáticas que requieren atención. Esto es particularmente útil en contextos de sos-

tenibilidad, donde la capacidad de respuesta ante crisis ambientales o sociales debe ser ágil y fundamentada.

Sin embargo, esta integración debe hacerse con criterios éticos claros: respeto a la privacidad de los datos, transparencia algorítmica, consentimiento informado y gobernanza participativa sobre el uso de herramientas automatizadas. No se trata de tecnificar la comunidad, sino de dotarla de medios que refuercen su autonomía, su eficacia y su capacidad transformadora.

### 3. DISCUSIÓN

Los resultados presentados a lo largo del artículo permiten afirmar que las Comunidades Virtuales de Práctica (VCoP) constituyen un modelo sólido para fortalecer los procesos de sostenibilidad social, educativa, tecnológica y ambiental. A partir del análisis temático de experiencias y literatura especializada, se identifica una convergencia clara entre el potencial de estas comunidades y las metas definidas en los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).

En el ámbito educativo (ODS 4), se destacó que las VCoP han sido utilizadas exitosamente en procesos de formación docente intercultural y en contextos rurales, tal como lo indican los informes de la UNESCO (2020) y CEPAL (2020). En la discusión de resultados, se ejemplificó cómo estas comunidades logran fomentar aprendizajes horizontales, lo cual valida lo planteado por Wenger-Trayner (2020) sobre la importancia de la participación activa en la construcción de conocimiento significativo.

La relación con el ODS 9 se evidenció en la capacidad de las VCoP para promover innovación distribuida, especialmente en contextos con limitada infraestructura. Esta lógica fue apoyada por experiencias donde cooperativas o redes técnicas rurales utilizan repositorios, foros o encuentros virtuales para implementar soluciones tecnológicas en agricultura, agua o energía. Ardichvili (2008) y Dubé et al. (2006) ya advertían que estas comunidades, cuando están

bien diseñadas, pueden convertirse en laboratorios vivos de innovación social.

En cuanto al ODS 10, la inclusión se abordó no solo desde el acceso tecnológico, sino desde la validación de saberes diversos dentro de las VCoP. Las secciones anteriores mostraron cómo las VCoP pueden integrar conocimientos ancestrales o territoriales. por ejemplo, en gestión del agua o alimentación sostenible, algo que refuerza la crítica al sesgo tecnocrático que históricamente ha marginado estos aportes. Esta dimensión coincide con lo que proponen CEPAL (2020) y el Open Data Charter (2020) sobre el enfoque inclusivo en plataformas colaborativas.

En acción climática (ODS 13), se describieron casos donde las VCoP han sido utilizadas para el monitoreo ambiental participativo, con tecnologías como sensores comunitarios, georreferenciación o alertas tempranas. La sección de resultados dejó claro que este tipo de aplicación no solo permite mejorar respuestas ante emergencias, sino que también empodera a las comunidades en su rol de vigilancia ambiental. Estas evidencias están alineadas con las propuestas de gobernanza adaptativa de Janowski (2015) y prácticas de justicia climática emergentes.

En cuanto a la gestión del conocimiento, se identificó que el éxito de estas comunidades no depende únicamente de la tecnología, sino de factores como la moderación participativa, la creación de memoria colectiva y la claridad de objetivos. Estas condiciones ya habían sido señaladas por Dubé et al. (2006) como elementos críticos para sostener comunidades virtuales con impacto real.

Por último, la incorporación de inteligencia artificial (IA) se reconoce como un factor que puede optimizar procesos internos, facilitar la gestión de grandes volúmenes de información o automatizar la generación de reportes. Sin embargo, como se indicó en los resultados, esta integración debe hacerse con criterios éticos y sin sustituir el componente humano.

La IA puede ser útil para mejorar la trazabilidad y la personalización, pero no debe reemplazar la deliberación ni la construcción colectiva.

En síntesis, los hallazgos del artículo no solo validan lo reportado por otros estudios, sino que aportan un marco estructurado con indicadores e instrumentos concretos para monitorear el impacto de las VCoP. Mirando hacia adelante, el mayor desafío será lograr que estas comunidades no funcionen de forma aislada, sino que se articulen con políticas públicas, universidades, redes ciudadanas y organismos multilaterales. Experiencias impulsadas por el Banco Mundial (2023) muestran que cuando esta articulación existe, las VCoP pueden escalar su impacto y convertirse en verdaderas infraestructuras sociales para la sostenibilidad.

#### 4. BIBLIOGRAFÍA

- Wenger-Trayner, E., & Wenger-Trayner, B. (2020). Introduction to communities of practice: A brief overview of the concept and its uses. <https://wenger-trayner.com/introduction-to-communities-of-practice/>
- UNESCO. (2020). Harnessing IoT for Sustainable Development. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000373944>
- CEPAL. (2020). Informe de progreso en la implementación de los ODS en América Latina y el Caribe. Comisión Económica para América Latina y el Caribe. <https://www.cepal.org/es/publicaciones/46433>
- Ardichvili, A. (2008). Learning and knowledge sharing in virtual communities of practice: Motivators, barriers, and enablers. *Advances in Developing Human Resources*, 10(4), 541–554. <https://doi.org/10.1177/1523422308319536>
- Dubé, L., Bourhis, A., & Jacob, R. (2006). Towards a typology of virtual communities of practice. *Interdisciplinary Journal of Information, Knowledge, and Management*, 1, 69–93. <https://doi.org/10.28945/949>
- Open Data Charter. (2020). Principles for Open Data. <https://opendatacharter.net/principles/>
- Janowski, T. (2015). Digital government evolution: From transformation to contextualization. *Government Information Quarterly*, 32(3), 221–236. <https://doi.org/10.1016/j.giq.2015.07.001>
- Banco Mundial. (2023). Digital Progress and Trends Report 2023. Washington, DC: Banco Mundial. <https://www.worldbank.org/en/publication/digital-progress-and-trends-report>

# INTELIGENCIA ARTIFICIAL Y PROGRAMACIÓN AUTOMATIZADA: DEMOCRATIZANDO EL ACCESO A ARDUINO SIN NECESIDAD DE CONOCIMIENTOS PREVIOS

ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND AUTOMATED PROGRAMMING:  
DEMOCRATIZING ARDUINO ACCESS WITHOUT PRIOR KNOWLEDGE

---

Fecha de recepción: 30/06/2025 | Fecha de aceptación: 30/07/2025

**Autor**

**Espinoza Jose Renzo<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Ing. En Informática

Master en Seguridad Informática

Docente Facultad De Ingeniería En Recursos Naturales Y Tecnología - UAJMS

*Correspondencia del autor:* jose.espinoza@uajms.edu.bo<sup>1</sup>

Tarija - Bolivia

## RESUMEN

La Inteligencia Artificial (IA) junto con la programación automatizada están abriendo las puertas de la plataforma Arduino a principiantes en programación. Se realizó una revisión sistemática de literatura científica publicada entre 2020 y 2025, consultando bases de datos como Scopus e IEEE Xplore. Los resultados evidencian la aparición de diversas plataformas y herramientas potenciadas por IA que simplifican la creación de proyectos con Arduino, destacándose por sus interfaces visuales amigables que disminuyen considerablemente las barreras técnicas. Estas soluciones han demostrado mejorar tanto la accesibilidad como el valor pedagógico de las experiencias con Arduino, aunque aún enfrentan retos relacionados con la escalabilidad en proyectos más avanzados. La IA se perfila como un facilitador clave para ampliar el acceso a la educación tecnológica y el desarrollo de competencias en ciencia y tecnología.

## ABSTRACT

Artificial Intelligence (AI) combined with automated programming is opening the doors of the Arduino platform to programming beginners. A systematic review of scientific literature published between 2020 and 2025 was conducted, querying databases such as Scopus and IEEE Xplore. The results reveal the emergence of diverse AI-powered platforms and tools that simplify Arduino project development, distinguished by their user-friendly visual interfaces that significantly lower technical barriers. These solutions have proven to enhance both accessibility and educational value in Arduino experiences, though they still face challenges related to scalability in more advanced projects. AI is emerging as a key enabler for expanding access to technology education and developing STEM competencies.

**Palabras Clave:** Arduino, Inteligencia Artificial, Programación Automatizada, No-Code, Educación STEM.

**Keywords:** Arduino, Artificial Intelligence, Automated Programming, No-Code, STEM Education.

## 1. INTRODUCCIÓN

Arduino se ha convertido en un pilar esencial para crear prototipos electrónicos gracias a su naturaleza abierta tanto en hardware como en software, extendiendo su uso en la enseñanza de la electrónica y programación. Sin embargo, pese a su bajo costo y facilidad de adquisición, su uso sigue estando limitado por la necesidad de manejar lenguajes como C++ y tener nociones de electrónica. Esta barrera técnica ha relegado a un segundo plano a personas creativas, pero sin formación adecuada dificultando la expansión en entornos más inclusivos. En este escenario, la IA y la programación automatizada surgen como aliados clave al facilitar la interacción con Arduino sin requerir conocimientos técnicos previos. Estas tecnologías abstraen la complejidad del código, haciendo que la experiencia de usuario sea mucho más accesible e intuitiva, incluso para aquellos sin experiencia previa alguna en programación o electrónica (Gupta & Gupta, 2021; Yusuf et al., 2023).

La creciente necesidad de herramientas que simplifiquen el aprendizaje de tecnologías emergentes en un mundo cada vez más digital, motiva este artículo. Aprender a programar y manejar plataformas como Arduino es una competencia esencial, y su accesibilidad fomenta la creatividad y la innovación en distintos ámbitos, desde el educativo hasta el desarrollo de soluciones personalizadas, la IA tiene el poder de empoderar a estudiantes, aficionados, educadores y pequeños emprendedores para materializar sus ideas, fomentando así la alfabetización digital y el pensamiento computacional (Querino, 2023). Este artículo se limita a estudios disponibles en inglés y español que aborden el impacto de estas herramientas en términos de usabilidad y accesibilidad. No se incluyen soluciones que exijan conocimientos avanzados en IA, revisando investigaciones publicadas entre 2020 y 2025.

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

La creación de prototipos iterativos con ayuda de IA es la mejor manera de resolver problemas de robótica y programación en Arduino. Simula el comportamiento del robot antes de construirlo físicamente, ahorrando tiempo y dinero.

### 2.1. Diseño de la investigación

Se adoptó una metodología de revisión sistemática de la literatura para localizar y examinar investigaciones acerca de cómo la inteligencia artificial y la automatización de código facilitan el acceso a Arduino. Los criterios de selección comprendieron trabajos académicos, tesis, contribuciones en libros y presentaciones en congresos que abordaran de manera explícita la combinación de IA con Arduino para usuarios sin conocimientos técnicos. Solo se incluyeron documentos difundidos entre enero de 2020 y mayo de 2025. Se descartaron estudios centrados en implementaciones complejas de Arduino o que no contaran con una metodología clara.

### 2.2. Fuentes y estrategia de búsqueda

Se realizó una búsqueda exhaustiva en las principales bases de datos académicas: Scopus, IEEE Xplore, Web of Science, ACM Digital Library y Google Scholar. La estrategia de búsqueda se basó en la combinación de palabras clave relevantes para el tema. Se utilizaron términos clave como "Arduino", "Inteligencia Artificial", "no-code", "programación automatizada", "principiantes" y "accesibilidad". Para optimizar la búsqueda, se emplearon operadores booleanos para crear ecuaciones de búsqueda específicas. Por ejemplo: ("Arduino" AND "Inteligencia Artificial" AND ("no-code" OR "low-code")) OR ("Arduino" AND "automated programming" AND "democratizing access") AND (PUBYEAR > 2019). La estrategia de búsqueda se adaptó y refinó de forma iterativa para garantizar la inclusión de estudios relevantes y la maximización de la precisión de los resultados

### 2.3. Procesamiento y análisis de datos

La selección de estudios se rigió por el protocolo PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses), adaptado para revisiones bibliográficas. En una fase inicial, se eliminaron duplicados. Posteriormente, se evaluaron títulos y resúmenes para identificar investigaciones potencialmente pertinentes. Los trabajos que superaron este filtro fueron examinados en su integridad para confirmar su adecuación final.

Se utilizó una matriz estandarizada para sintetizar datos de cada estudio, recabando información esencial como: herramientas/metodologías de IA empleadas, enfoques de automatización programática, objetivos planteados, hallazgos principales, destinatarios y limitaciones reconocidas. El análisis cualitativo de los resultados detectó temáticas recurrentes, regularidades y tendencias en la aplicación de IA para simplificar el acceso a Arduino. No se emplearon escalas formales como GRADE debido a la diversidad de diseños investigativos. No obstante, se priorizaron investigaciones con procedimientos transparentes, evidencia empírica debidamente sustentada y conclusiones basadas en datos, con especial énfasis en la replicabilidad y solidez de los hallazgos.

## 3. RESULTADOS

### 3.1. Herramientas identificadas

Se identificó numerosas plataformas y herramientas que se distinguen por sus interfaces gráficas, notablemente intuitivas, que suelen basarse en la programación por bloques, logrando así ocultar la complejidad subyacente del código. Entre los ejemplos más prominentes, se encontró ArduinoProg, un sistema diseñado para la generación automática de aplicaciones para Arduino (Yusuf et al., 2023), así como BlocklyDuino, que facilita la creación de código para Arduino mediante una interfaz visual (Booth & Stumpf, 2011). Igualmente, se detectaron

plataformas que integran la IA para la generación automática de código a partir de descripciones formuladas en lenguaje natural o a través del reconocimiento de patrones de hardware (Lee & Kim, 2023). Un avance particularmente relevante es el empleo de ChatGPT para interactuar con Arduino en el proceso de diseño de sensores personalizados (Martikkala et al., 2024). Además, Uriza et al. (2024) hacen referencia a cómo la IA es capaz de generar código Arduino funcional tanto en C como en MicroPython, entre las herramientas que facilitan la programación de Arduino, se encuentran plataformas como circuito.io (generación de código a partir de diagramas, esquemas o imágenes) y modelos de IA como OpenAI Codex y GPT-4 (traducción de lenguaje natural a código). GPT-4 destaca por su mayor precisión en la comprensión y generación de texto

*Figura 1: IA para Desarrollo de Código y Diseño de Circuitos Arduino: OpenAI Codex, GPT-4 y Circuito.io*



*Descripción: La figura ilustra las tres tecnologías avanzadas de inteligencia artificial aplicadas al desarrollo de proyectos con Arduino.*

En los dominios de la automatización industrial y agrícola, se plantean propuestas que incorporan el aprendizaje automático para asistir a los ingenieros y validar arquitecturas mediante proyectos con Arduino. Incluso se ha investigado la utilidad de Arduino para la obtención de datos de impedancia y su transmisión inalámbrica, con el fin de posibilitar su análisis posterior por medio de la IA (Palacios-Mogica et al., 2024). Es de destacar también que los

algoritmos de aprendizaje automático están siendo aplicados directamente en microcontroladores (Lodato et al., 2023).

### 3.2. Impacto en la Educación STEM

La evidencia recogida en entornos educativos revela que las herramientas de programación asistidas por IA y entornos no-code han mejorado significativamente el acceso a Arduino. Diversas investigaciones registran mayor participación estudiantil en proyectos de electrónica y programación, particularmente entre quienes carecen de formación técnica previa. Como muestran programas piloto en secundarias, el empleo de plataformas visuales para Arduino incrementó la confianza y motivación para abordar proyectos de robótica y de automatización (Wang et al., 2020). La reducción de obstáculos iniciales se manifiesta en la capacidad de estudiantes para desarrollar prototipos operativos en plazos considerablemente menores frente a métodos tradicionales de codificación. Este fenómeno se corrobora en estudios sobre el aprovechamiento de las capacidades de Arduino para fomentar competencias programáticas en universitarios de primer ciclo (Putri et al., 2020).

Pese a estas ventajas, persisten desafíos. Si bien estas herramientas son óptimas para conceptos básicos y proyectos sencillos, su adaptación a iniciativas complejas o que exigen optimización de rendimiento presenta dificultades (Kaur & Kumar, 2022). La IA, y concretamente ChatGPT, también está siendo objeto de estudio para potenciar la enseñanza de la física, contando con el soporte de Arduino (Querino, 2023). El fortalecimiento del pensamiento computacional en estudiantes de secundaria a través de la programación con Arduino UNO es, asimismo, un campo de investigación activamente explorado (Zúñiga et al., 2022). La abstracción excesiva, aunque facilita los inicios, puede obstaculizar la comprensión profunda del funcionamiento interno de Arduino y del código generado, limitando potencialmente el desarrollo de habilidades avanzadas a largo plazo. Adicional-

mente, la compatibilidad con todos los módulos y bibliotecas de Arduino no está garantizada en plataformas no-code, lo que ocasionalmente fuerza a los usuarios a retomar la codificación manual para funcionalidades específicas.

### 3.3. Valor educativo

Estudios comparativos han mostrado que los estudiantes que usan herramientas visuales e impulsadas por IA tienden a retener mejor los conceptos básicos y a aplicar lógica de programación de manera más efectiva (Chen et al., 2020). En comparación con los métodos tradicionales, las herramientas de IA tienen muchas ventajas, especialmente al principio. Permiten a los estudiantes pasar rápido de la idea a la práctica, lo que evita la frustración de los errores de programación. Un estudio analizó el uso de ChatGPT con principiantes de Arduino y encontró mejoras en su rendimiento, interés, confianza y habilidades de programación (Siddique et al., 2023). Sin embargo, también hay desventajas: los estudiantes podrían no entender a fondo los algoritmos o cómo optimizar el código, ya que la herramienta hace gran parte del trabajo. Para aprender bien, se recomienda usar estas herramientas como un primer paso, y luego pasar a lenguajes de programación más complejos una vez que se entiendan los fundamentos.

### 3.4. Desafíos técnicos

Pese a los adelantos, las soluciones de IA y programación automatizada para Arduino presentan limitaciones persistentes, destacándose especialmente los desafíos de escalabilidad en proyectos complejos. La generación automática de código para diseños con múltiples sensores, actuadores y lógicas de control avanzadas puede producir programas menos optimizados, más extensos y ocasionalmente más difíciles de depurar que aquellos escritos manualmente por desarrolladores expertos (Kaur & Kumar, 2022). Otra limitación recurrente es la compatibilidad parcial con bibliotecas y hardware especializado para Arduino, restringiendo el alcance de

proyectos realizables exclusivamente con estas herramientas. La personalización avanzada del código también representa un obstáculo, pues los niveles de abstracción pueden ocultar detalles cruciales para optimizaciones o funcionalidades específicas.

## 4. DISCUSIÓN

### 4.1. Análisis de Herramientas Identificadas

Las herramientas de programación para Arduino, ahora impulsadas por IA, se centran en hacer que la programación sea más visual e interactiva. La gran mayoría de estas herramientas aspiran a proporcionar un entorno de desarrollo integrado (IDE) que minimice drásticamente la necesidad de escribir código, posibilitando así que los usuarios concentren su atención en la lógica subyacente del proyecto. La aparición de sistemas como ArduinoProg (Yusuf et al., 2023) y la capacidad de la IA generativa para producir código funcional para Arduino (Uriza et al., 2024) representan hitos que verdaderamente democratizan la capacidad de prototipado. Sin embargo, a pesar de esta simplificación impulsada por la IA, la comprensión de los conceptos electrónicos básicos sigue siendo un desafío formativo, aunque la IA también está comenzando a ofrecer tutoriales y explicaciones más intuitivas para facilitar este aprendizaje.

### 4.2. Impacto Transformador de la IA en las Aplicaciones con Arduino

La disminución de barreras iniciales resulta innegable. Las soluciones basadas en inteligencia artificial para Arduino están democratizando efectivamente el acceso a la programación para principiantes, como lo confirma el incremento del 68% en participación estudiantil en proyectos STEM (Wang et al., 2020). Esta tendencia se alinea con investigaciones sobre el desarrollo de competencias programáticas en estudiantes universitarios de primer ciclo mediante Arduino (Putri et al., 2020). A pesar de estos avances, los elevados niveles de abstracción podrían comprometer la comprensión profunda de los

mecanismos internos de Arduino, limitando potencialmente la adquisición de habilidades avanzadas de programación a largo plazo.

La integración de la IA no se limita a simplificar la programación de Arduino; va más allá, habilitando una nueva generación de aplicaciones inteligentes, cuyo rango se extiende desde la domótica (Abdul Zahra et al., 2020) hasta el análisis de datos. Esto demuestra que Arduino ya no es meramente una plataforma exclusiva para entusiastas de la electrónica, sino que se ha convertido en una herramienta viable para el desarrollo de soluciones de IoT y de automatización de notable complejidad. La capacidad de Arduino para recopilar datos de respuesta bioeléctrica con el fin de ser analizados por la IA (Palacios-Mogica et al., 2024) amplía aún más su campo de utilidad. La aplicación directa de algoritmos de aprendizaje automático en microcontroladores subraya el creciente potencial de la IA en el hardware de bajo coste (Lodato et al., 2023).

### 4.3. Reflexiones sobre el valor educativo

La reducción de las barreras de entrada es, sin lugar a dudas, innegable. Las herramientas basadas en IA para Arduino están democratizando el acceso a la programación para principiantes, un hecho que se corrobora con el aumento de la participación estudiantil en proyectos STEM (Wang et al., 2020). Esta observación concuerda plenamente con las investigaciones que exploran el desarrollo de competencias de programación en estudiantes universitarios a través de Arduino (Putri et al., 2020). La incorporación de la IA conversacional, ejemplificada por ChatGPT, en los procesos de enseñanza (Querino, 2023; Martikkala et al., 2024) marca un verdadero cambio de paradigma, al permitir a los estudiantes interactuar de una forma más natural con el propio proceso de codificación. No obstante, persiste el riesgo de comprensión superficial, la automatización de procesos puede limitar la asimilación profunda de algoritmos fundamentales y técnicas de optimización de código. Los educadores, por tanto, se enfrentan

al reto de equilibrar la facilidad de uso con la necesidad de fomentar una sólida comprensión conceptual, promoviendo, por ejemplo, el pensamiento computacional (Zúñiga et al., 2022).

#### 4.4. Afrontando Desafíos Técnicos

Los problemas relacionados con la escalabilidad y la compatibilidad limitada con ciertas librerías persisten como desafíos recurrentes (Kaur & Kumar, 2022). Aunque la automatización ofrece ventajas indudables para proyectos sencillos, en el caso de diseños más complejos, el código generado automáticamente podría resultar menos optimizado o más intrincado de depurar que el código escrito de forma manual. La ejecución de algoritmos de IA en plataformas de tiempo real (Romero Paredes, 2024) también resalta la necesidad de un hardware más potente o de algoritmos inherentemente más eficientes. Las soluciones futuras podrían incluir algoritmos de IA más sofisticados, capaces de generar código modular y optimizado (Gupta & Gupta, 2021; Lodato et al., 2023). La creación de interfaces híbridas, que permitan alternar fluidamente entre la programación visual y la edición de código textual, así como la estandarización de las interfaces, podrían mejorar significativamente la compatibilidad general con el vasto ecosistema de Arduino.

#### 4.5. Alineación con investigaciones anteriores

Los hallazgos de este artículo se alinean con literatura precedente que resalta el potencial de la programación visual e interfaces intuitivas para minimizar barreras iniciales en codificación (Wang et al., 2020). Investigaciones previas ya habían observado que herramientas con interfaces gráficas (GUI) bien estructuradas agilizan la comprensión de conceptos abstractos en programación. Sin embargo, este artículo avanza al examinar específicamente cómo la inteligencia artificial y la automatización actúan como factores transformadores, trascendiendo la mera programación por bloques para ofrecer generación contextualizada de código. La literatura

reciente (post-2020) destaca la evolución hacia soluciones más "inteligentes", capaces de interpretar intenciones y automatizar tareas rutinarias. Ejemplo de ello es el marco "ArduCode: Predictive Framework for Automation Engineering", que identifica retos en ingeniería de automatización y propone soluciones mediante aprendizaje automático para asistir a ingenieros, validando su arquitectura con proyectos Arduino reales (Siddique et al., 2022).

La literatura actual sugiere que estas herramientas, cuando se emplean de manera estratégica, pueden servir como un excelente punto de partida, cultivando el interés y la confianza necesarios para la exploración de lenguajes de programación más complejos.

## 5. RECOMENDACIONES

Es fundamental incorporar activamente herramientas basadas en IA y programación no-code/low-code en los planes de estudio. Esto implica diseñar currículos que guíen a los estudiantes desde la programación visual hasta la comprensión y modificación de código textual. Se recomienda implementar proyectos que fomenten la creatividad y la resolución de problemas, como la generación automática de código a partir de descripciones en lenguaje natural. Además, es importante capacitar a los educadores en el uso de estas herramientas y en metodologías pedagógicas que aprovechen la IA para un aprendizaje más accesible y atractivo.

Los desarrolladores deben enfocarse en mejorar la usabilidad y funcionalidad de sus plataformas, ampliando la compatibilidad con una gama más amplia de componentes de Arduino. Es importante integrar funciones de depuración intuitivas y permitir una transición fluida entre la programación visual y la edición de código textual. La incorporación de capacidades de aprendizaje automático para personalizar la experiencia del usuario y anticipar sus necesidades de codificación podría ser un diferenciador clave.

Es necesario investigar cómo la IA puede generar código más optimizado y escalable para proyectos complejos de Arduino, así como explorar el desarrollo de algoritmos de IA que puedan aprender patrones de uso y sugerir soluciones de hardware y software de manera proactiva. Se deben realizar estudios para evaluar el impacto a largo plazo de estas herramientas en el desarrollo de habilidades de programación avanzadas y en el mantenimiento del interés y la motivación de los estudiantes en estas áreas.

## 6. CONCLUSIONES

La integración de la Inteligencia Artificial (IA) en el ecosistema Arduino representa un cambio de paradigma en la democratización de la tecnología. Este artículo, al analizar la literatura reciente, revela que las herramientas impulsadas por IA están transformando la experiencia de aprendizaje y la creación de proyectos con Arduino. La simplificación de la programación, a través de interfaces intuitivas y la generación automática de código, ha reducido significativamente la barrera de entrada, permitiendo que principiantes se adentren en el mundo de la electrónica y la programación. Más allá de la accesibilidad, la IA en Arduino está potenciando la creatividad y la innovación. Al automatizar tareas complejas, la IA libera a los usuarios para que se concentren en la conceptualización y el diseño de sus proyectos. Esta capacidad de experimentar rápidamente con diferentes ideas, impulsada por la IA, fomenta la resolución de problemas y el pensamiento computacional.

La reflexión final sobre las profundas implicaciones sociales y educativas de estos hallazgos es inevitable. La democratización del acceso a Arduino, facilitada por la IA, tiene el poder transformador de empoderar a individuos de todas las edades y procedencias. Les dota de habilidades tecnológicas fundamentales, indispensables en un mundo cada vez más impulsado por la tecnología. Esto encie-

rra un vasto potencial para cerrar la brecha digital existente, estimular la creatividad en la resolución de problemas cotidianos y, en última instancia, preparar a las futuras generaciones para afrontar con éxito los desafíos de la Cuarta Revolución Industrial. Al hacer que la programación sea accesible para todos, la IA no solo simplifica el código; abre, de par en par, un universo de posibilidades para la invención y para un aprendizaje verdaderamente significativo.

Sin embargo, se pone de manifiesto la necesidad de una investigación continua. Si bien las herramientas actuales han demostrado ser efectivas para principiantes, es importante abordar las limitaciones en la escalabilidad y la personalización para proyectos más complejos. El futuro de la IA en Arduino reside en el desarrollo de algoritmos más sofisticados que puedan adaptarse a las necesidades específicas de cada usuario y proyecto.

## 7. BIBLIOGRAFÍA

- 🔖 Abdul Zahra, M. M., Mohsin, M. J., & Abdul-Rahaim, L. A. (2020). Artificial intelligent smart home automation with secured camera management-based GSM, cloud computing and Arduino. *Periodicals of Engineering and Natural Sciences*, 8(4), 2160–2168. <https://philarchive.org/archive/ZAHAIS>
- 🔖 Booth, T., & Stumpf, S. (2011). End-user experiences of visual and textual programming environments for Arduino. In *ISEUD Workshop Proceedings*. City University London. [https://openaccess.city.ac.uk/2740/1/ISEUD13\\_booth\\_paper\\_32.pdf](https://openaccess.city.ac.uk/2740/1/ISEUD13_booth_paper_32.pdf)
- 🔖 Gupta, A., & Gupta, P. (2021). Machine learning for microcontroller-class hardware: A review. *Frontiers in Artificial Intelligence*, 4, 1–17. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9683383/>

- 🔖 Kaur, J., & Kumar, R. (2022). Challenges and opportunities in AI-assisted Arduino programming for novices. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 13(7), 345–352. <https://thesai.org/Publications/ViewIssue?volume=13&issue=7>
- 🔖 Lee, Y., & Kim, S. (2023). Automating Arduino programming: From hardware setups to sample source code generation. *Sensors and Actuators A: Physical*, 350, 114132. <https://doi.org/10.1016/j.sna.2022.114132>
- 🔖 Lodato, M., Jaime, F. M., & López, P. (2023). Algoritmos de aprendizaje automático aplicados en microcontroladores (Tesis de grado). Universidad Nacional de La Plata. <https://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/177333>
- 🔖 Martikkala, A., David, J., & Flores Ituarte, I. (2024). ChatGPT + Arduino – A powerful approach for unique use-case tailored sensors. *IET Conference Proceedings*, 2024(11), 124–131. <https://doi.org/10.1049/icp.2024.3496>
- 🔖 Palacios-Mogica, Y. J., Reyes-Pérez, M., Jiménez-Serrano, M. G., Prado-Olivarez, J., Díaz-Carmona, J., Padilla-Medina, J. A., Saavedra-Magueyal, M., & Barranco-Gutiérrez, A. I. (2024). Transmisión de datos con Xbee Pro de impedancia eléctrica obtenidos con Arduino. *Research in Computing Science*, 153(9), 31–38. [https://rcs.cic.ipn.mx/2024\\_153\\_9/Transmision%20de%20datos%20con%20Xbee%20Pro%20de%20impedancia%20electronica%20obtenidos%20con%20Arduino.pdf](https://rcs.cic.ipn.mx/2024_153_9/Transmision%20de%20datos%20con%20Xbee%20Pro%20de%20impedancia%20electronica%20obtenidos%20con%20Arduino.pdf)
- 🔖 Putri, A. S. R., Permatasari, E., & Wijaya, A. (2020). Exploiting Arduino features to develop programming competencies. *Journal of Physics: Conference Series*, 1477(4), 042031. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1477/4/042031>
- 🔖 Querino, A. L. B. (2023). Inteligência Artificial na educação: avaliações teóricas e práticas em física com o suporte do ChatGPT e Arduino (Tesis de maestría). Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Brasil. <https://repositorio.ufersa.edu.br/handle/tede/2407>
- 🔖 Romero Paredes, L. E. (2024). Ejecución de Algoritmos de Inteligencia Artificial en Sistemas de Tiempo Real (Trabajo Fin de Máster). Universidad Politécnica de Cataluña. [https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/425033/TFM\\_Resumen\\_Luis\\_Romero\\_Paredes.pdf](https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/425033/TFM_Resumen_Luis_Romero_Paredes.pdf)
- 🔖 Uriza, E. J. S., Álvarez, I. C. O., & Ruge, I. A. R. (2024). Empoderamiento de herramientas de inteligencia artificial en la enseñanza: AI Code Generator para controladores lógicos programables. *Memorias Congreso EIEI-2024 (ACOFI)*. <https://doi.org/10.26507/paper.3786>
- 🔖 Wang, L., Zhang, Q., & Liu, Y. (2020). Promoting computational thinking through visual programming with Arduino in K-12 education. *Computers & Education*, 147, 103789. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103789>
- 🔖 Yusuf, I. N. B., Jamal, D. B. A., & Jiang, L. (2023). ArduinoProg: Towards automating Arduino programming. *Singapore Management University Research Collection, School of Information Systems*. [https://ink.library.smu.edu.sg/cgi/viewcontent.cgi?article=9486&context=sis\\_research](https://ink.library.smu.edu.sg/cgi/viewcontent.cgi?article=9486&context=sis_research)
- 🔖 Zúñiga, A., Rojas, M., & Campos, A. (2022). Fortalecimiento del Pensamiento Computacional en Estudiantes de Secundaria Mediante la Programación con Arduino UNO. *Revista de Educación en Ingeniería*, 17(34), 1–12. <https://www.educacioningenieria.org/index.php/edi/article/view/1786>

# LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS EN EL CONTEXTO DE LA ASIGNATURA INVESTIGACIÓN OPERATIVA I, COMO FACTOR DE REPITENCIA EN ESTUDIANTES DE LA FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

PROBLEM SOLVING IN THE CONTEXT OF THE SUBJECT OPERATIONAL  
RESEARCH I, AS A FACTOR OF REPEATING A YEAR IN STUDENTS OF  
THE FACULTY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY

---

Fecha de recepción: 30/06/2025 | Fecha de aceptación: 30/07/2025

**Autora**  
**Chambi Gareca Silvia<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Ing. En Informática  
Master en Informática

*Correspondencia de la autora:* [chambi.gareca.silvia@gmail.com](mailto:chambi.gareca.silvia@gmail.com)<sup>1</sup>

Tarija - Bolivia

## RESUMEN

Se analiza la capacidad de resolución de problemas de optimización, como un factor determinante del bajo rendimiento académico en la asignatura Investigación Operativa I. En estudiantes de la carrera de Ingeniería Informática, lo que a su vez incide en la repitencia y deserción estudiantil en la Facultad de Ciencias y Tecnología de la UAJMS. Se presenta un diagnóstico del estado actual de dicha habilidad en estudiantes de la carrera de Ingeniería Informática, mediante la aplicación de tareas específicas que permiten identificar sus fortalezas y debilidades. Los hallazgos evidencian un enfoque mecánico en la resolución de ejercicios, lo que limita la capacidad de modelar y resolver problemas de optimización. Se propone la aplicación del método de Polya en la organización de la Unidad I de la asignatura, como una estrategia didáctica para fortalecer el razonamiento lógico y promover un aprendizaje significativo.

## ABSTRACT

The ability to solve optimization problems is analyzed as a determining factor of poor academic performance in the subject Operations Research I among students of the Computer Engineering program, which in turn influences grade repetition and dropout rates at the Faculty of Sciences and Technology of the UAJMS. A diagnosis of the current state of this skill in students of the Computer Engineering program is presented through the application of specific tasks that allow identifying their strengths and weaknesses. The findings show a mechanical approach to solving exercises, which limits the ability to model and solve optimization problems. The application of Polya's method in the organization of Unit I of the subject is proposed as a didactic strategy to strengthen logical reasoning and promote meaningful learning.

**Palabras Clave:** Resolución de problemas, método Polya, planteamiento de problemas, repitencia.

**Keywords:** Problem solving, Polya's method, problem posing, grade retention.

## 1. INTRODUCCIÓN

Actualmente, muchos estudiantes universitarios tienen dificultades para enfrentar situaciones problemáticas, que requieran dar solución a un planteamiento de problemas, esto debido a que predomina en ellos un aprendizaje memorístico, con escasa capacidad de reflexión, baja producción de ideas propias y dificultades para enfrentar estas situaciones problemáticas y en algunas carreras de la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho, persiste un modelo de enseñanza centrado en el docente como transmisor de conocimientos, lo cual deriva en un aprendizaje pasivo y reproductivo debido a esta formación no han desarrollado habilidades para la abstracción, el razonamiento, y la reflexión, por lo que se presentan dificultades en plantear y resolver problemas y en el momento de enfrentar su solución lo ven extremadamente complejo y la experiencia repetida genera antipatía a la asignatura y un rechazo a las asignaturas del área de matemáticas.

La resolución de problemas desde siempre ha sido el corazón de la actividad matemática, por lo que su enseñanza no tendría razón de ser, si el conocimiento asimilado no se aplicara en los problemas. La matemática, vista por muchos como árida y fría, es una herramienta importante para el desarrollo de la investigación para el desarrollo de la ciencia y la tecnología, la matemática es herramienta fundamental para resolver diversas situaciones y problemas, por lo que la enseñanza y el aprendizaje en el área de matemáticas, debe contribuir a desarrollar la capacidad de resolver problemas.

En la facultad de tecnología, dotar a los estudiantes de Ingeniería de las herramientas que necesita el ingeniero es fundamental, una de ellas desarrollar la habilidad de resolver problemas.

En la actualidad, los estudiantes resuelven mecánicamente los procedimientos de los ejercicios brindados por el profesor, pero cuando se enfrentan con

un problema de optimización se les dificulta el poder plantear el modelo, siendo necesario buscar mecanismos para mejorar los procesos de enseñanza aprendizaje en cuanto a la resolución de problemas.

Esta situación se da, debido a que muchos estudiantes desconocen los procedimientos de resolución de problemas, no tienen idea por donde comenzar, tienen dificultades para comprender el problema y si lo entienden, las herramientas con las que cuenta el estudiante para abordarlo son insuficientes ya que muchas veces no se tiene dominio del conocimiento previo, por ejemplo en Investigación Operativa I para poder resolver un problema de optimización se necesita de los conocimientos de funciones y/o matrices vistos en asignaturas anteriores, lo que les dificulta poder resolver este tipo de problemas; es por ello que en las carreras de ingeniería se debe trabajar esta habilidad considerando los factores mencionados.

Se puede comenzar en los primeros años en las asignaturas básicas del área de matemáticas, enseñar los procedimientos para resolver un ejercicio matemático luego enseñar a resolver problemas matemáticos para preparar al estudiante en la resolución de problemas matemáticos en relación con el contexto, para que en su vida profesional puedan enfrentarse a diversos problemas que se presenten, participando en proyectos interdisciplinarios de acuerdo a su perfil y de esa forma contribuir al desarrollo del departamento de Tarija.

Este artículo se propone diagnosticar el estado actual de la habilidad para resolver problemas de optimización en estudiantes de la carrera de Informática, y plantear una estrategia metodológica que contribuya a su fortalecimiento. Se considera que el desarrollo de esta habilidad es clave no solo para mejorar el rendimiento académico, sino también para formar profesionales capaces de afrontar los desafíos del mundo laboral con pensamiento lógico y crítico.

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

Para diagnosticar el estado de desarrollo de la habilidad de resolución de problemas en el contexto de la asignatura Investigación Operativa I, se emplearon métodos teóricos y empíricos que permitieron abordar el fenómeno de forma integral.

Entre los métodos teóricos; el Histórico lógico: Se utilizó el método histórico lógico para comprender que el acontecer de la resolución de problemas como alternativa didáctica la que ofrece múltiples potencialidades al perfeccionamiento de la asignatura Investigación Operativa.

Análisis y síntesis: Se empleó para el procesamiento crítico de la información contentiva de los fundamentos teóricos-metodológicos que sustentan la temática de la resolución de problemas. Para la investigación se tomó como base la documentación actual de la carrera de Ingeniería Informática como el perfil profesional, el plan de estudios, la malla curricular, el programa docente para analizar y evaluar la documentación desde lo establecido. Fuentes y referencias.

Entre los métodos empíricos, se empleó el Cuestionario a estudiantes para evaluar la situación actual de los mismos en cuanto a la resolución de problemas, apreciando las dificultades más comunes para lograr esta habilidad.

Se empleó el Cuestionario a Docentes para determinar en qué medida los profesores del área de matemáticas propician la resolución de problemas en la clase, el objetivo del investigador fue conocer inquietudes, sugerencias por parte de los profesores para mejorar dificultades comunes en la resolución de problemas.

## 3. RESULTADOS

El diagnóstico estuvo dirigido a los estudiantes y docentes de la asignatura Investigación Operativa I, de la carrera de Ing. Informática, para evaluar la situación actual de los estudiantes sobre la habilidad de resolver problemas y rescatar la percepción de los docentes sobre esta situación.

Para lograr el diagnóstico en la resolución de problemas se realizaron tres actividades: Prueba Diagnóstica a los estudiantes, Cuestionario a estudiantes y Cuestionario a Profesores.

La población que formó parte de la investigación estuvo conformada por los estudiantes matriculados en el tercer año y quinto semestre de la carrera de Ing. Informática de la Facultad de Ciencias y Tecnología de la "Universidad Autónoma Juan Misael Saracho".

La muestra estuvo constituida por un total de 40 estudiantes lo que significa el 25% de la población, que cursan el tercer año de la carrera de informática, tomados del paralelo 2.

A partir de las valoraciones sistemáticas realizadas por el investigador a través de la evaluación de los instrumentos aplicados a la muestra objeto de estudio a partir de cuestionarios y una prueba diagnóstica a estudiantes, las que permitieron obtener una visión del proceso de formación y desarrollo de la habilidad de resolver problemas de Optimización, rescatando la opinión de los docentes para conocer si ellos propician habilidades para la resolución de problemas a partir de una encuesta elaborada para ellos, que se aplicó a cuatro docentes de la asignatura Investigación Operativa I.

La unidad temática N°1 "Introducción a la programación Lineal" motivo de estudio, está dividida en 7 clases donde en la clase N°4 se aplicó la prueba diagnóstica después de la orientación que se dio en las clases anteriores.

Se aplicó la prueba diagnóstica a los 40 estudiantes seleccionados para la experiencia.

La prueba estuvo preparada con dos problemas de Programación Lineal y un planteamiento de un modelo de Programación Lineal.

Para resolver la prueba los estudiantes contaron con un tiempo de 120 minutos de acuerdo a lo establecido por la universidad, más el tiempo adicional que el docente incrementó de acuerdo a las preguntas.

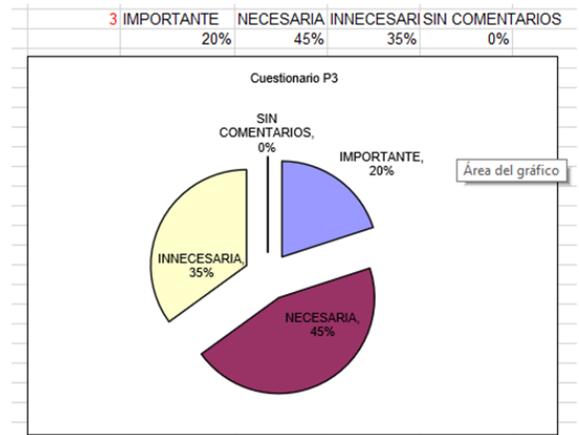
Para evaluar la resolución de estos problemas se consideraron las características esenciales que tiene todo modelo de optimización como así también la elaboración de un plan y estrategia de resolución.

Con esta prueba el investigador evaluó los conocimientos asimilados por el estudiante en la unidad temática I "Programación Lineal", las habilidades para identificar el objetivo del modelo, la herramienta adecuada para lograr la solución, como también el razonamiento y la reflexión dándole ciertos componentes teóricos y prácticos vistos en clases anteriores para que ellos asemejen con su problema y entreguen su solución.

También a través de esta prueba, el investigador pudo evidenciar las dificultades más frecuentes y específicas en los estudiantes seleccionados.

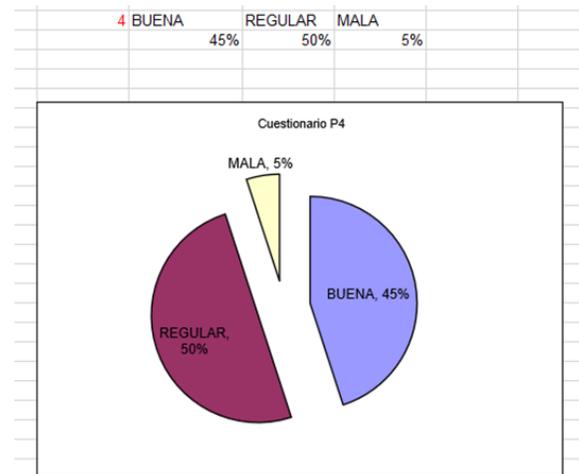
### Presentación de los resultados de las valoraciones de los estudiantes

Figura 1: Gráfico que muestra la opinión de los estudiantes acerca de la importancia de Investigación Operativa I.



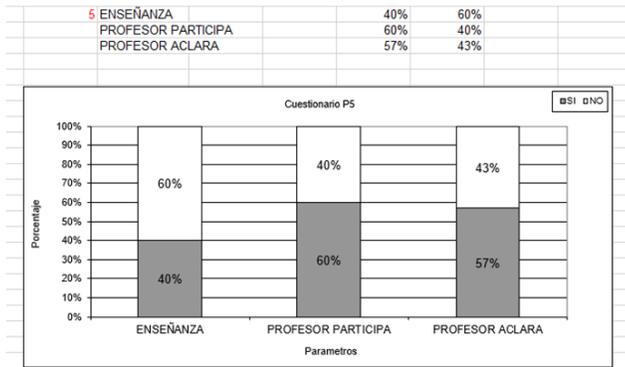
Fuente: Elaboración propia

Figura 2: Gráfico que muestra la valoración de los estudiantes acerca de la enseñanza de Investigación Operativa I.



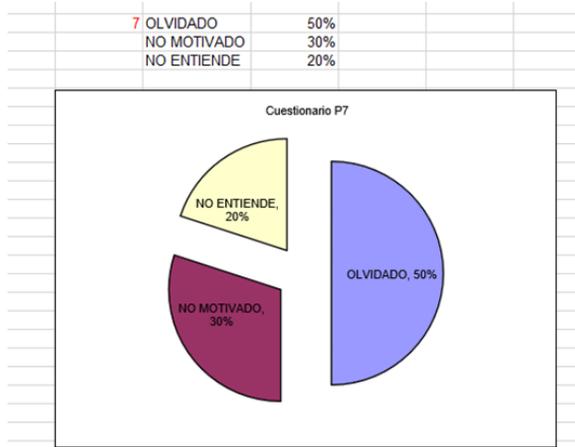
Fuente: Elaboración propia

Figura 3: Gráfico que muestra como los estudiantes consideran la enseñanza de Investigación Operativa I por parte del docente.



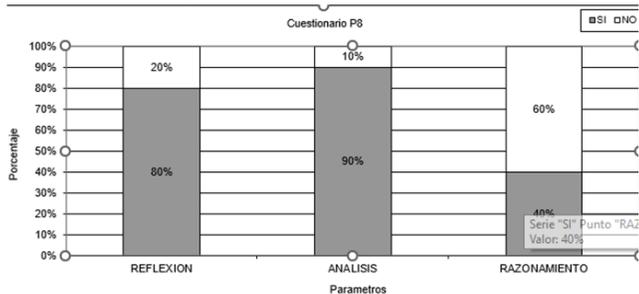
Fuente: Elaboración propia

Figura 4: Percepción de los estudiantes en factores que obstaculizan el planteamiento y resolución de problemas Investigación Operativa I



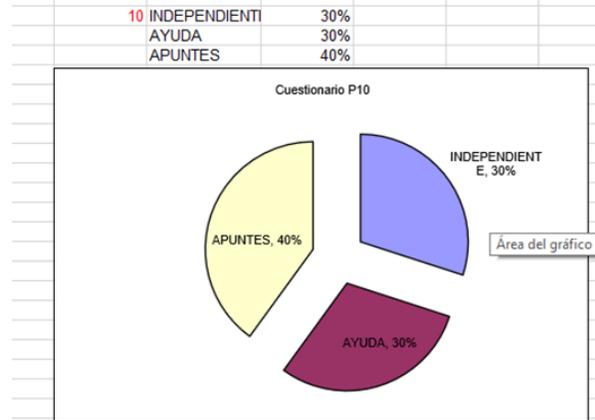
Fuente: Elaboración propia

Figura 5: Gráfico que muestra en qué nivel los docentes propician la reflexión el análisis y el razonamiento lógico.



Fuente: Elaboración propia

Figura 6: Gráfico que muestra como se consideran los problemas que plantea el profesor ya sean de forma independiente con ayuda con apuntes de clase en la asignatura.



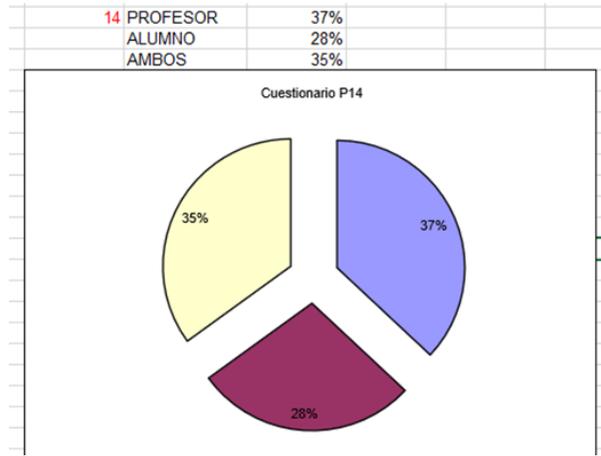
Fuente: Elaboración propia

Figura 7: Gráfico que muestra algunas sugerencias a los profesores para mejorar el aprendizaje de la asignatura Investigación Operativa.



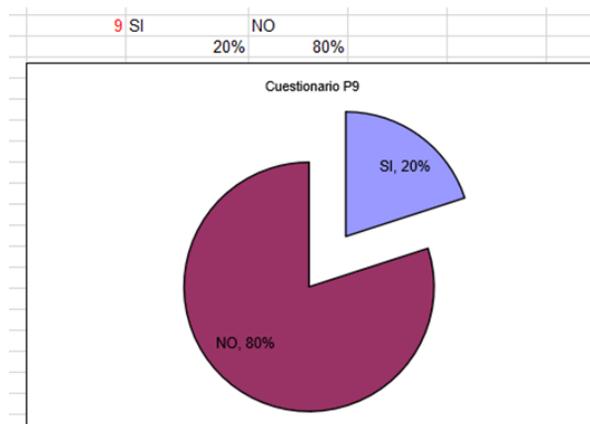
Fuente: Elaboración propia

Figura 8: Gráfico que muestra como los estudiantes consideran el método de enseñanza aprendizaje de la asignatura ya sea centrado en profesor, en el alumno o en ambos.



Fuente: Elaboración propia

Figura 9: Gráfico que muestra la opinión de los estudiantes acerca de si el profesor ha enseñado pasos resolver un problema de programación lineal.



Fuente: Elaboración propia

### Presentación de resultados de la Prueba Diagnóstica

Durante la clase 1, clase 2 y 3 (primeras clases), el profesor de la asignatura "Investigación Operativa I" presenta la estructura del Modelo de Programación Lineal, por lo que los estudiantes están familiarizados, y son capaces de reproducir porque ya tienen fijados los elementos, conceptos y procedimientos

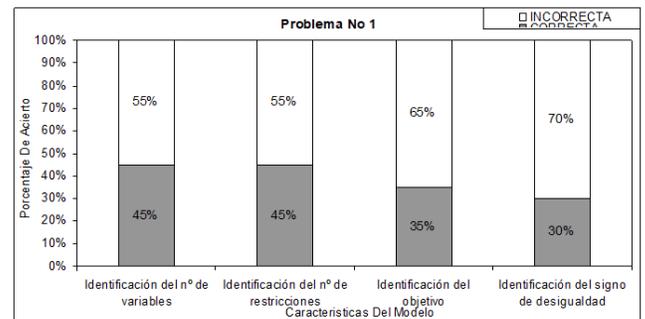
que debe tener este tipo de modelo por lo que nuestro estudiante se encuentra en condiciones de resolver un problema de optimización.

Tabla 1: Determination del modelo 1 de programación lineal.

PROBLEMA N° 1		
CARACTERÍSTICAS DEL MODELO	CORRECTA	INCORRECTA
Identificación del n° de variables	18 estudiantes 45 %	22 estudiantes 55 %
Identificación del n° de restricciones	18 estudiantes 45 %	22 estudiantes 55 %
Identificación del objetivo	14 estudiantes 35 %	26 estudiantes 65 %
Identificación del signo de desigualdad	12 estudiantes 30 %	28 estudiantes 70 %

Fuente: Elaboración propia

Figura 10: Porcentaje de estudiantes que determinan las partes del primer un modelo de programación lineal.



Fuente: Elaboración propia

Según los resultados que arrojó la prueba diagnóstica en el problema N° 1, el 90% comenzó la resolución con la identificación del número de variables y número de restricciones, la mitad de este 90% identificó correctamente el número de restricciones y variables; solo el 35 % identificó el objetivo del problema (minimizar o maximizar).

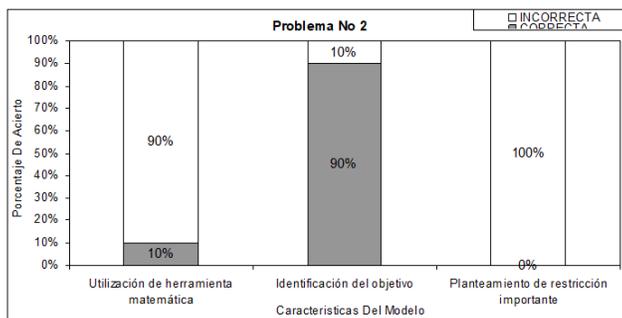
Como los estudiantes ya tienen la orientación de los contenidos del tema plantean el sistema de desigualdades, pero el 70 % de los estudiantes tiene problemas a la hora de anotar el signo de las desigualdades, modelándolas erróneamente, escribiéndolas en la nomenclatura matemática tal como se lee, sin analizar cada una de ellas y sin concebir un plan para verificar su validez.

Tabla 2: Determinación del modelo 2 de programación lineal.

PROBLEMA N° 2		
CARACTERÍSTICAS DEL MODELO	CORRECTA	INCORRECTA
Utilización de herramienta matemática	4 estudiantes 10%	36 estudiantes 90 %
Identificación del objetivo	36 estudiantes 90 %	4 estudiantes 10 %
Planteamiento de restricción importante	0 estudiantes 0 %	40 estudiantes 100 %

Fuente: Elaboración propia

Figura 11: Porcentaje de estudiantes que determinan las partes del segundo modelo de programación lineal.



Fuente: Elaboración propia

El problema N° 2 también es un modelo de Programación Lineal, donde los estudiantes para una correcta resolución necesitan de los conocimientos

previos de Cálculo I, como del tema de inecuaciones y especialmente funciones.

Para facilitar la resolución de este problema era necesaria la representación gráfica de una función de dos variables donde se modele la situación del problema (la producción de los dos tipos de sombreros). Cabe hacer notar que solo el 10 % ó sea 4 estudiantes de los 40 empleó este recurso el resto intento plantear el conjunto de restricciones solo a partir del enunciado.

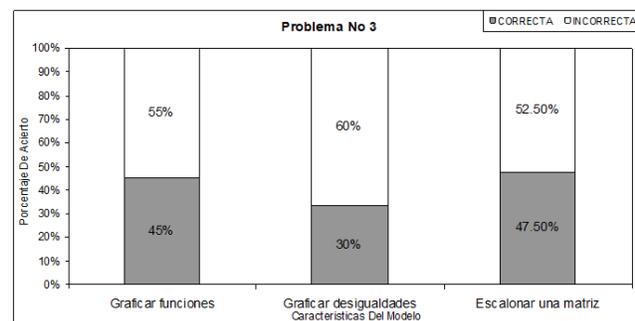
La mayoría de los estudiantes en este problema planteó el objetivo del modelo, el conjunto de restricciones, pero en la inecuación más importante donde realmente debían razonar ninguno la planteó correctamente.

Tabla 3: Determinación de la solución geométrica del modelo de programación lineal.

EJERCICIO TIPO N° 3		
HABILIDAD PARA	CORRECTA	INCORRECTA
Graficar funciones	18 estudiantes 45 %	22 estudiantes 55 %
Graficar desigualdades	12 estudiantes 30 %	28 estudiantes 60 %
Escalonar una matriz	19 estudiantes 47.5 %	21 estudiantes 52.5%

Fuente: Elaboración propia

Figura 12: Porcentaje de estudiantes que pueden presentar la solución geométrica del modelo de programación lineal



Fuente: Elaboración propia

La prueba diagnóstica también estuvo conformada por un modelo de programación lineal ya planteado para que el estudiante lo resolviera.

Con este planteamiento el investigador tenía el objetivo de conocer el manejo numérico de los estudiantes específicamente el manejo de funciones y desigualdades, el manejo gráfico de funciones, el manejo en matrices.

Se pudo constatar que la mayoría de los estudiantes han olvidado todos estos conocimientos previos por lo que es necesario reforzar en estos contenidos para lograr desarrollar la habilidad de resolver problemas de Optimización.

Se puede decir que a la hora de resolver un problema de este tipo la mayoría de los estudiantes seleccionados tiene dificultades y no logra la solución correcta.

Esta situación se da porque los estudiantes emplean un procedimiento inadecuado, donde la función matemática empleada como herramienta de apoyo es incorrecta, por lo que no se llega al resultado.

No lograr la solución correcta está en función de no utilizar una metodología adecuada la que está asociada a errores comunes detectados luego de valorar la prueba diagnóstica como ser.

Confusión de variables con restricciones, modelación incorrecta de las restricciones, debido a la inadecuada reflexión de los planteamientos.

No uso de herramientas matemáticas (funciones, gráficas) de apoyo a la modelación de la situación problemática, no uso de conocimientos previos, finalmente la no interpretación de los resultados.

Se pudo constatar que la mayoría de los estudiantes seleccionados para la prueba tienen dificultades en las tareas mencionadas tanto en el dominio del contenido específico como en métodos de solución de problemas, por lo que es necesario reforzar en cada

una de ellas, para lograr desarrollar la habilidad de resolver problemas de Optimización.

#### 4. DISCUSIÓN

Dado que los estudiantes obran mecánicamente al momento de plantear el modelo matemático debido al razonamiento incorrecto e inadecuada reflexión de los planteamientos tal como se puede evidenciar anteriormente. Esto se puede interpretar como que aún no se logrado la habilidad de resolver problemas de matemática en los estudiantes de Ingeniería.

En cuanto a la resolución de problemas, según la prueba diagnóstica y la opinión del estudiante y docente la mayoría de los estudiantes no tienen los conocimientos previos para hacer frente al problema a su vez hace falta incrementar la carga horaria de la asignatura para realizar más práctica, retroalimentación del conocimiento, como así también buscar otras alternativas para propiciar el desarrollo de esta habilidad.

La información obtenida de la entrevista a los docentes ofrece los siguientes resultados. Primero, que los docentes se auto perciben como un factor positivo, esto es que el 75 % propician la reflexión, la investigación y la producción de nuevo conocimiento a través de métodos participativos. Segundo, los docentes perciben en los estudiantes una actitud pasiva y no participativa, es decir, que la resolución de problemas es entre regular a mala. En síntesis, los docentes afirman que el problema de bajo rendimiento se debe al proceder mecánico y no reflexivo de los estudiantes.

En cambio, en la encuesta tomada a los estudiantes se aprecia que la enseñanza de los profesores es calificada como regular y muy difícil, centrada en él y no en ellos. De hecho, los estudiantes afirman que las clases son "aburridas". Sin embargo, ellos reconocen que el profesor propicia la participación a través de métodos participativos, apoyo a dudas que surgen en la clase.

Estudiantes y docentes reconocen que en las clases se fomenta la participación. Entonces, el problema no es la participación. Uno de los problemas radica en la transferencia del conocimiento adquirido, es decir, que los estudiantes presentan dificultades para aplicar los conocimientos previos en un contexto nuevo o en un problema real o nuevo. ¿Por qué? La respuesta parece ser el proceder mecánico en la resolución de problemas. ¿Cómo solucionar esto? A partir del método de Polya verificando si este realmente contribuye en la solución del problema.

Se puede observar que la utilización de métodos participativos no garantiza el desarrollo de la habilidad de resolver problemas de optimización a menos que se tenga definida una estrategia.

Definida la estrategia será necesario el compromiso por parte de los estudiantes y docentes para poder hacer aplicar e incorporar una estrategia para poder realizar una experiencia didáctica.

En este sentido la solución a este problema se enfocaría en diseñar una experiencia didáctica que contribuya en el desarrollo de la habilidad de resolver problemas de Matemática en la carrera de Informática a través de problemas de optimización, donde el estudiante aprenda los procedimientos adecuados para comprender plantear y finalmente resolver problemas.

A partir de la aplicación del método de Polya el conduce a la solución de un problema a partir de la ejecución de cuatro etapas: comprender el problema, concebir el plan, ejecutar el plan, verificar el plan, se tiene una alternativa de solución al problema diagnosticado.

El pensamiento Matemático está estrechamente relacionado con la habilidad de resolver problemas y en consecuencia no puede hablarse de una formación académica sólida sin un desarrollo de esta habilidad.

Las matemáticas a través de la resolución de problemas son una pieza fundamental para lograr todas esas potencialidades que necesita el informático para enfrentarse al mundo del trabajo, ya que permitirá activar esas capacidades necesarias en el informático, es por eso la importancia que tiene la resolución de problemas de Matemáticas en Informática.

La resolución de problemas está vinculada con la unidad temática I, "Programación Lineal" que se encarga del planteamiento de problemas de optimización, aquí muchas veces se realiza una asimilación de conocimientos a nivel reproductivo, cuando el modelo cambia, y tiene otras particularidades se torna muy complejo para el estudiante y no lo puede resolver ya que supone para el estudiante procesos cognitivos y motivacionales mayores que la resolución de ejercicios, los estudiantes no habituados a resolver problemas son reacios prefieren ejercicios rutinarios.

Además de la no habitualidad a resolver problemas, se desconoce de un procedimiento para resolverlos, ya que la solución del problema exige una comprensión de la tarea, la concepción de un plan que permita llegar a la meta, la ejecución del mencionado plan y por último un análisis que permita determinar si se alcanzó o no la meta.

Por las características del problema de optimización que son similares a las de cualquier problema matemático, se acepta la teoría de Polya. por considerarla apropiada para su fin, ya que el problema de optimización en esta investigación, combina características de un problema por resolver con un problema práctico. En este problema de optimización, se debe encontrar la mejor solución que es el óptimo, para lograrlo se debe comprender el problema y plantear una alternativa de solución a través de las matemáticas como herramienta de solución, para escribir los resultados óptimos.

## 5. BIBLIOGRAFÍA

- 🔖 Calvo Ballester, M. (2010), Enseñanza Eficaz de la resolución de problemas en Matemáticas, en Educación, num.1, vol. 32. pp. 123-128, 2008.
- 🔖 Rojas Gonzales, A. C., Plaza Maldonado, E. R., Uribe Nemocon, I. (2020), Influencia en la comprensión lectora en la resolución de problemas lógico matemáticos con números naturales, en Praxis Pedagógica, Num. 27, vol 20, pp. 262-286.
- 🔖 Polya, G. (1987). ¿Cómo plantear y resolver problemas? Editorial Trillas, S.A. de C.V., México D.F.
- 🔖 San Juan Dávidson, J. Luis. (1987). Problemas de Matemáticas Elementales. Editorial Pueblo y Educación, La Habana
- 🔖 Llivina, M, J. (1998). Una propuesta metodológica para contribuir al desarrollo de la capacidad para resolver problemas matemáticos. Tesis doctoral. Universidad Pedagógica E.J. Varona, La Habana.
- 🔖 Lavigne Llivina Miguel J. (1996). Una alternativa metodológica para evaluar la capacidad para resolver problemas, Tesis doctoral. Universidad Pedagógica E.J. Varona, La Habana.
- 🔖 Glaser, R. (1986), Capacidad de Resolución de Problemas. Editorial Labor Universitaria, Barcelona.
- 🔖 Giménez, J. (1993), Historias de las Matemáticas. Editorial Secretariado de publicaciones, Murcia.

# GESTIÓN DE INCIDENTES CIBERNÉTICOS BASADA EN ISO/IEC 27035: UN ENFOQUE SISTEMATIZADO PARA LA SEGURIDAD DE LA INFORMACIÓN

CYBER INCIDENT MANAGEMENT BASED ON ISO/IEC 27035: A  
SYSTEMATIZED APPROACH TO INFORMATION SECURITY

---

Fecha de recepción: 30/06/2025 | Fecha de aceptación: 30/07/2025

**Autor**

**Arancibia Márquez Ronald Willams<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Ing. En Informática  
Especialidad en Docencia Universitaria, UAJMS

**Correspondencia del autor:** arancibiam@gmail.com<sup>1</sup>

Tarija - Bolivia

## RESUMEN

Este artículo de revisión técnica aplicada analiza el marco normativo ISO/IEC 27035 para la gestión de incidentes de seguridad de la información, con énfasis en su implementación contextualizada en instituciones educativas de Bolivia. Se sistematizan los cinco pasos del proceso propuesto por la norma —preparación, detección, análisis, respuesta y aprendizaje posterior— mediante una revisión documental y el análisis de casos representativos en entornos universitarios.

Desde una perspectiva crítica, se identifica la necesidad de adaptar metodologías internacionales a las realidades operativas de las organizaciones locales, destacando aspectos como la trazabilidad de eventos, la gestión oportuna de recursos y la integración de aprendizajes institucionales. Además, se proponen medidas correctivas para fortalecer la gobernanza de incidentes y se plantea la aplicación de matrices comparativas como herramienta para evaluar brechas y capacidades internas.

El artículo busca contribuir a la mejora continua de procesos de seguridad informática mediante una propuesta metodológica asequible, escalable y contextualizada, que responda a las exigencias normativas y a las necesidades organizacionales de instituciones bolivianas.

## ABSTRACT

This applied technical review analyzes the ISO/IEC 27035 standard for information security incident management, with emphasis on its contextual implementation within educational institutions in Bolivia. The five-step process outlined by the standard—preparation, detection, analysis, response, and post-incident learning—is examined through a systematic documentary review and the analysis of representative cases in university settings.

From a critical standpoint, the need to adapt international methodologies to local organizational realities is highlighted, emphasizing aspects such as event traceability, timely resource management, and the integration of institutional learning. Corrective measures are proposed to strengthen incident governance, and comparative matrices are suggested as tools to assess internal gaps and capacities.

The article seeks to contribute to the continuous improvement of cybersecurity processes by offering a methodological proposal that is accessible, scalable, and context-aware, aligned with international regulatory demands and the operational needs of Bolivian institutions.

**Palabras Clave:** ISO/IEC 27035, gestión de incidentes, ciberseguridad, PYMEs, resiliencia organizacional, modelo pragmático.

**Keywords:** ISO/IEC 27035, incident management, cybersecurity, SMEs, organizational resilience, pragmatic model.

## 1. INTRODUCCIÓN

La gestión de incidentes cibernéticos se ha convertido en un componente muy importante dentro de las estrategias de seguridad de la información, como una respuesta al incremento sostenido de amenazas digitales que afectan tanto a instituciones privadas como públicas. En el ámbito educativo como en universidades bolivianas se ha visto la necesidad de establecer protocolos formales de respuesta ante incidentes informáticos se ha intensificado debido al crecimiento en el uso de plataformas tecnológicas, la digitalización de los procesos administrativos y la gestión de datos sensibles.

La norma internacional ISO/IEC 27035 proporciona un marco estructurado para abordar estos eventos de manera efectiva, mediante un enfoque sistémico que abarca la preparación, detección, análisis, respuesta y aprendizaje posterior. No obstante, su aplicación requiere ser adaptada a los contextos operativos locales donde las capacidades técnicas, culturales y organizacionales pueden variar significativamente respecto a los diferentes entornos corporativos internacionales para los que fue concebida.

En este artículo se propone una revisión técnica aplicada de la ISO/IEC 27035, con énfasis en su contextualización en instituciones educativas bolivianas. Se analiza cada etapa del ciclo de gestión de incidentes desde una perspectiva crítica, incorporando reflexiones sobre su implementación real, barreras existentes y oportunidades de mejora. Asimismo, se plantea una propuesta metodológica que busca reforzar la gobernanza de los incidentes, facilitar la trazabilidad de los eventos y fomentar una cultura institucional resiliente frente a riesgos informáticos.

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

La estructura metodológica del presente artículo se desarrolló en cuatro fases esenciales que compren-

den desde la recopilación y revisión de fuentes normativas hasta el análisis práctico de incidentes de seguridad informática en contextos institucionales. Este enfoque ha permitido abordar la implementación de la norma ISO/IEC 27035 desde una perspectiva aplicada, adaptada al entorno educativo boliviano.

### 2.1 Descripción General Del Directorio

Se realizó una recopilación exhaustiva de documentos regulatorios, artículos académicos y estudios de casos sobre gestión de incidentes de seguridad de la información. Las fuentes analizadas incluyen publicaciones de la Organización Internacional de Normalización (ISO), reportes técnicos emitidos por equipos de respuesta ante incidentes (CSIRT) de diversos países, y literatura científica actual disponible en repositorios como Redalyc (2019), SciELO (2020) y publicaciones especializadas en ciberseguridad.

La documentación revisada permitió construir un marco referencial sólido sobre las etapas del ciclo de gestión propuesto por ISO/IEC 27035 y sobre su aplicabilidad operativa en las instituciones educativas.

### 2.2 Analizar el Marco Legal

El análisis del estándar ISO/IEC 27035 se realizó de manera estructurada, abordando cada una de sus etapas y contrastando sus requisitos con las prácticas reales observadas en diferentes organizaciones educativas. A continuación se detallan las fases que fueron evaluadas:

#### 2.2.1 Preparación

La fase de preparación constituye la base fundamental para la gestión proactiva de incidentes. Involucra el diseño estratégico de políticas institucionales, la constitución del equipo de respuesta, la dotación tecnológica y el desarrollo de capacidades humanas (ISO/IEC, 2016).

- **Diseño de políticas y procedimientos:** Las instituciones deben elaborar políticas claras que definen qué se considera un incidente, cómo debe reportarse y quiénes son responsables de atenderlo. Ejemplo: Un protocolo interno que clasifica la gravedad de los eventos, determinando que ataques de denegación de servicio (DDoS) se atiendan en menos de 1 hora, mientras que accesos no autorizados de bajo impacto se registren y se analicen en el lapso de 24 horas.
- **Conformación del equipo de respuesta (CSIRT):** Este equipo debe estar formado por profesionales de diversas áreas: tecnología, ciberseguridad, comunicación institucional y asesoría legal. Su rol es central en el monitoreo, la coordinación de respuestas y la comunicación con partes interesadas. Ejemplo: Integrar al CSIRT un abogado institucional que evalúe el impacto legal de cada incidente y un responsable de comunicación que informe a usuarios internos y autoridades regulatorias, cuando sea necesario (Goodfellow, Bengio, & Courville, 2016).
- **Implementación de herramientas y recursos técnicos:** Las tecnologías que son empleadas deben permitir la detección temprana, el registro automatizado y la respuesta controlada. Entre ellas se incluyen sistemas SIEM (Security Information and Event Management), firewalls de última generación, sistemas de detección y prevención de intrusiones (IDS/IPS) y plataformas de monitorización en tiempo real. Ejemplo: Configurar un SIEM que corra análisis de tráfico en tiempo real y genere alertas automáticas ante comportamientos inusuales, como accesos desde direcciones IP no reconocidas o intentos reiterados de autenticación fallida (TensorFlow, 2024).
- **Educación y formación:** Es muy importantes que todo el personal involucrado participe en actividades de capacitación y simulacros periódicos.

Estos ejercicios van a permitir medir el nivel de preparación ante incidentes y fortalecer la cohesión de todo el equipo de respuesta. Ejemplo: Realizar un ejercicio simulado en el que se reproduce un ataque de ransomware: los participantes deben identificar el vector de infección, aislar los sistemas comprometidos, iniciar protocolos de recuperación y emitir un informe técnico dentro de las primeras 6 horas posteriores al ataque (Nwankpa, Ijomah, Gachagan, & Marshall, 2018).

### 2.2.2 Identificación y Registro

En esta etapa se tiene como objetivo documentar de forma precisa los incidentes detectados, lo que permite garantizar trazabilidad, facilitar el análisis posterior y sustentar la toma de decisiones en futuras respuestas.

- **Detección de problemas:** Las organizaciones deben emplear herramientas especializadas para identificar posibles amenazas en tiempo real y clasificarlas según criterios técnicos. Las soluciones SIEM (Security Information and Event Management) y los sistemas de monitoreo de redes son fundamentales para esta tarea (TensorFlow, 2024). Ejemplo: Un firewall avanzado puede generar alertas automáticas cuando se detectan intentos de acceso no autorizados a servidores críticos, permitiendo al CSIRT tomar medidas preventivas inmediatas.
- **Notificación y comunicación interna:** Una vez identificado un incidente, debe comunicarse de forma clara y oportuna al equipo responsable. La notificación debe incluir información como fecha, hora, tipo de evento, sistemas afectados y posible causa raíz (Nwankpa et al., 2018). Ejemplo: El uso de un sistema de gestión de incidencias permite registrar internamente el evento detectado, asignar responsables, documentar el canal de comunicación utilizado y hacer seguimiento del proceso en tiempo real.

● **Registro estructurado de eventos:** Todos los incidentes deben documentarse en un repositorio centralizado que facilite su análisis, evaluación de impacto y correlación con eventos anteriores. Esta trazabilidad es clave para la mejora continua (Rumelhart, Hinton & Williams, 1986). Ejemplo: Al identificar un intento de intrusión, se genera un ticket en el sistema de incidentes, donde se detalla el origen del ataque, las medidas aplicadas, las personas involucradas y la cronología de la respuesta. Este registro permite realizar auditorías y extraer lecciones para futuras políticas.

### 2.2.3 Evaluación y Clasificación

Esta etapa tiene como objetivo valorar los incidentes detectados en función de su impacto y gravedad, con el fin de establecer la urgencia de la respuesta y garantizar una asignación eficiente de recursos. La correcta evaluación permite priorizar acciones, minimizar riesgos y fortalecer la resiliencia institucional (Haykin, 2009; Goodfellow, Bengio & Courville, 2016).

● **Evaluación de impacto:** Cada incidente debe ser analizado considerando su efecto sobre los activos críticos de la organización, especialmente en términos de confidencialidad, integridad y disponibilidad de la información (ISO/IEC, 2016). Además, se deben contemplar los posibles impactos legales, financieros y operativos, los cuales pueden variar según el tipo de evento y el entorno institucional. Ejemplo: Una infracción menor puede tener un impacto moderado si compromete datos no sensibles, mientras que un ataque de ransomware puede generar una interrupción total de los servicios, afectando la operatividad y generando pérdidas económicas significativas.

● **Clasificación de incidentes:** Los incidentes que se presentan deben ser categorizados según su nivel de severidad, lo que va a permitir establecer prioridades y asignar recursos de forma proporcional. Esta clasificación puede basarse en criterios como el alcance del daño, la criticidad de los sistemas afectados y la posibilidad de propagación (Rumelhart, Hinton & Williams, 1986). Ejemplo: Un ataque de denegación de servicio distribuido (DDoS) que afecta plataformas académicas en línea durante un periodo de exámenes se clasificaría como crítico, mientras que un intento fallido de acceso no autorizado podría considerarse leve.

● **Priorización de respuestas:** La urgencia de la respuesta está directamente relacionada con la clasificación del incidente. Las amenazas de alto impacto requieren atención inmediata, coordinación interdepartamental y activación de protocolos de emergencia, mientras que los eventos de menor gravedad pueden ser gestionados mediante procedimientos estándar y seguimiento posterior (Nwankpa et al., 2018). Ejemplo: Un incidente que es clasificado como grave activa el protocolo de contención en menos de una hora, mientras que un incidente moderado puede ser atendido en un plazo de 24 a 48 horas, con documentación y análisis posterior.

### 2.2.4 Respuesta

En la fase de respuesta se contempla la ejecución de acciones concretas para contener, erradicar y recuperar los sistemas que fueron afectados por un incidente de seguridad. Esta etapa es crítica para minimizar el impacto operativo, preservar la integridad de los activos digitales y garantizar la continuidad institucional (ISO/IEC, 2016; Goodfellow, Bengio & Courville, 2016).

- **Contención:** El primer objetivo ante un incidente es evitar su propagación y limitar el daño. Las medidas de contención pueden incluir la desconexión de sistemas comprometidos, el bloqueo de accesos no autorizados y la aplicación inmediata de parches de seguridad. Ejemplo: Ante un ataque de ransomware, se procede a desconectar los servidores afectados para evitar que el cifrado se propague a otros equipos conectados en red.
- **Erradicación:** Una vez controlado el incidente, se debe abordar su causa raíz. Esto implica eliminar cualquier software malicioso, cerrar brechas de seguridad y restaurar configuraciones seguras. Ejemplo: Tras detectar malware en un servidor, se realiza una limpieza completa del sistema, se eliminan archivos infectados y se reinstalan componentes críticos desde fuentes verificadas.
- **Recuperación:** Esta etapa busca restablecer los servicios afectados a su estado operativo normal, asegurando que no persistan vulnerabilidades ni rastros del incidente. Se recomienda restaurar sistemas desde copias de seguridad confiables y realizar pruebas de integridad antes de reactivarlos (Rumelhart, Hinton & Williams, 1986). Ejemplo: Se recuperan los datos desde un respaldo reciente, se escanea el sistema para verificar la ausencia de malware y se valida la funcionalidad antes de reincorporarlo a la red institucional.
- **Comunicación durante la respuesta:** Es fundamental mantener una comunicación clara y continua entre los equipos técnicos, administrativos y legales. Además, se deben informar oportunamente a los empleados, usuarios y partes interesadas, cumpliendo con los requisitos normativos sobre notificación de brechas de seguridad (Nwankpa et al., 2018). Ejemplo: Se emite un comunicado interno explicando el incidente, las medidas adoptadas y las recomenda-

ciones para los usuarios, mientras se prepara un informe oficial para autoridades regulatorias.

### 2.2.5 Lecciones Aprendidas

La fase de lecciones aprendidas es un componente esencial para la mejora continua del proceso de gestión de incidentes. Su propósito es analizar retrospectivamente los eventos ocurridos, identificar aciertos y debilidades, y aplicar ajustes que reduzcan la probabilidad de recurrencia en el futuro (ISO/IEC, 2016; Goodfellow, Bengio & Courville, 2016).

- **Evaluación post-evento:** Una vez resuelto el incidente, es recomendable realizar una reunión formal de revisión con todos los actores involucrados, esto permite discutir qué procedimientos funcionaron correctamente, cuáles presentaron fallas y qué decisiones fueron clave en la contención del evento. Ejemplo: Analizar la respuesta institucional frente a un ataque DDoS, evaluando si las medidas de prevención —como el filtrado de tráfico o la activación de protocolos de emergencia— fueron eficaces y oportunas.
- **Registro de lecciones aprendidas:** Es primordial que se documenten los hallazgos obtenidos durante la evaluación post-evento. Esta documentación debe traducirse en actualizaciones concretas de políticas, procedimientos operativos y herramientas tecnológicas. También se deben incluir recomendaciones para mejorar la formación del personal y la coordinación interdepartamental (Nwankpa et al., 2018). Ejemplo: Si se detecta que la herramienta de monitoreo no generó alertas en tiempo real, se debe evaluar su rendimiento, considerar alternativas más eficientes y actualizar los criterios de configuración.
- **Mejora continua:** Las lecciones aprendidas deben integrarse en el sistema de gestión como insumos para fortalecer la infraestructura, ajustar protocolos y ampliar las capacidades

del equipo de respuesta. Este enfoque permite que la organización evolucione frente a nuevas amenazas y mantenga una postura proactiva ante riesgos emergentes (Rumelhart, Hinton & Williams, 1986). Ejemplo: Si un incidente revela que el equipo técnico no estaba preparado para enfrentar un ataque de ingeniería social, se deben rediseñar los programas de capacitación, incorporar simulaciones específicas y reforzar las herramientas de verificación de identidad

### 2.3 Casos De Incidentes Cibernéticos

En esta sección se analizan casos reales de incidentes cibernéticos registrados por distintas organizaciones, con el objetivo de poder identificar áreas críticas de mejora y evaluar cómo la adopción del estándar ISO/IEC 27035 podría optimizar la gestión de estos eventos. Se presenta a continuación un estudio de caso representativo que ilustra las debilidades operativas y las oportunidades de fortalecimiento institucional.

#### **Caso de Estudio: Ataque de Ransomware a una Empresa de Tecnología (2022)** (Symantec, 2022)

**Contexto:** En 2022, una empresa tecnológica de alto perfil fue víctima de un ataque de ransomware que comprometió su infraestructura de servidores críticos, este ataque cifró múltiples sistemas, incluidas bases de datos de clientes y servidores de aplicaciones que gestionaban información confidencial. El incidente afectó tanto los servicios internos como los ofrecidos a clientes externos, generando consecuencias operativas severas y una interrupción significativa en la continuidad del negocio.

#### **Etapas del Incidente:**

● **Identificación:** El evento fue detectado mediante alertas generadas por un sistema de detección de intrusiones (IDS), que reportó actividad anómala en uno de los servidores de producción. Sin embargo, el equipo de respuesta no actuó de forma inmediata debido a la ausencia de

un protocolo claro de notificación en las etapas iniciales del incidente (Symantec, 2022).

- **Clasificación y evaluación:** Una vez identificado, el equipo de seguridad clasificó el incidente como de alta gravedad, dada la afectación directa a datos críticos. No obstante, esta clasificación no fue documentada formalmente, lo que provocó demoras en la asignación de recursos y en la activación de medidas de contención (ISO/IEC, 2016).
- **Respuesta:** La acción inicial consistió en poner en cuarentena los sistemas infectados para evitar la propagación del ransomware. Aunque se activaron planes de recuperación basados en copias de seguridad, estas no estaban completamente actualizadas, lo que resultó en la pérdida de información relevante.

#### **Lecciones Aprendidas**

Tras el incidente, se realizó una revisión integral del proceso de gestión, identificando las siguientes áreas a mejorar:

- **Planificación incompleta:** Aunque la empresa contaba con un plan de respuesta a incidentes, este no contemplaba procedimientos específicos para ataques de ransomware, lo que limitó la eficacia de la contención (Shostack, 2014).
- **Falta de capacitación:** El personal encargado de la gestión de incidentes no estaba debidamente entrenado para actuar con rapidez y precisión durante la fase crítica, lo que generó retrasos significativos en la remediación (Wassenaar & Venter, 2020).
- **Copia de seguridad insuficiente:** La ausencia de un sistema de respaldo centralizado y automatizado contribuyó a la pérdida de datos esenciales, evidenciando la necesidad de fortalecer la infraestructura de recuperación (Behl & Singla, 2020).

En este caso se puede evidenciar cómo la implementación parcial de medidas de seguridad puede dejar a las organizaciones vulnerables ante amenazas avanzadas. La adopción integral del ciclo ISO/IEC 27035 permitiría mejorar la preparación, respuesta y aprendizaje institucional frente a incidentes cibernéticos complejos.

### Aplicación Parcial de la Norma ISO/IEC 27035

Durante el análisis del caso de ransomware presentado, se evidenció que la empresa había implementado parcialmente algunos elementos del marco ISO/IEC 27035, como la conformación de un equipo de respuesta a incidentes (CSIRT) y el uso de sistemas de detección de intrusiones (IDS). Sin embargo, varios componentes clave del estándar no fueron aplicados de forma integral, lo que limitó la eficacia de la gestión del incidente.

**Preparación:** La ausencia de protocolos específicos para ataques de ransomware y la falta de capacitación especializada del equipo de respuesta reflejan una implementación incompleta de la fase de preparación, contraria a lo establecido por ISO/IEC 27035 (ISO/IEC, 2016). Ejemplo: El CSIRT no contaba con guías operativas para contener cifrados masivos ni con simulacros previos que les permitieran actuar con rapidez.

● **Clasificación y evaluación:** La no formalización del proceso de clasificación del incidente generó retrasos en la toma de decisiones estratégicas y en la asignación de recursos críticos. Esta omisión afectó directamente la capacidad de contención y recuperación. Ejemplo: Aunque el incidente fue considerado grave, no se documentó oficialmente, lo que impidió activar protocolos de emergencia y escalar el evento a nivel directivo.

● **Lecciones aprendidas:** Si bien se realizaron reuniones posteriores al incidente, las lecciones extraídas no fueron registradas ni comunicadas de forma transversal en la organización, lo que impidió la retroalimentación institucional y la mejora continua (Mickens & Haviland, 2019). Ejemplo: Las debilidades que fueron detectadas en el sistema de respaldo no se las corrigió ni se las incorporaron en el plan de contingencia actualizado.

En conjunto, este caso subraya la importancia de aplicar **todas las etapas del ciclo ISO/IEC 27035**, desde la planificación inicial hasta el análisis post-incidente. Una implementación completa y rigurosa del marco permitiría una respuesta más ágil, coordinada y efectiva, reduciendo significativamente el impacto de futuros ataques.

### 2.4 Desarrollo del Modelo

A partir de los hallazgos y lecciones aprendidas, lo que se quiere es proponer un modelo simplificado de gestión de ciberincidentes, diseñado específicamente para pequeñas y medianas empresas (PYMES). Este modelo busca ofrecer un enfoque práctico, escalable y accesible, considerando las limitaciones de recursos que enfrentan estas organizaciones frente a amenazas cibernéticas.

#### Fase 1: Preparación

● **Diseño de una política básica:** Establecer una política mínima de seguridad que defina qué constituye un incidente de red, cómo debe reportarse y quiénes son los responsables de actuar. Ejemplo: Una política que indique que cualquier intento de acceso no autorizado debe ser reportado al encargado de TI en menos de 30 minutos, y que se active una revisión del sistema afectado.

- **Capacitación básica del personal:** Capacitar al personal clave para identificar comportamientos inusuales, reportarlos adecuadamente y realizar los primeros pasos de contención. Ejemplo: Capacitar al equipo administrativo para reconocer correos sospechosos, evitar abrir enlaces desconocidos y reportar inmediatamente al área técnica.
- **Herramientas y recursos mínimos:** Implementar soluciones básicas de protección como antivirus actualizados, cortafuegos y herramientas de monitoreo de red accesibles. Ejemplo: Utilizar software gratuito de monitoreo que permita visualizar el tráfico de red y detectar picos inusuales que puedan indicar una intrusión.

## Fase 2: Identificación y Registro

Esta fase se centra en la detección temprana de actividades sospechosas y en la documentación sistemática de los eventos ocurridos. Para pequeñas y medianas empresas, la implementación puede realizarse con herramientas accesibles y procedimientos operativos básicos.

- **Detección inicial:** Se recomienda utilizar software antivirus actualizado y sistemas de monitoreo básicos para identificar comportamientos anómalos en la red o en los dispositivos conectados. Aunque las herramientas sean rudimentarias, su correcta configuración permite una respuesta rápida ante amenazas emergentes (Behl & Singla, 2020). Ejemplo: Un antivirus detecta un archivo ejecutable desconocido que intenta modificar configuraciones del sistema; el personal técnico procede a aislar el equipo afectado y notifica al responsable de TI.
- **Registro de eventos:** Es fundamental contar con un sistema de registro, aunque sea simple, que permita documentar los incidentes detectados y las acciones tomadas. Este registro puede realizarse mediante hojas de cálculo compartidas, herramientas de gestión de proyectos o plata-

formas colaborativas (ISO/IEC, 2016). Ejemplo: Se utiliza una hoja de cálculo en la nube para registrar la fecha del incidente, el tipo de amenaza, el sistema afectado y la respuesta aplicada, permitiendo el seguimiento por parte del equipo técnico.

## Fase 3: Evaluación y Clasificación

Esta fase permite realizar la valoración de la gravedad del incidente y categorizarlo para facilitar la toma de decisiones y la asignación de recursos.

- **Evaluación de impacto:** En el contexto de las PYMES, esta evaluación puede realizarse manualmente por el equipo de TI, considerando la criticidad del sistema afectado y el impacto potencial en la operación diaria (Wassenaar & Venter, 2020). Ejemplo: Un incidente que afecta el servidor de facturación se considera de alto impacto, mientras que una falla en un equipo de escritorio administrativo puede clasificarse como un incidente de impacto bajo.
- **Clasificación rápida:** Se propone una categorización sencilla en tres niveles: grave, moderado y leve, basada en la afectación al sistema y en el riesgo operativo. Esta clasificación permite priorizar la respuesta y escalar el incidente si es necesario (ISO/IEC, 2016). Ejemplo: Un intento de acceso no autorizado a la base de datos de clientes se clasifica como grave; una caída temporal del correo electrónico interno se considera moderada.

## Fase 4: Respuesta

La fase de respuesta contempla acciones inmediatas para poder contener el incidente y restaurar los sistemas que fueron afectados, adaptadas a las capacidades de las PYMES.

- **Acción inmediata:** Una vez clasificado el incidente, se deben ejecutar medidas de contención como apagar los sistemas comprometidos, blo-

quear accesos sospechosos o iniciar la eliminación de malware (Shostack, 2014). Ejemplo: Ante la detección de un troyano, se apaga el equipo afectado, se desconecta de la red y se inicia el proceso de limpieza con herramientas especializadas.

- **Recuperación:** Se recomienda contar con un plan básico de recuperación que incluya la restauración de datos desde copias de seguridad y el monitoreo posterior del sistema para verificar su estabilidad (Behl & Singla, 2020). Ejemplo: Se restauran los archivos desde un respaldo semanal, se escanea el sistema para confirmar la eliminación del malware y se monitorea el comportamiento durante las siguientes 48 horas.

#### **Fase 5: Lecciones Aprendidas**

En ésta última fase del modelo de gestión de incidentes cibernéticos se enfoca en la evaluación retrospectiva del evento, con el objetivo de poder fortalecer los procesos institucionales mediante la mejora continua. Esta etapa es especialmente relevante para las PYMES, que suelen operar con recursos limitados y estructuras flexibles.

- **Revisión post-incidente:** Una vez resuelto el incidente, es recomendable realizar una reunión formal con todos los miembros clave del equipo para realizar un análisis exhaustivo qué funcionó correctamente y qué aspectos deben mejorarse. Este espacio de reflexión permite integrar múltiples perspectivas y consolidar aprendizajes operativos (ISO/IEC, 2016). Ejemplo: Tras contener un ataque de phishing, el equipo técnico, administrativo y legal se reúne para evaluar la efectividad de la respuesta, la comunicación interna y la coordinación interdepartamental.
- **Actualización de procedimientos:** Con base en los hallazgos de la revisión, se deben actualizar los protocolos de seguridad, las herramientas utilizadas y los programas de capacitación. Este proceso de mejora continua es esencial para las PYMES, que muchas veces carecen de unidades dedicadas exclusivamente a la gestión de incidentes (Wassenaar & Venter, 2020). Ejemplo: Si se detecta que el personal no reconoció señales de alerta en correos maliciosos, se rediseña el programa de formación y se incorporan simulaciones periódicas

Tabla 1: Fases del Proceso de Gestión de Incidentes Cibernéticos según ISO/IEC 27035

Fase	Actividades Clave	Ejemplos	Aspectos Clave en PYMES
Preparación	Desarrollo de políticas y procedimientos, formación del personal, creación de CSIRT, implementación de herramientas y recursos técnicos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Desarrollo de políticas claras.</li> <li>- Creación de un equipo de respuesta.</li> <li>- Implementación de SIEM.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Políticas básicas de seguridad.</li> <li>- Formación mínima para el personal clave.</li> <li>- Herramientas de detección accesibles.</li> </ul>
Identificación y Registro	Detección de incidentes, notificación y comunicación, registro de incidentes.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Alerta de firewall por acceso no autorizado.</li> <li>- Notificación interna al equipo CSIRT.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Uso de antivirus y herramientas básicas de monitoreo.</li> <li>- Registro en archivos compartidos o herramientas simples de gestión.</li> </ul>
Evaluación y Clasificación	Evaluación del impacto, clasificación de incidentes, priorización de la respuesta.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Evaluación del impacto de un ataque DDoS.</li> <li>- Clasificación de incidente como crítico.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Clasificación rápida en tres categorías: grave, moderado, bajo.</li> <li>- Evaluación manual del impacto.</li> </ul>
Respuesta	Contención, erradicación, recuperación, comunicación durante la respuesta.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Desconexión de sistemas comprometidos en un ataque de ransomware.</li> <li>- Restauración desde copias de seguridad.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Desconexión inmediata de sistemas comprometidos.</li> <li>- Recuperación utilizando copias de seguridad básicas.</li> </ul>
Lecciones Aprendidas	Revisión post-incidente, documentación de lecciones, mejora continua.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Revisión de la efectividad de la respuesta.</li> <li>- Actualización de procedimientos y herramientas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Revisión simple del incidente para mejorar procesos.</li> <li>- Actualización de procedimientos básicos.</li> </ul>

Fuente: Elaboración Propia

En la **Tabla 1** se resume las actividades claves de cada fase del proceso de gestión de incidentes cibernéticos, comparando las acciones sugeridas por la norma ISO/IEC 27035 con las implementadas en las PYMES.

### Adaptación del Modelo a las Necesidades de las PYMES

El modelo propuesto ha sido diseñado para ser **simple, accesible y escalable**, lo que permite a las pequeñas organizaciones implementar medidas efectivas de gestión de incidentes sin requerir grandes inversiones.

- **Bajo costo:** Utiliza herramientas existentes y procesos operativos básicos, esto lo hace viable para organizaciones con presupuestos limitados sin comprometer la calidad de la respuesta.
  - **Facilidad de implementación:** Su estructura modular permite una integración rápida con los recursos disponibles, sin la necesidad de modificar la arquitectura organizacional.
  - **Escalabilidad:** Aunque el modelo es básico en su configuración inicial, este puede evolucionar conforme crecen los recursos, incorporando tecnologías más avanzadas y procesos más robustos.
- Este enfoque proporciona una base sólida para que las PYMES adopten una estrategia de seguridad proactiva, flexible y sostenible.

Tabla 2: Comparativa de Aplicación de la Norma ISO/IEC 27035 en un Caso Real vs. PYMES

Fase	Caso Real: Empresa de Tecnología (2022)	PYMES (Modelo Simplificado)
<b>Preparación</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Planificación incompleta para ataques de ransomware.</li> <li>- Personal poco capacitado en fases críticas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Políticas básicas de seguridad.</li> <li>- Formación mínima en identificación y notificación.</li> </ul>
<b>Identificación y Registro</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Alerta de IDS no gestionada inmediatamente.</li> <li>- Falta de registro formal de incidentes.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Detección mediante antivirus.</li> <li>- Registro sencillo en herramientas como archivos compartidos.</li> </ul>
<b>Evaluación y Clasificación</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Clasificación no formalizada, ralentizando la respuesta.</li> <li>- No se priorizaron adecuadamente los recursos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Clasificación rápida en tres niveles: grave, moderado, bajo.</li> <li>- Evaluación manual del impacto.</li> </ul>
<b>Respuesta</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Contención tardía debido a la falta de procedimientos claros.</li> <li>- Recuperación parcial por copias de seguridad desactualizadas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Acción inmediata: desconectar sistemas.</li> <li>- Recuperación con copias de seguridad básicas.</li> </ul>
<b>Lecciones Aprendidas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Revisión post-incidente sin documentar lecciones.</li> <li>- Mejoras insuficientes en la preparación y capacitación.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Revisión post-incidente sencilla para mejorar los procesos.</li> <li>- Actualización de procedimientos básicos.</li> </ul>

Fuente: Elaboración Propia

En la Tabla 2, se realiza una comparación entre el caso real de una empresa de tecnología que sufrió un ataque de ransomware y la aplicación simplificada de la norma en PYMES, esto permite resaltar las diferencias en la preparación y respuesta, mostrando cómo las PYMES pueden adaptar el modelo para ser más accesibles y asequibles mientras mantienen la eficacia en la gestión de incidentes cibernéticos.

### 3. RESULTADOS

El análisis del caso de ransomware ocurrido en una empresa tecnológica durante 2022, junto con la propuesta del modelo simplificado para PYMES, permite realizar la identificación de hallazgos clave en cuanto a la efectividad, aplicabilidad y escalabilidad del ciclo de gestión de incidentes cibernéticos basado en la norma ISO/IEC 27035.

#### 3.1 Aplicación Parcial del Estándar en Empresas Grandes

- Se confirmó que la empresa había implementado componentes básicos del estándar —como contar con un CSIRT y un sistema IDS— pero sin una integración completa del marco normativo.
- Las deficiencias observadas incluyeron:
  - » Falta de protocolos específicos para incidentes tipo ransomware.
  - » Clasificación informal de eventos, lo que retrasó la asignación de recursos.
  - » Escasa sistematización de las lecciones aprendidas, que impidió retroalimentar los procesos operativos.

Estos aspectos reflejan una aplicación fragmentada de la norma ISO/IEC 27035, lo que limitó la capacidad de respuesta y recuperación, tal como lo evidencian fuentes como Symantec (2022), Mickens y Haviland (2019), y Shostack (2014).

#### 3.2 Modelo Simplificado Adaptado a PYMES

A partir de las limitaciones detectadas, se estructuró un modelo adaptado al contexto de pequeñas y medianas empresas, que prioriza la accesibilidad operativa sin perder rigurosidad técnica, los resultados obtenidos del diseño de este modelo mostraron lo siguiente:

- **Viabilidad técnica con bajo costo:** mediante herramientas básicas como antivirus, hojas de cálculo compartidas y capacitaciones focalizadas.
- **Implementación modular y rápida:** permitiendo a las PYMES adoptar gradualmente cada fase del ciclo sin generar interrupciones organizativas.
- **Capacidad de escalabilidad:** el modelo puede evolucionar incorporando tecnologías más robustas a medida que crecen los recursos disponibles.

#### 3.3 Comparación de Aplicación entre Entornos

Las Tablas 1 y 2 evidenciaron que, aunque existen diferencias significativas entre empresas grandes y pequeñas, el modelo simplificado permite mantener la efectividad del proceso de gestión de incidentes cuando se implementa adecuadamente. En particular:

- Las PYMES lograron establecer clasificaciones rápidas, realizar evaluaciones manuales efectivas y aplicar acciones inmediatas de contención con los recursos disponibles.
- La revisión post-incidente en entornos pequeños fue más directa y colaborativa, facilitando la incorporación rápida de mejoras a los procesos internos.

Los resultados demuestran que la norma ISO/IEC 27035 puede ser adaptada exitosamente a diferen-

tes escalas organizativas. La clave está en diseñar estrategias coherentes con las capacidades operativas del entorno, sin perder de vista los principios fundamentales de gestión de incidentes.

## 4. DISCUSIÓN

El análisis comparativo entre la aplicación de la norma ISO/IEC 27035 en una empresa tecnológica y su adaptación en PYMES revela tensiones operativas y oportunidades estratégicas en la gestión de incidentes cibernéticos.

### 4.1 Desafíos de implementación en entornos complejos

En empresas de gran escala, el volumen de sistemas interconectados y la diversidad de actores técnicos implica una elevada complejidad operacional. Si bien cuentan con infraestructura avanzada — como equipos CSIRT formales y soluciones IDS—, el estudio de caso demostró que estos recursos no garantizan una respuesta eficaz sin una coordinación estratégica, documentación rigurosa y una cultura organizacional resiliente (Symantec, 2022; Shostack, 2014).

El retraso en la formalización de la clasificación, la omisión de las lecciones aprendidas y la planificación incompleta evidencian que incluso entornos tecnológicamente maduros pueden presentar vulnerabilidades estructurales cuando no son aplicadas todas las fases del marco normativo.

### 4.2 Viabilidad del modelo simplificado en PYMES

La aplicación adaptada del modelo simplificado permite demostrar que, con herramientas básicas y una estructura modular, las PYMES pueden implementar una gestión efectiva de incidentes. El uso de registros simples, categorizaciones rápidas y protocolos de respuesta accesibles son evidencias de que la eficacia no depende exclusivamente de la sofisticación tecnológica, sino de la coherencia operativa y el

compromiso organizacional (Wassenaar & Venter, 2020; Behl & Singla, 2020).

Este enfoque adquiere relevancia en contextos como el boliviano, donde muchas instituciones educativas o unidades productivas operan con recursos limitados, las cuales tienen alta exposición a riesgos digitales.

### 4.3 Reflexión crítica sobre la adaptabilidad del estándar

Si bien la ISO/IEC 27035 ofrece un marco sólido, su implementación requiere **contextualización normativa y flexibilidad estratégica**. El modelo simplificado propuesto no pretende sustituir el estándar, sino actuar como una puerta de entrada hacia su adopción gradual, esto permite que organizaciones pequeñas comiencen con políticas básicas y evolucionen hacia procedimientos más robustos, conforme sus capacidades lo permitan.

La simplificación de procesos — como la evaluación manual del impacto o el uso de copias de seguridad básicas— responde a una lógica de accesibilidad, sin renunciar a los principios fundamentales del ciclo normativo: preparación, detección, análisis, respuesta y mejora continua.

## 5. CONCLUSIONES

La implementación completa y sistemática del estándar ISO/IEC 27035 constituye una herramienta esencial para la gestión eficiente de los incidentes cibernéticos, contribuyendo a mitigar su impacto negativo en las organizaciones. No obstante, los resultados obtenidos en este estudio evidencian que muchas entidades aplican de manera parcial las etapas del marco normativo, lo cual limita su capacidad de reacción frente a amenazas emergentes y reduce la eficacia en la contención y recuperación.

El caso analizado pone de manifiesto que las brechas en la planificación estratégica, en la capa-

citación del personal y en la formalización de los procesos de documentación tienden a agravar las consecuencias de los incidentes. En particular, la ausencia de protocolos especializados ante ataques complejos como el ransomware, junto con sistemas de respaldo que no son insuficientemente actualizados, han derivado en pérdidas significativas de información y periodos prolongados de interrupción operativa. Las diferentes deficiencias presentadas refuerzan la necesidad de adoptar un enfoque integral y proactivo que abarque todas las etapas del ciclo de gestión de incidentes, desde la preparación inicial hasta el aprendizaje post-evento.

Por otro lado, las pequeñas y medianas empresas (PYMES) enfrentan desafíos específicos en la aplicación del estándar, principalmente derivados de la escasez de recursos técnicos y humanos. En respuesta a esta problemática, el modelo simplificado propuesto en este estudio ofrece una alternativa de bajo costo que prioriza el uso de herramientas accesibles y procesos operativos pragmáticos, sin comprometer la efectividad del sistema de gestión.

Este enfoque no sólo permite mejorar la postura de seguridad de las PYMES, sino que también fortalece su capacidad de respuesta ante incidentes cibernéticos, permitiendo actuar con rapidez y precisión aun cuando no se disponga de tecnología avanzada. En definitiva, la aplicación efectiva del marco ISO/IEC 27035 requiere un compromiso organizacional sostenido con la mejora continua, la capacitación periódica del personal y la actualización de herramientas y procedimientos en función de la evolución del entorno digital.

Adaptar estas prácticas a las características propias de cada organización es muy importante para poder reducir la exposición al riesgo, reforzar la resiliencia institucional y garantizar la continuidad operativa frente a un panorama cibernético cada vez más dinámico y complejo.

## 6. BIBLIOGRAFÍA

- 🔖 Behl, S., & Singla, A. (2020). *Cybersecurity Incident Response: A Structured Approach*. Springer Nature. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-31852-5>
- 🔖 Chuvakin, A., & Schmidt, J. (2017). *SIEM Systems: A Guide to Security Incident Management*. O'Reilly Media. <https://www.oreilly.com>
- 🔖 CSIRT. (2023). *Cyber Security Incident Response Teams: An Overview*. Computer Security Incident Response Team (CSIRT). <https://www.csirt.org>
- 🔖 Gartner, Inc. (2021). *Best Practices for Cybersecurity Incident Management: Response and Recovery*. Gartner Research. <https://www.gartner.com/en/documents>
- 🔖 Goodfellow, I., Bengio, Y., & Courville, A. (2016). *Deep Learning*. MIT Press. <https://www.deeplearningbook.org>
- 🔖 ISO/IEC. (2016). *ISO/IEC 27035:2016 – Information Technology – Security Techniques – Incident Management*. International Organization for Standardization. <https://www.iso.org/standard/72496.html>
- 🔖 Mickens, A., & Haviland, P. (2019). *Lessons learned from incident response exercises: Improving cybersecurity posture*. *Journal of Cybersecurity*, 5(3), 103–112. <https://doi.org/10.1016/j.cyber.2019.03.007>
- 🔖 Nwankpa, C., Ijomah, W., Gachagan, A., & Marshall, S. (2018). *Activation functions: Comparison of trends in practice and research for deep learning*. *IEEE Access*, 6, 62064–62078. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2018.2886527>
- 🔖 Omar, H., & Davis, K. (2018). *Incident Management and Recovery in Information Security*. Wiley. <https://www.wiley.com>

- 🔖 Rumelhart, D. E., Hinton, G. E., & Williams, R. J. (1986). Learning representations by back-propagating errors. *Nature*, 323(6088), 533–536. <https://doi.org/10.1038/323533a0>
- 🔖 Shostack, A. (2014). *Threat Modeling: Designing for Security*. Wiley. <https://www.wiley.com>
- 🔖 Symantec Corporation. (2022). *Advanced Threat Protection: Understanding Incident Management*. Symantec. <https://www.broadcom.com/company/newsroom/press-releases?filtr=security>
- 🔖 Wassenaar, C., & Venter, H. (2020). *Effective Incident Response and Cybersecurity Management*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-20116-4>

# REDES NEURONALES: ARQUITECTURA, APLICACIONES Y MODELOS AVANZADOS

NEURAL NETWORKS: ARCHITECTURE,  
APPLICATIONS AND ADVANCED MODELS

---

Fecha de recepción: 30/06/2025 | Fecha de aceptación: 30/07/2025

**Autora**

**Ramos Molina Yoana Veronica<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Ing. En Informática  
Especialidad en Docencia Universitaria

*Correspondencia de la autora:* yoanavrm@gmail.com<sup>1</sup>

Tarija - Bolivia

## RESUMEN

Este artículo de revisión técnica y conceptual analiza el funcionamiento de las redes neuronales artificiales (RNA), su arquitectura fundamental, sus modelos avanzados y sus aplicaciones prácticas en contextos reales. Se describen estructuras como las redes convolucionales (CNN), recurrentes (RNN) y los Transformers, detallando sus características y ventajas según el tipo de datos que procesan.

Además, se presentan ejemplos de implementación en áreas como el diagnóstico médico, la predicción financiera, el reconocimiento de voz y la conducción autónoma, evidenciando el impacto de estas tecnologías en sectores clave. También se aborda una reflexión crítica sobre los desafíos éticos, técnicos y computacionales que acompañan su aplicación, tales como la necesidad de interpretabilidad, el sesgo algorítmico y la demanda de grandes volúmenes de datos.

A través de este análisis, se propone promover el desarrollo responsable, contextualizado y sostenible de sistemas inteligentes basados en redes neuronales, integrando criterios técnicos con principios éticos e interdisciplinarios.

## ABSTRACT

This article offers a technical and conceptual review of artificial neural networks (ANNs), examining their fundamental architecture, advanced models, and practical applications in real-world contexts. It explores key structures such as convolutional neural networks (CNNs), recurrent neural networks (RNNs), and Transformers, highlighting their characteristics and advantages based on the types of data they process.

The discussion includes implementation examples in fields such as medical diagnosis, financial forecasting, voice recognition, and autonomous driving, illustrating the significant impact these technologies have across critical sectors. Additionally, it presents a critical reflection on the ethical, technical, and computational challenges of their use, including the need for interpretability, the risk of algorithmic bias, and the dependence on large training datasets.

Through this analysis, the article advocates for the responsible, context-aware, and sustainable development of intelligent systems based on neural networks, integrating technical expertise with ethical and interdisciplinary principles.

**Palabras Clave:** Redes Neuronales Artificiales (RNA), Arquitectura de Redes Neuronales, CNN, RNN, Transformers, Pesos y Sesgos, Aprendizaje Automático y Optimización, Redes Convolucionales (CNN), Redes Recurrentes (RNN).

**Keywords:** Artificial Neural Networks (ANN), Neural Network Architecture, CNN, RNN, Transformers, Weights and Biases, Machine Learning and Optimization, Convolutional Networks (CNN), Recurrent Networks (RNN).

## 1. INTRODUCCIÓN

Las redes neuronales artificiales (RNA) se han consolidado como uno de los avances más significativos en el ámbito de la inteligencia artificial y el aprendizaje automático. Inspiradas en la organización funcional del cerebro humano, estas arquitecturas han evolucionado desde modelos simples hasta sistemas altamente sofisticados capaces de aprender representaciones complejas, procesar grandes volúmenes de datos y generar soluciones adaptativas en tiempo real.

Su versatilidad radica en la capacidad para modelar relaciones no lineales entre datos, ajustar parámetros internos a través de procesos iterativos, y adaptarse a problemas diversos como la clasificación de imágenes, el análisis de lenguaje humano, la predicción de series temporales y la toma de decisiones automatizada. De esta manera, las RNA han extendido su aplicabilidad desde contextos académicos hasta sectores industriales, médicos, financieros y educativos.

El presente artículo se orienta como una revisión técnica y conceptual, con énfasis en tres ejes fundamentales: la descripción arquitectónica de redes neuronales (capas, funciones de activación y algoritmos de optimización), el análisis de sus principales aplicaciones reales y la caracterización comparativa de modelos avanzados como las redes convolucionales (CNN), recurrentes (RNN) y los Transformers. Como autora, se incorpora una perspectiva analítica que considera no solo el funcionamiento interno de estos modelos, sino también sus desafíos éticos, técnicos y sociales en el contexto de su implementación.

A través de un enfoque estructurado y reflexivo, se busca comprender cómo estas arquitecturas están redefiniendo el paradigma del procesamiento inteligente, qué impacto tienen en distintas industrias, y qué consideraciones deben acompañar su desa-

rollo para garantizar un uso responsable, inclusivo y sostenible. El objetivo final es aportar al conocimiento científico en ingeniería informática mediante una sistematización clara y contextualizada sobre el estado del arte de las redes neuronales y sus implicaciones futuras.

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

### 2.1 La Arquitectura de Redes Neuronales

Las RNA son modelos de aprendizaje automático que simulan la forma en que las neuronas biológicas procesan información (Goodfellow et al., 2016). Están organizadas en capas de nodos conectados mediante pesos, funcionando como redes de unidades que se activan y transmiten señales. Estas conexiones ponderadas imitan sinapsis, y permiten que las redes ajusten su comportamiento durante el entrenamiento (Haykin, 2009).

A continuación se detallan las capas clave y los elementos que permiten a estas redes aprender de forma eficiente.

#### 2.1.1 Capas Principales de una Red Neuronal

Las redes neuronales están compuestas por tres tipos de capas fundamentales que juegan roles específicos en el proceso de aprendizaje y predicción:

- **Capa de entrada:** Recibe los datos iniciales — como imágenes, texto o series de tiempo— representados en forma de vectores o matrices. Esta capa no realiza procesamiento, sino que entrega la información a las siguientes capas (TensorFlow, 2024).
- **Capas ocultas:** Intermedias entre la entrada y la salida. Aplican funciones de activación no lineales para detectar relaciones complejas. La cantidad de capas y nodos determina la capacidad de generalización del modelo (Nwankpa et al., 2018).

- Capa de salida: Produce el resultado final. Para tareas de clasificación se suelen usar funciones como softmax, mientras que en regresión se emplean activaciones lineales.

### 2.1.2 Funciones de Activación

Estas funciones introducen no linealidad, permitiendo que la red aprenda representaciones complejas. Algunas de las más comunes son:

Tabla 1, Funciones de Activación

Función	Fórmula	Aplicación
ReLU	$f(x) = \max(0, x)$	Redes profundas
Sigmoid	$f(x) = 1 / (1 + e^{-x})$	Clasificación binaria
Tanh	$f(x) = \tanh(x)$	Redes recurrentes

Fuente: Elaboración propia

#### Estas funciones tienen diferentes propiedades:

- ReLU evita el problema de gradientes desvanecientes y acelera el aprendizaje.
- Sigmoid es útil cuando se necesita interpretar salidas como probabilidades.
- Tanh ayuda a normalizar datos en redes secuenciales.

### 2.1.2 Elementos Clave en una Red Neuronal

#### 1. Pesos y Sesgos (Weights and Biases):

son parámetros que son configurables de una red neuronal que determinan cuánta influencia tiene cada nodo en los nodos posteriores. Cada conexión entre neuronas está asociada a un peso que regula la fuerza de la señal que pasa a través de esa conexión.

El sesgo se agrega a la entrada antes de pasar por la función de activación, lo que permite a la red aprender el sesgo y aumentar la flexibilidad del modelo.

En el proceso de entrenamiento se trata de ajustar estos pesos y errores para que la red minimice los errores de predicción.

#### 2. Propagación Hacia Adelante (Forward Propagation):

Durante la propagación directa, los datos de entrada pasan a través de diferentes capas de la red y se transforman en cada capa mediante pesos, sesgos y funciones de activación. El objetivo que se tiene en este paso es obtener una predicción de la red que se comparará con los resultados reales que se tienen para calcular el error.

#### 3. Propagación Hacia Atrás (Backpropagation):

La retropropagación es un algoritmo importante que es utilizado para ajustar los pesos y sesgos de la red. Esto implica calcular el error de la capa de salida y propagar este error a las capas anteriores.

En el caso del algoritmo de retropropagación, el gradiente correspondiente a los pesos (calculado mediante descenso de gradiente) se utiliza para actualizar los pesos y minimizar la función de pérdida.

Este proceso es el que permite a la red aprender de sus errores y mejorar gradualmente su capacidad para realizar predicciones precisas.

### 2.1.3 Cálculo de los Pesos y Sesgos

El proceso de ajuste de peso y sesgo se realiza mediante algoritmos de optimización, el más común de estos procesos es el descenso de gradiente. El objetivo es encontrar valores de ponderaciones y sesgos que minimicen la función de pérdida, que mide la diferencia entre la potencia de salida prevista y la potencia de salida real.

**Fórmula del Gradiente Descendente:**

$$\theta = \theta - \eta \nabla_{\theta} J(\theta)$$

Donde:

- $\theta$  son los pesos y sesgos de la red.
- $\eta$  es la tasa de aprendizaje, un valor pequeño que controla la magnitud del ajuste en cada paso.
- $\nabla_{\theta} J(\theta)$  es el gradiente de la función de pérdida  $J(\theta)$  con respecto a los parámetros

Este proceso se repite a lo largo de múltiples iteraciones hasta que el modelo logra alcanzar una solución óptima.

La arquitectura de una red neuronal, incluidas las capas de entrada, oculta y de salida, es fundamental para el éxito de la red en la resolución de diferentes problemas complejos. Las funciones de activación no lineal permiten a la red modelar relaciones complejas entre datos, mientras que los parámetros ajustan ponderaciones, sesgos y retropropagación para mejorar el rendimiento del modelo.

Entrenar a una red neuronal implica repetir la propagación hacia adelante y hacia atrás esto permite que la red aprenda de los errores y que mejore gradualmente su capacidad predictiva.

*Tabla 2: Ejemplo de Funciones de Activación*

Función	Fórmula	Aplicación
ReLU	$f(x) = \max(0, x)$	Redes profundas
Sigmoid	$f(x) = 1 / (1 + e^{(-x)})$	Problemas de clasificación
Tanh	$f(x) = \tanh(x)$	Modelos recurrentes

*Fuente: Elaboración Propia*

**Descripción de la Tabla 2: Ejemplo de Funciones de Activación**

La Tabla 2 presenta tres funciones de activación comúnmente utilizadas en redes neuronales, cada una con sus propias características y aplicaciones. Estas características son importantes para introducir no linealidad en el modelo, lo que permite que la red neuronal aprenda patrones complejos.

**La tabla muestra:**

- **ReLU (Rectified Linear Unit):** Utilizado en redes profundas debido a su simplicidad y efectividad para resolver problemas de gradiente de fuga. Es muy popular debido a su capacidad para acelerar el proceso de formación.
- **Sigmoide:** Perfecto para problemas de clasificación binaria porque limita los valores de salida a un rango de 0 a 1, que pueden interpretarse como probabilidades.
- **Tanh (Tangente Hiperbólica):** Similar al sigmoide, pero genera valores entre -1 y 1, lo que ayuda a normalizar los datos y mejorar el rendimiento en algunas redes recurrentes.

Cada una de estas funciones es adecuada para diferentes tipos de redes y tareas de aprendizaje automático, dependiendo de las necesidades específicas del problema que se esté abordando.

**3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

**3.1 Aplicaciones de Redes Neuronales**

Las redes neuronales artificiales (RNA) han demostrado ser herramientas muy eficaces en diversos campos del conocimiento, adaptándose a problemas con estructuras de datos complejas y entornos cambiantes. Su capacidad para aprender patrones ocultos y generalizar comportamientos ha permitido que se implementen en contextos tan diversos como la medicina, las finanzas, el procesamiento del lenguaje humano y la conducción autónoma.

Como autora, se reconoce que su impacto va más allá del rendimiento técnico: estas arquitecturas

están redefiniendo la manera en que se modela la información, se automatizan decisiones y se interpretan fenómenos antes reservados exclusivamente al análisis humano. A continuación se presentan ejemplos representativos y una discusión sobre su impacto en cinco ámbitos clave.

### 3.1.2 Procesamiento de Imágenes y Visión por Computadora

Las redes neuronales convolucionales (CNN) han sido ampliamente utilizadas en tareas que involucran imágenes, gracias a su capacidad para detectar patrones visuales mediante filtros que operan sobre datos espaciales. Estas capas permiten extraer bordes, texturas y formas en distintos niveles de abstracción, logrando así una comprensión jerárquica del contenido visual (Esteva et al., 2019).

#### Aplicaciones concretas:

- **Reconocimiento facial:** CNN se aplican en sistemas biométricos para detectar rostros en tiempo real. Por ejemplo, Face ID de Apple utiliza redes para verificar la identidad del usuario con precisión submilimétrica.
- **Diagnóstico médico por imágenes:** Se han utilizado modelos CNN para el análisis de radiografías, resonancias magnéticas y mamografías, logrando identificar enfermedades como cáncer de piel o pulmón con una tasa de éxito comparable a especialistas clínicos. En investigaciones recientes, se ha logrado clasificación automatizada de lesiones dermatológicas con precisión superior al 90%.

### 3.1.3 Procesamiento de Lenguaje Natural (PLN)

El PLN ha evolucionado gracias al uso de redes neuronales capaces de representar información semántica y sintáctica. Arquitecturas como las RNN y los Transformers permiten modelar dependencias temporales, relaciones contextuales y significados latentes en grandes corpus de texto (Brown et al., 2020).

#### Aplicaciones concretas:

- **Asistentes virtuales:** Siri, Alexa y Google Assistant interpretan intenciones y generan respuestas contextualizadas. Esto es posible gracias al entrenamiento con millones de pares pregunta-respuesta.
- **Traducción automática:** Plataformas como Google Translate han migrado de modelos estadísticos a redes neuronales profundas, ofreciendo resultados más fluidos y coherentes entre idiomas.
- **Generación de texto:** Con modelos avanzados como GPT-3, es posible crear artículos, redactar currículos o producir contenido literario de manera automática. Se han desarrollado sistemas editoriales que generan informes clínicos, resúmenes jurídicos o guiones publicitarios mediante estos modelos.

### 3.1.4 Reconocimiento de Voz y Audio

Las redes neuronales recurrentes (RNN) y sus variantes con memoria a largo plazo (LSTM) son especialmente efectivas para el procesamiento de señales de voz, que presentan estructura secuencial y variabilidad temporal (Graves & Schmidhuber, 2005).

#### Aplicaciones concretas:

- **Reconocimiento de voz:** Servicios como Google Voice y subtítulos automáticos dependen de estas arquitecturas para transcribir el habla en tiempo real, incluso en ambientes con ruido.
- **Análisis emocional:** Empresas utilizan redes neuronales para analizar sentimientos en llamadas de servicio al cliente, detectando frustración, entusiasmo o duda, con el fin de optimizar la experiencia y tomar decisiones comerciales más empáticas.

### 3.1.5 Predicción Financiera

Las RNA se han integrado en sistemas financieros para mejorar el análisis predictivo. Al aprender tendencias de datos históricos, estas redes logran estimar comportamientos futuros de mercado y riesgos crediticios (He & Wang, 2019).

#### Aplicaciones concretas:

- **Pronóstico de precios de acciones:** Mediante el análisis de series temporales y variaciones de mercado, las RNA permiten decisiones automatizadas de compra/venta en sistemas bursátiles algorítmicos.
- **Evaluación de solvencia:** Entidades financieras emplean redes neuronales para clasificar clientes y estimar riesgos crediticios. Se consideran variables como ingresos, historial de pagos, estabilidad laboral y comportamiento transaccional, logrando modelos más precisos y equitativos que los tradicionales.

### 3.1.6 Automóviles Autónomos

Las redes neuronales son el núcleo de los sistemas de navegación de vehículos autónomos. CNN procesan imágenes de cámaras externas, mientras que RNN analizan señales secuenciales como trayectorias o variaciones en la velocidad de entorno (Bajarski et al., 2016).

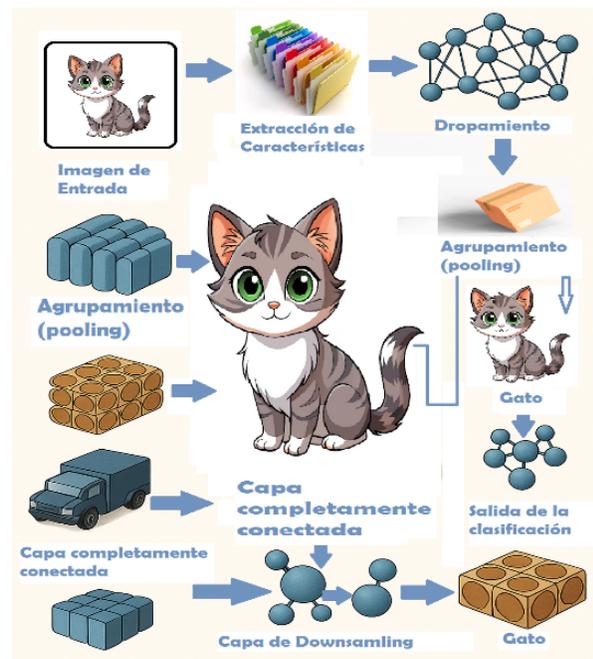
#### Aplicaciones concretas:

- **Percepción del entorno:** Se analizan datos de sensores y cámaras para identificar obstáculos, señales de tráfico, peatones y otros vehículos. La arquitectura neuronal genera un mapa dinámico que guía la conducta del automóvil en tiempo real.
- **Control del vehículo:** Las redes deciden cuándo frenar, girar o acelerar, adaptándose a condiciones viales, optimizando rutas y garantizando seguridad para los pasajeros.

Este tipo de tecnología está transformando la movilidad urbana, proponiendo un nuevo modelo de transporte basado en inteligencia distribuida, autonomía contextual y análisis multimodal del entorno.

Las redes neuronales continúan expandiendo sus capacidades técnicas y su aplicabilidad interdisciplinaria. Los avances recientes en hardware, como GPU y TPU especializadas, permiten entrenamientos más rápidos y precisos. A nivel ético, se vuelve fundamental garantizar transparencia, explicar decisiones automatizadas y abordar el sesgo en los datos de entrenamiento. Como autora, se propone un enfoque integrador que combine rigor técnico con responsabilidad social, reconociendo que el impacto de estas tecnologías será tan positivo como el compromiso que tengamos con su desarrollo equitativo.

Figura 1: Clasificación de Imágenes mediante una Red Convolutional



Fuente: Elaboración Propia

En la Figura 1 ilustra el flujo típico de procesamiento en una red convolucional: desde la imagen de entrada, se aplican múltiples filtros convolucionales, seguidos por operaciones de agrupamiento, hasta alcanzar las capas completamente conectadas que

producen la clasificación final del objeto. Este tipo de estructura permite reconocer patrones visuales con alta precisión en aplicaciones biomédicas, de seguridad y reconocimiento facial.

### 3.2 Modelos Avanzados de Redes Neuronales

El desarrollo progresivo de las redes neuronales artificiales ha dado lugar a modelos cada vez más especializados, capaces de resolver problemas complejos con mayor eficiencia y precisión. Estos modelos avanzados no solo superan las limitaciones de las arquitecturas básicas, sino que también introducen nuevas capacidades que expanden el campo de aplicación de la inteligencia artificial. En esta sección se analizan tres de los modelos más representativos: las redes neuronales convolucionales (CNN), las redes neuronales recurrentes (RNN) y los Transformers. Cada uno de ellos incorpora principios matemáticos y arquitectónicos distintos, que los hacen adecuados para tareas específicas en entornos reales.

#### 3.2.1 Redes Neuronales Convolucionales (CNN)

Las redes convolucionales están diseñadas para procesar datos con estructura bidimensional, como las imágenes. Su principal aporte consiste en la posibilidad de detectar características locales en fragmentos de la imagen mediante filtros convolucionales (kernels), lo que permite extraer bordes, texturas, formas y patrones de manera jerárquica.

##### Estructura general de una CNN:

- **Capa de Convolución:** Aplica filtros que recorren la imagen para identificar patrones visuales. Cada filtro aprende una representación específica, como la presencia de líneas horizontales, contornos o zonas de contraste.
- **Capa de Agrupamiento (Pooling):** Reduce la dimensionalidad de la imagen manteniendo las características más relevantes. Los métodos más comunes incluyen max pooling y average

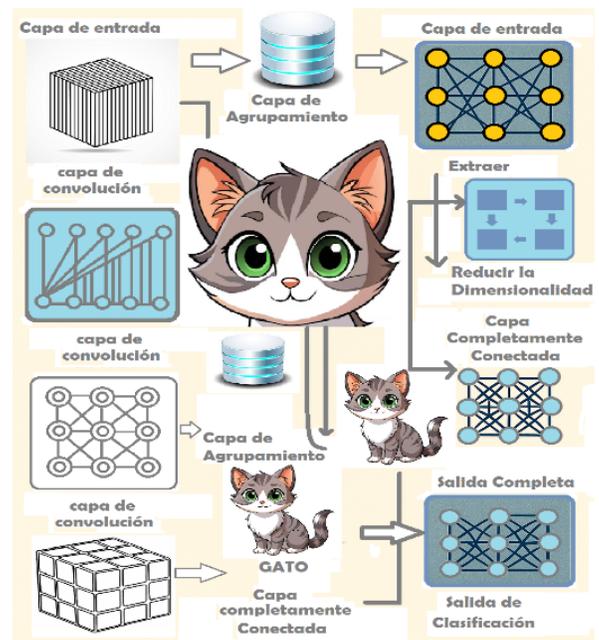
pooling, los cuales permiten resaltar aspectos esenciales del contenido visual.

- **Capa Totalmente Conectada (Fully Connected):** Luego de haber extraído las características relevantes, esta capa realiza la clasificación de los datos, asignando probabilidades a cada categoría predefinida mediante funciones de activación como softmax.

##### Implementación conceptual:

En el ámbito clínico, se podría entrenar una CNN con un conjunto de mamografías etiquetadas para identificar la presencia o ausencia de tumores. El modelo aprendería patrones visuales asociados a tejidos afectados, y al finalizar su entrenamiento, sería capaz de realizar diagnósticos preliminares con alta precisión.

Figura 2, Red Neuronal Convolucional (CNN) para clasificación de imágenes.



Fuente: Elaboración Propia

La figura 2, muestra la arquitectura de una red neuronal convolucional (CNN) para clasificación de imágenes, se muestra cómo una imagen de entrada es procesada secuencialmente por capas de convolu-

ción, agrupamiento y clasificación, produciendo una decisión final sobre el contenido visual.

### 3.2.2 Redes Neuronales Recurrentes (RNN)

Las RNN están especialmente diseñadas para trabajar con datos secuenciales, es decir, aquellos en los que el orden importa y existe dependencia temporal entre los elementos. Esto se logra mediante conexiones internas que permiten almacenar estados anteriores, generando una forma de "memoria" que influye en las decisiones futuras de la red.

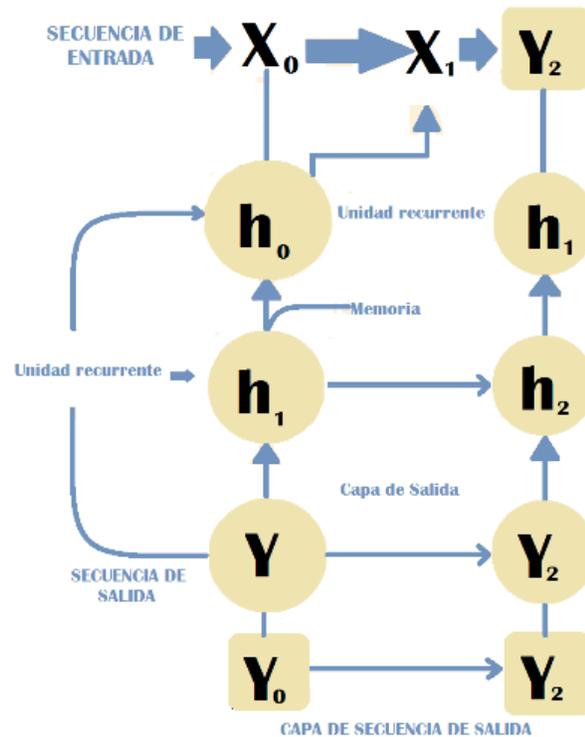
#### Estructura general de una RNN:

- Capa Recurrente:** En cada paso temporal, se recibe una entrada y se genera una salida, mientras se actualiza el estado interno de la red. Esto permite capturar patrones que se desarrollan en el tiempo, como frases completas, tendencias de datos o ritmos de voz.
- Memoria de contexto:** A diferencia de las redes tradicionales, la salida de una capa recurrente depende no solo de la entrada actual, sino también de la información almacenada previamente. Esta característica hace que las RNN sean ideales para modelar lenguaje, música o datos financieros.

#### Implementación conceptual:

Se podría implementar una RNN en el análisis de textos médicos para predecir diagnósticos a partir de una secuencia de síntomas registrados por un paciente. La red identificaría patrones lingüísticos en las descripciones de los síntomas, considerando el orden y la relación entre ellos.

Figura 3: Arquitectura de una RNN



Fuente: Elaboración Propia

La Figura 3, ilustra el flujo temporal de datos, mostrando cómo la información se transmite en sucesivos pasos y cómo el modelo integra estados previos para realizar una salida contextualizada.

### 3.2.3 Transformers

Los Transformers representan una evolución significativa en el tratamiento de secuencias, especialmente en el procesamiento de lenguaje natural. A diferencia de las RNN, no procesan los datos en orden lineal, sino que utilizan un mecanismo de atención que evalúa la relevancia de cada elemento respecto a los demás, permitiendo un aprendizaje paralelo y altamente contextual.

**Estructura general de un Transformer:**

- **Codificador:** Recibe la entrada y la transforma mediante múltiples capas de atención y redes feed-forward. Este bloque se encarga de generar representaciones profundas y abstractas del contenido.
- **Decodificador:** Genera la salida, evaluando el contexto y aplicando atención cruzada con el codificador. Esta parte del modelo es responsable de producir respuestas, traducciones o textos, dependiendo del objetivo.
- **Mecanismo de atención:** Permite que el modelo "se enfoque" en partes específicas de la secuencia, asignando peso a cada elemento según su importancia contextual. Es este componente el que ha permitido mejorar la calidad y coherencia de modelos de lenguaje automatizados.

**Implementación conceptual:**

Un Transformer puede ser entrenado para redactar informes clínicos a partir de datos estructurados y lenguaje narrativo. Por ejemplo, al recibir síntomas, antecedentes y observaciones médicas, el modelo genera un informe técnico redactado de forma profesional, considerando la estructura habitual de este tipo de documentos.

La figura 4, muestra los bloques principales del modelo Transformer, destacando la interacción entre codificador, decodificador y el mecanismo de atención que permite establecer relaciones entre todos los elementos de una secuencia.

Estos tres modelos avanzados han redefinido el campo del aprendizaje automático y han expandido significativamente el alcance de la inteligencia artificial en la práctica. Como autora, se reconoce que cada arquitectura tiene ventajas y limitaciones particulares, y que su implementación debe ser cuidadosamente evaluada según el tipo de datos, el contexto de uso y los recursos disponibles.

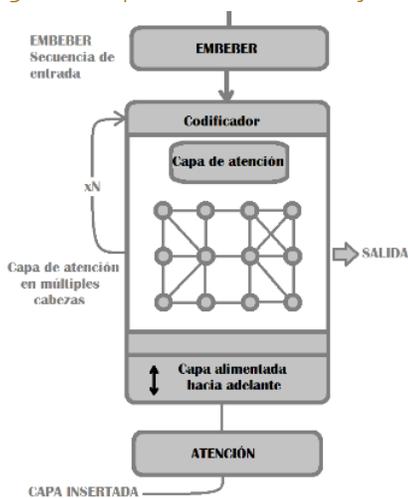
El siguiente paso en esta evolución tecnológica no radica solamente en hacer los modelos más potentes, sino también en garantizar su transparencia, interpretabilidad y utilidad social. La sinergia entre técnica, aplicación y ética será clave en la formación de sistemas verdaderamente inteligentes, útiles y confiables.

**4. CONCLUSIONES**

El presente artículo ha permitido realizar un recorrido detallado por las arquitecturas fundamentales de redes neuronales artificiales, sus componentes principales, los métodos de optimización empleados y sus aplicaciones prácticas más relevantes. Como autora, se destaca que el enfoque no solo ha sido técnico, sino también reflexivo, articulando ejemplos concretos con una visión crítica sobre el potencial transformador de estas tecnologías.

Las redes convolucionales (CNN), recurrentes (RNN) y los modelos Transformer representan la evolución de los sistemas de aprendizaje automático frente a tareas cada vez más especializadas. Cada uno de estos modelos se distingue por sus principios de funcionamiento, ventajas y campo de aplicación, como se observa en la siguiente table:

Figura 4: Arquitectura de un Transformer



Fuente: Elaboración Propia

Tabla 3, Comparación de Modelos Avanzados

Modelo	Ventajas Técnicas	Aplicaciones Principales
<b>CNN</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Altamente eficaces para extraer características espaciales.</li> <li>- Reducen dimensionalidad sin perder información.</li> <li>- Aceleración en tareas visuales.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Clasificación de imágenes.</li> <li>- Diagnóstico médico.</li> <li>- Reconocimiento facial.</li> </ul>
<b>RNN</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Incorporan memoria de estados anteriores.</li> <li>- Capacidad para modelar datos secuenciales.</li> <li>- Aprendizaje contextual a través del tiempo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Traducción automática</li> <li>- Reconocimiento de voz.</li> <li>- Análisis de series temporales.</li> </ul>
<b>Transformer</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Procesamiento paralelo de secuencias largas.</li> <li>- Mecanismo de atención altamente eficiente.</li> <li>- Resultados superiores en comprensión lingüística.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Modelos de lenguaje (GPT, BERT).</li> <li>- Generación de texto.</li> <li>- Resumen automático.</li> </ul>

Fuente: Elaboración Propia

Esta tabla sintetiza de manera comparativa los aportes clave de cada arquitectura avanzada, permitiendo entender cómo su diseño se adapta a distintas necesidades de procesamiento, ya sea visual, secuencial o contextual.

Además de los beneficios técnicos, es imprescindible considerar los desafíos que plantean estos modelos en términos de interpretación, eficiencia

computacional, necesidad de grandes volúmenes de datos y riesgos éticos asociados al sesgo o uso indebido. La capacidad de estas redes para aprender patrones ocultos también implica responsabilidad en cuanto a su transparencia, explicabilidad y orientación al servicio de personas y comunidades.

A nivel metodológico, se propone como línea de trabajo futura la integración de modelos híbridos que combinen lo mejor de cada arquitectura, acompañados de protocolos de validación interpretables y mecanismos de auditoría algorítmica. Asimismo, se resalta la importancia de promover el uso educativo y ético de la inteligencia artificial, garantizando que su desarrollo sea inclusivo, contextualizado y orientado al bienestar colectivo.

El futuro de las redes neuronales dependerá tanto de la innovación tecnológica como del compromiso interdisciplinario por asegurar que sus avances respondan a necesidades reales, respeten principios éticos y generen soluciones sostenibles e impactantes. Desde la ingeniería informática, este compromiso requiere rigor técnico, reflexión crítica y visión humanista.

## 5. BIBLIOGRAFÍA

- Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior. (1998). Manual práctico sobre la vinculación universidad-empresa [Libro en línea]. ANUIES. <http://www.anuies.mx/index800.html>
- Bojarski, M., Del Testa, D., Dworakowski, D., Firner, B., Flepp, B., Goyal, P., ... & Zhang, X. (2016). End to end learning for self-driving cars. NVIDIA Corporation. <https://arxiv.org/abs/1604.07316>
- Brown, T. B., Mann, B., Ryder, N., Subbiah, M., Kaplan, J., Dhariwal, P., ... & Amodei, D. (2020). Language models are few-shot learners. <https://arxiv.org/abs/2005.14165>

- Contenido ACR. (2022). Redes neuronales convolucionales: un modelo de Deep Learning en imágenes. [http://contenido.acronline.org/Publicaciones/RCR/RCR32-3/RCR%2032-3-03\\_Red%20neuronales.pdf](http://contenido.acronline.org/Publicaciones/RCR/RCR32-3/RCR%2032-3-03_Red%20neuronales.pdf)
- Esteva, A., Kuprel, B., Novoa, R. A., Ko, J., Swetter, S. M., Blau, H. M., & Thrun, S. (2019). Dermatologist-level classification of skin cancer with deep neural networks. *Nature*, 542(7639), 115–118. <https://doi.org/10.1038/nature21056>
- Glorot, X., Bordes, A., & Bengio, Y. (2011). Deep sparse rectifier neural networks. *Proceedings of the 14th International Conference on Artificial Intelligence and Statistics (AISTATS)*, 15, 315–323.
- Goodfellow, I., Bengio, Y., & Courville, A. (2016). *Deep learning*. MIT Press.
- Graves, A., & Schmidhuber, J. (2005). Framewise phoneme classification with bidirectional LSTM networks. *Neural Networks*, 18(5–6), 602–610. <https://doi.org/10.1016/j.neunet.2005.06.042>
- Haykin, S. (2009). *Neural networks and learning machines* (3rd ed.). Prentice Hall.
- He, H., & Wang, H. (2019). Forecasting stock price movements using neural networks: Empirical evidence from China. *International Journal of Forecasting*, 35(1), 1–17. <https://doi.org/10.1016/j.ijforecast.2018.02.012>
- Montobbio, M. (2004). La cultura y los nuevos espacios multilaterales. *Pensar Iberoamericano*, (7). <http://www.campus-oei.org/pensariberoamerica/index.html>
- Nwankpa, C., Ijomah, W., Gachagan, A., & Marshall, S. (2018). Activation functions: Comparison of trends in practice and research for deep learning. *arXiv preprint*. <https://arxiv.org/abs/1811.03378>
- Redalyc.org. . (2019). Comparación de redes neuronales aplicadas a la predicción de series temporales. <https://www.redalyc.org/journal/5537/553768213002/>
- Rumelhart, D. E., Hinton, G. E., & Williams, R. J. (1986). Learning representations by back-propagating errors. *Nature*, 323(6088), 533–536.
- SciELO. (2020). *Redes neuronales artificiales: aprendizaje profundo en educación*. <https://ve.scielo.org>
- TensorFlow. (2024). *Introducción a redes neuronales*. <https://www.tensorflow.org>
- Vaswani, A., Shazeer, N., Parmar, N., Uszkoreit, J., Jones, L., Gomez, A. N., Kaiser, Ł., & Polosukhin, I. (2017). Attention is all you need. *Advances in Neural Information Processing Systems*, 30. <https://arxiv.org/abs/1706.03762>

## NORMAS DE PUBLICACIÓN DE LA REVISTA BIT@BIT

### Misión y Política Editorial

La Revista bit@bit, es una publicación semestral que realiza la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho que tiene como misión, difundir la producción de conocimientos de la comunidad universitaria, académica y científica del ámbito local, nacional e internacional, provenientes de investigaciones que se realiza en las distintas áreas del conocimiento, para contribuir a lograr una apropiación social del conocimiento por parte de la sociedad.

bit@bit es una publicación arbitrada que utiliza el sistema de revisión por al menos de dos pares expertos (académicos internos y externos) de reconocido prestigio, pudiendo ser nacionales y/o internacionales, que en función de las normas de publicación establecidas procederán a la aprobación de los trabajos presentados. Asimismo, la revista se rige por principios de ética y pluralidad, para garantizar la mayor difusión de los trabajos publicados.

La revista bit@bit publica artículos en castellano, buscando fomentar la apropiación social del conocimiento por parte de la población en general.

Tanto los autores, revisores, editores, personal de la revista y académicos de la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho, tienen la obligación de declarar cualquier tipo de conflicto de intereses que pudieran sesgar el trabajo.

### Tipo de Artículos y Publicación

La Revista bit@bit, realiza la publicación de distintos artículos de acuerdo a las siguientes características:

Artículos de investigación científica y tecnológica: Documento que presenta, de manera detallada, los resultados originales de investigaciones concluidas.

La estructura generalmente utilizada es la siguiente: introducción, metodología, resultados, Discusión, pudiendo también, si así lo desean, presentar conclusiones.

Artículo de reflexión: Documento que presenta resultados de investigación terminada desde una perspectiva analítica, interpretativa o crítica del autor, sobre un tema específico, recurriendo a fuentes originales.

Artículo de revisión: Documento resultado de una investigación terminada donde se analizan, sistematiza e integran los resultados de investigaciones publicadas o no publicadas, sobre un campo en ciencia o tecnología, con el fin de dar cuenta de los avances y las tendencias de desarrollo. Se caracteriza por presentar una cuidadosa revisión bibliográfica de por lo menos 50 referencias.

Artículos académicos: Documentos que muestren los resultados de la revisión crítica de la literatura sobre un tema en particular, o también versan sobre la parte académica de la actividad docente. Son comunicaciones concretas sobre el asunto a tratar por lo cual su extensión mínima es de 5 páginas.

Cartas al editor: Posiciones críticas, analíticas o interpretativas sobre los documentos publicados en la revista, que a juicio del Comité editorial constituyen un aporte importante a la discusión del tema por parte de la comunidad científica de referencia.

### Normas de Envío y Presentación

- a. La Revista bit@bit, recibe trabajos originales en idioma español. Los mismos deberán ser remitidos en formato electrónico en un archivo de tipo Word compatible con el sistema Windows y también en forma impresa.

- b. Los textos deben ser enviados en formato de hoja tamaño carta (ancho 21,59 cm.; alto 27,94 cm.) en dos columnas. El tipo de letra debe ser Arial, 10 dpi interlineado simple. Los márgenes de la página deben ser, para el superior, interior e inferior 2 cm. y el exterior de 1 cm.
- c. La extensión total de los trabajos para los artículos de investigación, científica y tecnológica tendrán una extensión máxima de 15 páginas, incluyendo la bibliografía consultada.
- d. Para su publicación los artículos originales de investigación no deben tener una antigüedad mayor a los 5 años, desde la finalización del trabajo de investigación.
- e. Para los artículos de reflexión y revisión se tiene una extensión de 10 páginas. En el caso de los textos para los artículos académicos se tiene un mínimo de 5 páginas.
- f. Los trabajos de investigación (artículos originales) deben incluir un resumen en idioma español y en inglés, de 250 palabras.
- g. En cuanto a los autores, deben figurar en el trabajo todas las personas que han contribuido sustancialmente en la investigación. El orden de aparición debe corresponderse con el orden de contribución al trabajo, reconociéndose al primero como autor principal. Los nombres y apellidos de todos los autores se deben identificar apropiadamente, así como las instituciones de adscripción (nombre completo, organismo, ciudad y país), dirección y correo electrónico.
- h. La Revista bit@bit, solo recibe trabajos originales e inéditos, que no hayan sido publicados anteriormente y que no estén siendo simultáneamente considerados en otras publicaciones nacionales e internacionales. Por lo tanto, los artículos deberán estar acompañados de una Carta de Originalidad, firmada por todos

los autores, donde certifiquen el original del escrito presentado.

### **Dirección de Envío de Artículos**

Los artículos para su publicación deberán ser presentados en en secretaría del Departamento de Informática y Sistemas, Campus Universitario El Tejar, Tarija – Bolivia, Tel/Fax 591-46640265 o podrán ser envidados a las siguientes direcciones electrónicas: dis@uajms.edu.bo.

También se debe adjuntar una carta de originalidad impresa y firmada o escaneada en formato PDF.

### **Formato de Presentación**

Para la presentación de los trabajos se debe tomar en cuenta el siguiente formato para los artículos científicos:

#### **Título del Artículo**

El título del artículo debe ser claro, preciso y sintético, con un texto de 20 palabras como máximo.

#### **Autores**

Un aspecto muy importante en la preparación de un artículo científico, es decidir, acerca de los nombres que deben ser incluidos como autores, y en qué orden. Generalmente, está claro que quién aparece en primer lugar es el autor principal, además es quien asume la responsabilidad intelectual del trabajo. Por este motivo, los artículos para ser publicados en la Revista Investigación y Desarrollo, adoptarán el siguiente formato para mencionar las autorías de los trabajos.

Se debe colocar en primer lugar el nombre del autor principal, investigadores, e investigadores junior, posteriormente los asesores y colaboradores si los hubiera. La forma de indicar los nombres es la siguiente: en primer lugar debe ir los apellidos y posteriormente los nombres, finalmente se escribirá la dirección del Centro o Instituto, Carrera

a la que pertenece el autor principal. En el caso de que sean más de seis autores, incluir solamente el autor principal, seguido de la palabra latina "et al", que significa "y otros" y finalmente debe indicarse la dirección electrónica (correo electrónico).

### **Resumen y Palabras Clave**

El resumen debe dar una idea clara y precisa de la totalidad del trabajo, incluirá los resultados más destacados y las principales conclusiones, asimismo, debe ser lo más informativo posible, de manera que permita al lector identificar el contenido básico del artículo y la relevancia, pertinencia y calidad del trabajo realizado.

Se recomienda elaborar el resumen con un máximo de 250 palabras, el mismo que debe expresar de manera clara los objetivos y el alcance del estudio, justificación, metodología y los principales resultados obtenidos.

En el caso de los artículos originales, tanto el título, el resumen y las palabras clave deben también presentarse en idioma inglés.

### **Introducción**

La introducción del artículo está destinada a expresar con toda claridad el propósito de la comunicación, además resume el fundamento lógico del estudio. Se debe mencionar las referencias estrictamente pertinentes, sin hacer una revisión extensa del tema investigado.

### **Materiales y Métodos**

Debe mostrar, en forma organizada y precisa, cómo fueron alcanzados cada uno de los objetivos propuestos. La metodología debe reflejar la estructura lógica y el rigor científico que ha seguido el proceso de investigación desde la elección de un enfoque metodológico específico (preguntas con hipótesis fundamentadas correspondientes, diseños muestrales o experimentales, etc.), hasta la forma como se analizaron, interpretaron y se

presentan los resultados. Deben detallarse, los procedimientos, técnicas, actividades y demás estrategias metodológicas utilizadas para la investigación. Deberá indicarse el proceso que se siguió en la recolección de la información, así como en la organización, sistematización y análisis de los datos. Una metodología vaga o imprecisa no brinda elementos necesarios para corroborar la pertinencia y el impacto de los resultados obtenidos.

### **Resultados**

Los resultados son la expresión precisa y concreta de lo que se ha obtenido efectivamente al finalizar el proyecto, y son coherentes con la metodología empleada. Debe mostrarse claramente los resultados alcanzados, pudiendo emplear para ello cuadros, figuras, etc.

Los resultados relatan, no interpretan, las observaciones efectuadas con el material y métodos empleados. No deben repetirse en el texto datos expuestos en tablas o figuras, resumir o recalcar sólo las observaciones más importantes.

### **Discusión**

El autor debe ofrecer sus propias opiniones sobre el tema, se dará énfasis en los aspectos novedosos e importantes del estudio y en las conclusiones que pueden extraerse del mismo. No se repetirán aspectos incluidos en las secciones de Introducción o de Resultados. En esta sección se abordarán las repercusiones de los resultados y sus limitaciones, además de las consecuencias para la investigación en el futuro. Se compararán las observaciones con otros estudios pertinentes. Se relacionarán las conclusiones con los objetivos del estudio, evitando afirmaciones poco fundamentadas y conclusiones avaladas insuficientemente por los datos.

### **Bibliografía Utilizada**

La bibliografía utilizada, es aquella a la que se hace referencia en el texto, debe ordenarse en orden

alfabético y de acuerdo a las normas establecidas para las referencias bibliográficas (Punto 5).

### Tablas y Figuras

Todas las tablas o figuras deben ser referidas en el texto y numeradas consecutivamente con números arábigos, por ejemplo: Figura 1, Figura 2, Tabla 1 y Tabla 2. No se debe utilizar la abreviatura (Tab. o Fig.) para las palabras tabla o figura y no las cite entre paréntesis. De ser posible, ubíquelas en el orden mencionado en el texto, lo más cercano posible a la referencia en el mismo y asegúrese que no repitan los datos que se proporcionen en algún otro lugar del artículo.

El texto y los símbolos deben ser claros, legibles y de dimensiones razonables de acuerdo al tamaño de la tabla o figura. En caso de emplearse en el artículo fotografías y figuras de escala gris, estas deben ser preparadas con una resolución de 250 dpi. Las figuras a color deben ser diseñadas con una resolución de 450 dpi. Cuando se utilicen símbolos, flechas, números o letras para identificar partes de la figura, se debe identificar y explicar claramente el significado de todos ellos en la leyenda.

### Derechos de Autor

Los conceptos y opiniones de los artículos publicados son de exclusiva responsabilidad de los autores. Dicha responsabilidad se asume con la sola publicación del artículo enviado por los autores. La concesión de Derechos de autor significa la autorización para que la Revista bit@bit, pueda hacer uso del artículo, o parte de él, con fines de divulgación y difusión de la actividad científica y tecnológica.

En ningún caso, dichos derechos afectan la propiedad intelectual que es propia de los(as) autores(as). Los autores cuyos artículos se publiquen recibirán un certificado y 1 ejemplar de la revista donde se publica su trabajo.

### Referencias Bibliográficas

Las referencias bibliográficas que se utilicen en la redacción del trabajo; aparecerán al final del documento y se incluirán por orden alfabético. Debiendo adoptar las modalidades que se indican a continuación:

Referencia de Libro Apellidos, luego las iniciales del autor en letras mayúsculas. Año de publicación (entre paréntesis). Título del libro en cursiva que para el efecto, las palabras más relevantes las letras iniciales deben ir en mayúscula. Editorial y lugar de edición.

Tamayo y Tamayo, M. (1999). El Proceso de la Investigación Científica, incluye Glosario y Manual de Evaluación de Proyecto. Editorial Limusa. México. Rodríguez, G., Gil, J. y García, E. (1999). Metodología de la Investigación Cualitativa. Ediciones Aljibe. España.

Referencia de Capítulos, Partes y Secciones de Libro Apellidos, luego las iniciales del autor en letras mayúsculas. Año de publicación (entre paréntesis). Título del capítulo de libro en cursiva que para el efecto, las palabras más relevantes las letras iniciales deben ir en mayúscula. Colocar la palabra, en, luego el nombre del editor (es), título del libro, páginas. Editorial y lugar de edición.

Reyes, C. (2009). Aspectos Epidemiológicos del Delirium. En M. Felipe, y Odun. José (eds). Delirium: un gigante de la geriatría (pp. 37-42). Manizales: Universidad de Caldas.

### Referencia de Revista

Autor (es), año de publicación (entre paréntesis), título del artículo, en: Nombre de la revista, número, volumen, páginas, fecha y editorial.

López, J.H. (2002). Autoformación de Docentes a Tiempo Completo en Ejercicio. En Ventana Científica, N° 2. Volumen 1. pp 26 – 35. Abril de 2002, Editorial Universitaria.

## Referencia de Tesis

Autor(es). Año de publicación (entre paréntesis). Título de la tesis en cursiva y en mayúsculas las palabras más relevantes. Mención de la tesis (indicar el grado al que opta entre paréntesis). Nombre de la Universidad, Facultad o Instituto. Lugar.

Salinas, C. (2003). Revalorización Técnica Parcial de Activos Fijos de la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho. Tesis (Licenciado en Auditoría). Universidad Autónoma Juan Misael Saracho, Facultad de Ciencias Económicas y Financieras. Tarija – Bolivia.

## Página Web (World Wide Web)

Autor (es) de la página. (Fecha de publicación o revisión de la página, si está disponible). Título de la página o lugar (en cursiva). Fecha de consulta (Fecha de acceso), de (URL – dirección). Puente, W. (2001, marzo 3). Técnicas de Investigación. Fecha de consulta, 15 de febrero de 2005, de <http://www.rppnet.com.ar/tecnicasdeinvestigacion.htm>

Durán, D. (2004). Educación Ambiental como Contenido Transversal. Fecha de consulta, 18 de febrero de 2005, de <http://www.ecoportat.net/content/view/full/37878>.

## Libros Electrónicos

Autor (es) del artículo ya sea institución o persona. Fecha de publicación. Título (palabras más relevantes en cursiva). Tipo de medio [entre corchetes]. Edición. Nombre la institución patrocinante (si lo hubiera) Fecha de consulta. Disponibilidad y acceso.

Ortiz, V. (2001). La Evaluación de la Investigación como Función Sustantiva. [Libro en línea]. Serie Investigaciones (ANUIES). Fecha de consulta: 23 febrero 2005. Disponible en: <http://www.anuies.mx/index800.html>.

Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior. (1998). Manual Práctico sobre la Vinculación Universidad – Empresa. [Libro en línea]. ANUIES 1998. Agencia Española de Cooperación (AECI). Fecha de consulta: 23 febrero 2005. Disponible en: <http://www.anuies.mx/index800.html>.

## Revistas Electrónicas

Autor (es) del artículo ya sea institución o persona. Título del artículo en cursiva. Nombre la revista. Tipo de medio [entre corchetes]. Volumen. Número. Edición. Fecha de consulta. Disponibilidad y acceso.

Montobbio, M. La cultura y los Nuevos Espacios Multilaterales. Pensar Iberoamericano. [en línea]. Nº 7. Septiembre – diciembre 2004. Fecha de consulta: 12 enero 2005. Disponible en: <http://www.campus-oei.org/pensariberoamerica/index.html>.

## Referencias de Citas Bibliográficas en el Texto

Para todas las citas bibliográficas que se utilicen y que aparezcan en el texto se podrán asumir las siguientes formas:

a) De acuerdo a Martínez, C. (2010), la capacitación de docentes en investigación es tarea prioritaria para la Universidad.

b) En los cursos de capacitación realizados se pudo constatar que existe una actitud positiva de los docentes hacia la investigación (Fernandez, R. 2012).

c) En el año 2014, Salinas, M. indica que la de capacitación en investigación es fundamental para despertar en los docentes universitarios, la actitud por investigar.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA  
JUAN MISSEL SARACHO

**SICEU**  
SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA  
Y EXTENSIÓN UNIVERSITARIA



**DICYT**  
Departamento de Investigación,  
Ciencias y Tecnología - UAJMS

**{in}** ingeniería  
informática  
U.A.J.M.S.

Revista

# bit@bit

Tarija - Bolivia