



2025
Nro. 32 Año 16
ISSN No. 2244-7423



Conocimiento Científico, Tecnológico y Humanístico

Revista Conocimiento Libre y Licenciamiento (CLIC)

Centro Nacional de Desarrollo e Investigación en Tecnologías Libres (CENDITEL), ente adscrito al Ministerio del Poder Popular para Ciencia y Tecnología (MINCYT)

Dirección: Avenida Alberto Carnevali, vía La Hechicera, Edificio CENDITEL. Mérida-Venezuela.

Teléfono: +58 (0274) 6574336

Correo electrónico: convite@cenditel.gob.ve

Página web: <https://convite.cenditel.gob.ve/publicaciones/revistaclic/>

Deposito Legal No. PPI 201002ME3476

ISSN No. 2244-7423

La Revista Conocimiento Libre y Licenciamiento (CLIC) se encuentra en los siguientes directorios, bases de datos e índices:



ACADEMIA



Los contenidos de esta publicación expresan el punto de vista académico y científico de los autores, quienes son los únicos responsables de sus escritos y son divulgados con el propósito de generar el debate en torno al conocimiento libre. De ningún modo debe entenderse que los mismos representan necesariamente la política oficial del Centro Nacional de Desarrollo e Investigación en Tecnologías Libres (CENDITEL) ni del Ministerio del Poder Popular para Ciencia y Tecnología (MINCYT).



Todos los documentos publicados en la Revista CLIC número 32, se distribuyen bajo la [Licencia Creative Commons Atribución – No Comercial - Compartir Igual 4.0 Internacional \(CC BY-NC-SA 4.0\)](#). Usted puede copiar, distribuir y comunicar este contenido, siempre que se reconozca la autoría original, no se utilice con fines comerciales y se comparta bajo la misma licencia que la obra original.

Equipo Editorial

Directora de Investigación

Dra. María Rujano Centro Nacional de Desarrollo e Investigación en Tecnologías Libres, Venezuela

Editor

Dr. Santiago Roca Centro Nacional de Desarrollo e Investigación en Tecnologías Libres, Venezuela

Comité Editorial

Dr. Alejandro Ochoa	Universidad Austral de Chile, Chile
Dra. Caribay Urbina	Universidad Central de Venezuela, Venezuela
Dra. Lisbeth Rengifo	Universidad Nacional Experimental Politécnica de la Fuerza Armada Nacional Bolivariana, Venezuela
Dra. Karina Peña	Universidad de Los Andes, Venezuela
Dr. Tanger Rivas	Universidad de Los Andes, Venezuela
Dra. Deisy Hernández	Universidad Metropolitana, Venezuela
Dr. Frank Sanoja	Fundación Centro de Estudios sobre Crecimiento y Desarrollo de la Población Venezolana, Venezuela
Dr. Francisco Pérez	Universidad de Sancti Spíritus José Martí Pérez, Cuba
MSc. Maritza Méndez	Universidad Politécnica Estatal del Carchi, Ecuador
MSc. Juan Pablo López	Universidad Politécnica Estatal del Carchi, Ecuador

Comité Científico Asesor

Dra. Adriana Santiago	Universidad Nacional Experimental de Guayana, Venezuela
Dra. Ligia García	Universidad de Los Andes, Venezuela
Dra. Mónica Chávez	Universidad de Investigación e Innovación de México, México
Dra. Mónica Pérez	Universidad Politécnica Territorial de Mérida Kléber Ramírez, Venezuela
Dra. Nancy Yáñez	Universidad Nacional Experimental Rafael María Baralt, Venezuela
Dra. Natalia Mc Carthy	Instituto Nacional de Turismo, Venezuela
Dra. Yelitza Maurielo	Ministerio del Poder Popular para la Educación, Venezuela
Dr. Eduardo Chalbaud	Universidad Politécnica Territorial de Mérida Kléber Ramírez, Venezuela
Msc. Karla Reyes	Universidad de Nariño, Colombia
Msc. Keila Piñero	Universidad de Carabobo, Venezuela
Msc. Marlitt Guilarde	Agencia Bolivariana para Actividades Espaciales, Venezuela
Msc. Ángel Alvarado	Universidad Central de Venezuela, Venezuela
Msc. Hermin Sosa	Agencia Bolivariana para Actividades Espaciales, Venezuela
Msc. James Perenguez	Universidad de Nariño, Colombia

Equipo Editorial

Dr. Daniel Quintero	Centro Nacional de Desarrollo e Investigación en Tecnologías Libres, Venezuela
MSc. Carlos González	Centro Nacional de Desarrollo e Investigación en Tecnologías Libres, Venezuela
Dra. María Acosta	Centro Nacional de Desarrollo e Investigación en Tecnologías Libres, Venezuela
Dra. Yazmary Rondón	Centro Nacional de Desarrollo e Investigación en Tecnologías Libres, Venezuela
MSc. Jesús Erazo	Centro Nacional de Desarrollo e Investigación en Tecnologías Libres, Venezuela
Esp. Gloria Rondón	Centro Nacional de Desarrollo e Investigación en Tecnologías Libres, Venezuela
Ing. Pablo Sulbarán	Centro Nacional de Desarrollo e Investigación en Tecnologías Libres, Venezuela
Esp. Aida Andrade	Centro Nacional de Desarrollo e Investigación en Tecnologías Libres, Venezuela

Diseño de portada y secciones

Arq. Gabriel Martínez Centro Nacional de Desarrollo e Investigación en Tecnologías Libres, Venezuela

Revista Conocimiento Libre y Licenciamiento (CLIC) N 32 Año 16 (2025)

<https://convite.cenditel.gob.ve/publicaciones/revistaclic/>

Centro Nacional de Desarrollo e Investigación en Tecnologías Libres – CENDITEL <https://www.cenditel.gob.ve/>

República Bolivariana de Venezuela

Índice general

Presentación	I
Editorial	III

Artículos sobre la Creación de Conocimiento

Algoritmo K-NN para la identificación de posibles fármacos contra la COVID-19 <i>Raúl Isea</i>	2
Generación del conocimiento y defensa terrestre ante NEOs: Asteroide 2024 YR4 <i>Giuliat Navas</i>	11
Simulación de cascadas de partículas secundarias en la atmósfera para Mérida-Venezuela <i>Robert Rondón, Yunior Pérez, Libardo Zerpa, Orielys Soto, Carlos Jaimes, Jesús Erazo, Neptali Martorelli, Carlos Pérez, Richard Rojas y Francisco Guerrero</i>	33
Análisis hermenéutico del uso de la Inteligencia Artificial en el ejercicio contable <i>Luzmar Gandica</i>	44
Una revisión crítica-hermenéutica de la metodología Autoformación Colectiva, Integral Continua y Permanente <i>Oscar Zamora</i>	61
Guías de turismo agroecológico: Modelo de formación transdisciplinario en interpretación ambiental <i>Betzaida Cáceres, Alfonso Fernández, Mildred Paredes, Aura Chirinos e Iraima Gutiérrez</i>	76
Gestión pedagógica para el fortalecimiento del rendimiento académico en los estudiantes de educación media <i>Savier Acosta y Deinny Puche</i>	93
Transformando la comprensión lectora: la gamificación como estrategia innovadora en la EBN Bicentenario “Samuel Robinson” <i>Janeth Pavique</i>	111

Ensayos sobre la Creación de Conocimiento

La formación de docentes en Universidades Politécnicas Territoriales (UPT) venezolanas <i>Luis Molina</i>	127
--	-----

Experiencias de Conocimiento Libre

Observaciones con la Cámara Schmidt del Eclipse Lunar 2025 para la creación del conocimiento	
<i>José Sánchez, Giuliat Navas, Gregore Rojas y Luis Vivas</i>	148
Sistema tecnológico para gestión de combustible en escasez: Mérida, Venezuela	
<i>José Ramírez, Douglas Rivas y Jehyson Guzmán</i>	164
Reseña	
Ética de la inteligencia artificial	
<i>Santiago Roca</i>	180
Boletín	
La ciencia venezolana avanza con soberanía en salud, talento e innovación productiva	
<i>María Eugenia Acosta</i>	186

Presentación

Afirmar que el conocimiento es una construcción colectiva podría interpretarse como un axioma o una simple perogrullada. No obstante, esta idea aparentemente sencilla encierra un complejo entramado de relaciones culturales y sociales. Así, la pregunta relevante no es ontológica, sino surgida de la razón práctica: ¿Cuál es la importancia de reconocer que el conocimiento es el resultado lógico de las interacciones necesarias para su construcción en sociedad?

Si el conocimiento es inherentemente comunitario, cabe entonces preguntarse: ¿Puede un pequeño grupo reclamar para sí, de forma absoluta e incuestionable, la propiedad sobre saberes construidos, inevitablemente, a partir de otros preexistentes? Esta interrogante generadora, plantea otras derivadas de ella, entre las que destacan: ¿Resulta moralmente aceptable reservar el conocimiento para grupos particulares? Y en un plano funcional, ¿Es siquiera posible evitar que el conocimiento sea enclaustrado?

Intentar resolver estas preguntas desembocaría en interminables disertaciones filosóficas. No obstante, el propósito de este introito es trazar un hilo conductor diferente: el carácter transformador del conocimiento dentro del ámbito social, un concepto que engloba y da sentido a las anteriores inquisiciones. Bajo esta óptica, si el conocimiento se interpreta como un catalizador de cambios sociales, ello destruye por sí solo la noción de conocimiento cerrado o privativo.

Precisamente porque el conocimiento es un motor de transformaciones sociales, no debería ser instrumentalizado, es decir, no puede ser reducido a un mero medio para alcanzar fines particulares. Por el contrario, el carácter trascendente de sus consecuencias —especialmente a través de los desarrollos tecnológicos que genera— hace imperativa la inclusión de las comunidades impactadas por dichas transformaciones. Quienes resulten afectados por los cambios impulsados por el conocimiento tienen, por tanto, un derecho inherente a ser partícipes de él.

Esta visión del conocimiento como bien público, se materializa en Venezuela no como una mera preocupación, sino como un principio activo que concibe a la ciencia y la tecnología como motores de desarrollo social. Para que este principio sea efectivo y conduzca a una inclusión genuina, la difusión libre del saber se erige como un pilar fundamental. Es aquí donde las publicaciones de acceso abierto cumplen un rol indispensable: ofrecen a los creadores un canal para divulgar sus contribuciones sin restricciones y, al mismo tiempo, garantizan que cualquier persona interesada pueda acceder a ellas y conectar con los temas de su interés.

En el entramado institucional venezolano del área científica, el Centro Nacional de Desarrollo e Investigación en Tecnologías Libres (CENDITEL) representa un actor pivotal.

Su labor trasciende la investigación y el desarrollo para incorporar de manera explícita la reflexión crítica y la apropiación social del conocimiento. Estos procesos son esenciales para imbuir la generación de ciencia y tecnología en un marco ético y moral pertinente al contexto sociocultural, asegurando que su construcción no sea ajena a la sociedad a la que sirve. Es esta intencionalidad la que orienta todo su quehacer, haciendo que el conocimiento tecnológico tribute de manera consciente y significativa a su entorno.

Esta filosofía encuentra una de sus expresiones más concretas en la Revista Conocimiento Libre y Licenciamiento (CLIC), una publicación científica forjada bajo el principio del conocimiento como un bien público y, por lo tanto, inherente a una creación social libre. En su trigésimo segundo número, ofrecemos a los lectores una diversa variedad de artículos científicos, ensayos y experiencias. Con ellos, no solo pretendemos informar, sino también inspirar una participación activa. Quedan, pues, cordialmente invitados no solo a leer, sino a convertirse en actores protagónicos de la construcción de un conocimiento que transforma la sociedad.

Carlos González 
Equipo Editorial
DOI: [10.5281/zenodo.17466221](https://doi.org/10.5281/zenodo.17466221)

Editorial

Esta edición marca un logro significativo en la trayectoria de la Revista CLIC, consolidando nuestro compromiso con la difusión rigurosa del conocimiento científico, tecnológico y humanístico. A lo largo de sus páginas, presentamos una cuidadosa selección de artículos, ensayos y experiencias que abordan algunas de las problemáticas y avances más apremiantes en sus respectivos campos. Desde la búsqueda de fármacos para la COVID-19 hasta propuestas para la administración de suministro de combustible durante períodos de escasez, cada contribución no solo refleja la calidad de la investigación, sino que también ofrece nuevas perspectivas y soluciones que impulsan el diálogo académico. Invitamos a autores y lectores a sumergirse en estos hallazgos y a participar activamente en la construcción de la ciencia del mañana.

La sección *Artículos sobre la Creación de Conocimiento* inicia con “Algoritmo K-NN para la identificación de posibles fármacos contra la COVID-19” de Raúl Isea, donde se demuestra que esta clase de algoritmos constituye una herramienta importante para la identificación de compuestos iniciales contra el virus, estableciendo así una base metodológica para futuras investigaciones. Continúa, “Generación del conocimiento y defensa terrestre ante NEOs: Asteroide 2024 YR4” de Giuliat Navas, quien resalta la importancia de estudiar asteroides cercanos a la tierra como el 2024 YR4 para avanzar en la comprensión del universo, destacando las herramientas, las misiones espaciales y las instituciones clave para fortalecer la vigilancia astronómica.

En “Simulación de cascadas secundarias de partículas en la atmósfera para Mérida, Venezuela”, los autores Robert Rondón, Yunior Pérez, Libardo Zerpa, Orielis Soto, Carlos Jaimes, Jesús Erazo, Neptali Martorelli, Carlos Pérez, Richard Rojas y Francisco Guerrero, estudiaron el fenómeno en tres sitios de Mérida utilizando el software CORSIKA, obteniendo como resultado que Pico Espejo (4754 m.s.n.m) es el sitio más adecuado para estudios con partículas secundarias. Seguidamente, el “Análisis hermenéutico del uso de la Inteligencia Artificial en el ejercicio contable” de Luzmar Gandica, busca desentrañar cómo esta tecnología redefine la labor del contador y los cambios profundos que introduce en la esencia, el conocimiento (epistemología) y los valores (axiología) de la profesión, basándose en los principios interpretativos de Pre-Concepción, Horizonte, Diálogo (Oír/Sentido) e Interrogantes.

Más adelante, “Una revisión crítica-hermenéutica de la metodología Autoformación Colectiva, Integral, Continua y Permanente” de Oscar Zamora, realiza una valoración cualitativa de esta metodología dentro de la Universidad Bolivariana de Trabajadores Jesús Rivero, para identificar los nudos críticos, y a partir de ellos, respaldar el desarrollo de procesos educativos y productivos estratégicos de la clase trabajadora. En “Guías de turismo agroecológico: Modelo de formación transdisciplinario en interpretación ambiental”, los autores Betzaida Cáceres, Alfonso Fernández, Mildred Paredes, Aura Chirino e Iraima Gutiérrez,

utilizan un enfoque fenomenológico-hermenéutico para desarrollar profesionales competentes con conocimientos en ecología y habilidades blandas que promuevan un turismo respetuoso con el medio ambiente y con ello, fortalecer el patrimonio biocultural de la región.

La “Gestión pedagógica para el fortalecimiento del rendimiento académico en los estudiantes de educación media” de Javier Acosta y Deinny Puche, analizan que el éxito de la práctica pedagógica reside en la integración de la planificación, evaluación, inclusión y tecnología, y su efectividad requiere de evaluaciones centradas en el estudiante, monitoreo y estrategias adaptadas, además de acompañamiento docente y condiciones institucionales favorables. En “Transformando la comprensión lectora: la gamificación como estrategia innovadora en la EBN Bicentenario ‘Samuel Robinson’ ” de Janeth Pavique, utiliza la gamificación (sopa de letras, crucigrama y juegos interactivos) basada en teorías constructivistas del aprendizaje digital como método lúdico para mejorar la comprensión lectora de un grupo experimental de 5to grado, creando un entorno de aprendizaje más activo que potencia la autogestión del conocimiento y favorece un rendimiento académico superior.

La sección *Ensayos sobre la Creación de Conocimiento* describe “La formación de docentes en Universidades Politécnicas Territoriales (UPT) venezolanas” de Luis Molina, el cual expone un plan de formación estructurado en tres fases (Inicial, Avanzada y Permanente), para mejorar la calidad académica y contextualizar el rol del docente con base en la investigación y el desarrollo institucional.

La sección *Experiencias de Conocimiento Libre* abre con “Observaciones con la Cámara Schmidt del Eclipse Lunar 2025 para la Creación del Conocimiento” de José Sánchez, Giuliat Navas, Gregore Rojas, Luis Vivas y Nomar Villa, quienes documentaron el eclipse lunar total de marzo desde Venezuela, utilizando una estrategia dinámica de ajuste ISO y una calibración fotométrica, para lograr una representación de color astronómicamente precisa de las fases, validando las variaciones lumínicas y cromáticas con fines de análisis científico riguroso. En “Sistema tecnológico para gestión de combustible en escasez: Mérida, Venezuela” de José Ramírez, Douglas Rivas y Jehyson Guzmán, proponen un sistema integral basado en el método Scrum y la Teoría de Colas para gestionar proactivamente el abastecimiento de combustible, implementando códigos QR y ciclos de distribución programados para la identificación vehicular.

La última sección *Reseña* a cargo de Santiago Roca, trata sobre el libro “Ética de la inteligencia artificial” de Luciano Floridi, quien examina la naturaleza, los impactos (positivos y negativos), las cuestiones éticas y las medidas necesarias para contribuir con el fomento de una sociedad basada en IA. Para cerrar esta edición, el *Boletín* redactado por María Eugenia Acosta, lleva por título “La ciencia venezolana avanza con soberanía en salud, talento e innovación productiva quien sintetiza la agenda de ciencia y tecnología orientada a fortalecer las capacidades locales, generar innovación con pertinencia territorial y promover una cultura

científica al servicio de la vida.

María Alejandra Rujano 
Equipo Editorial
DOI: [10.5281/zenodo.17466347](https://doi.org/10.5281/zenodo.17466347)

Artículos sobre la Creación de Conocimiento



Algoritmo K-NN para la identificación de posibles fármacos contra la COVID-19

The K-NN algorithm for identifying potential COVID-19 drugs

Raúl Isea  ¹

Fundación Instituto de Estudios Avanzados, Miranda, Venezuela¹

raul.isea@gmail.com¹

Fecha de recepción: 05/05/2025

Fecha de aceptación: 26/08/2025

Pág: 2 – 12

DOI: 10.5281/zenodo.17466373

Resumen

El objetivo de la investigación explorar y validar la aplicación del algoritmo K-NN para la identificación de grupos de compuestos que pueden ser empleadas contra la COVID-19 mediante métodos de químicoinformática. Para lograrlo, se analizaron los componentes de la base de datos ChEMBL empleados en estudios experimentales sobre el SARS-CoV-2. Esta información fue analizada de forma manual y, finalmente, se obtuvieron 1904 biomoléculas categorizadas como “Activas” o “Inactivas” en función de su actividad inhibitoria frente a dicho virus. Después, se empleó un algoritmo de K-vecinos más cercano (K-NN) para agrupar las biomoléculas en función de su similitud fisicoquímica. Finalmente, el estudio evidenció que este tipo de algoritmos es una herramienta valiosa para identificar posibles compuestos iniciales para posteriores investigaciones que ayuden a combatir la COVID-19, estableciendo de esta manera una base metodológica para futuros trabajos en el presente tema.

Palabras clave: ChEMBL, clústers, K-NN, químicoinformática, SARS-CoV-2.

Abstract

The goal of the study is to use cheminformatics techniques to identify possible medications that combat COVID-19. This was carried out by analyzing the ChEMBL database components used in SARS-CoV-2 experimental investigations. Following a manual analysis of this data, 1904 biomolecules were classified as “Active” or “Inactive” according to their ability to inhibit the virus.



Esta obra está bajo licencia CC BY-NC-SA 4.0.

After that, a K-nearest neighbors (K-NN) algorithm was used to help classify the biomolecules according to how similar they were physicochemically. Lastly, the study showed that this kind of algorithm is a useful tool for finding possible compounds for further investigation to aid in the fight against COVID-19.

Keywords: ChEMBL, clusters, K-NN, chemoinformatics, SARS-CoV-2.

Introducción

Frank Brown definió el concepto de quimioinformática (o informática química) en 1998 al utilizar varias aplicaciones informáticas para comprender los mecanismos de acción de los medicamentos, así como identificar nuevas moléculas con potencial terapéutico (Brown, 1998). De hecho, las técnicas computacionales se han erigido cada vez más como una opción viable para acelerar la identificación de posibles terapias, tras los progresos de metodologías como el cribado virtual y el docking molecular (Hernández et al., 2007), la dinámica molecular (Isea et al., 2013), la genómica inversa (Isea et al., 2016), y los modelos cuantitativos de relación estructura-actividad (Tian et al., 2024).

La ventaja principal de estos estudios es poder detectar compuestos efectivos contra dicha enfermedad antes de su elaboración, lo que implicaría una disminución de costos y tiempo de estudios. El fundamento de estas investigaciones radica en que los compuestos con estructuras moleculares similares tienden a tener acciones biológicas parecidas, un principio conocido como principio de similitud molecular (Maggiora et al., 2014).

Sin embargo, el problema es que mínimas modificaciones estructurales también pueden provocar alteraciones significativas en la actividad biológica, a menudo conocidas como *activity cliffs* (Hu et al., 2018). El mejor caso conocido es la morfina y el fentanilo (Woodhouse et al., 1996). Aunque ambas moléculas tienen estructuras químicas diferentes, ambas trabajan como agonistas opioides al ser responsables de activar los receptores opioides mu en el sistema nervioso central (Woodhouse et al., 1996).

La utilización de estas herramientas para la búsqueda de fármacos contra la COVID-19 no es un concepto innovador. Citemos el estudio conducido por De Clercq (2020) cuando revisó los compuestos antivirales que se estaban desarrollando contra este flagelo, destacando el papel que pueden jugar las técnicas computacionales para identificar nuevos compuestos contra dicho virus. Además, Khan et al. (2021) subrayaron la creación de modelos QSAR específicos para inhibidores de dianas virales como la proteasa principal (Mpro) y la ARN polimerasa dependiente de ARN (RdRp), con el objetivo de agilizar el proceso de identificación de medicamentos.

En paralelo, Liu et al. (2020) desarrollaron métodos tanto de QSAR como los utilizados en cribado virtual para poder detectar posibles inhibidores de la proteasa (Mpro del SARS-CoV-2, y así poder combatir dicha pandemia. Por su parte, Ghasemi et al. (2021) también identificaron medicamentos cuya acción inhibitoria estuviera centrada en el punto de entrada del SARS-CoV-2, es decir, la enzima angiotensina 2 (ACE2).

Asimismo, la labor de Dias et al. (2021) emplearon métodos fundamentados en aprendizaje profundo para anticipar la actividad antiviral de una serie de compuestos que deberían ser útiles para combatir el SARS-CoV-2. El uso de técnicas de aprendizaje profundo en QSAR constituye un progreso importante en la habilidad para modelar vínculos complejos entre la estructura molecular y la actividad biológica Ojha et al. (2021).

Por todo ello, el presente trabajo identifica agrupaciones o conjuntos de compuestos que muestran una actividad antiviral agrupados en clúster para combatir la COVID-19, empleando para ello el algoritmo de K-vecinos más cercanos (Zhang, 2016).

La selección de esta clase de algoritmo no se realizó de forma aleatoria. En realidad, se ha utilizado en otras investigaciones relacionadas al COVID-19, como se señala a continuación (Alie et al., 2024; Rabie et al., 2023; Sejuti y Islam, 2023):

- Detección de personas infectadas con COVID-19 basándose en la información clínica, síntomas, historial médico y resultados de exámenes de laboratorio (Alie et al., 2024; Rabie et al., 2023).
- Detección por radiografías, tomografías computarizadas o cualquier otro tipo de imagen para un rápido diagnóstico clínico (Sejuti y Islam, 2023).
- Detectar el grado de fatalidad en pacientes con infección de COVID (Alie et al., 2024).

Sin pasar por alto que estos algoritmos K-NN han sido validados en otras áreas como por ejemplo, la identificación de patrones y la categorización de imágenes (Ávila et al., 2021), evaluación del riesgo crediticio, así como detectar fraude (Rjoub et al., 2023), la agrupación de muestras biológicas (Cottrell et al., 2023), entre otros.

Por lo tanto, la aplicación del algoritmo K-NN debería ser la técnica más apropiada para agrupar compuestos con similitudes fisicoquímicas anteriormente identificadas como inhibidores antivirales frente al SARS-CoV-2. Este método permitió la detección de aspirantes comprometidos para futuros estudios experimentales. Por todo ello, el presente trabajo concibe las bases metodológicas para la búsqueda de tratamientos para la COVID-19.

Metodología

Los datos para este estudio se obtuvieron de la base de datos ChEMBL (disponible gratuitamente en www.ebi.ac.uk/chembl) (Bento et al., 2020; Zdrazil et al., 2024) de donde

se extrajeron aquellas moléculas bioactivas empleadas en estudios experimentales contra el coronavirus. Recordemos que la base de datos ChEMBL posee información referente a la química estructural, así como de la bioactividad experimental y genómica que han sido procesados manualmente por el Instituto Europeo de Bioinformática (EBI), siendo una herramienta imprescindible para el descubrimiento y desarrollo de medicamentos (Zdrazil, 2025).

Los datos obtenidos fueron analizados con diferentes algoritmos escritos en Python (versión 3.11, disponible gratuitamente en www.python.org), donde se emplearon, básicamente, las bibliotecas desarrolladas en Python llamadas `chembl_webresource_client` (Davies et al., 2015) así como RDKit (Bento et al., 2020).

Seguidamente, se eliminaron las entradas repetidas utilizando la notación InChI (*International Chemical Identifier*), especialmente diseñada para ser sensible a la conformación molecular (Cornell et al., 2024). Es importante tener en cuenta que las moléculas con la misma conexión atómica, pero con distintos estados de carga, producen distintas cadenas de InChI facilitando el proceso de depuración manual.

El próximo paso consistió en calcular los descriptores moleculares correspondientes a cada una de las entradas obtenidas de CHEMBL basadas tanto en sus propiedades estructurales como fisicoquímicas empleando la librería RDKit (Bento et al., 2020). Entre las que destacaremos el logaritmo del coeficiente de partición octanol/agua (logP) que indica la hidrofobicidad de una molécula, el peso molecular (MW), la cantidad de donantes y receptores de puentes de hidrógeno, y el área de superficie polar topográfica (TPSA) que indica la polaridad de la molécula. Además, se vincularon los datos numéricos de bioactividad con cada compuesto, en particular los valores de concentración inhibitoria media (IC50) cuando se encontraban disponibles (Nowotka et al., 2017).

Se logró establecer la similitud entre los compuestos, tanto en términos estructurales como en sus características fisicoquímicas, utilizaremos el criterio de distancia de Tanimoto (Bajusz et al., 2015). Para ello, se ha desarrollado e implementado un algoritmo basado en los K-vecinos más cercanos (K-NN) (Zhang, 2016). Es importante tener en cuenta que el algoritmo K-NN es una técnica de aprendizaje automático supervisado que se emplea tanto en tareas de clasificación como de regresión. Se categoriza como no paramétrico, dado que no presupone una distribución específica de los datos en su base, lo que le otorga versatilidad para ajustarse a diferentes estructuras de datos (Zhang, 2016). Su fundamento esencial se basa en el aprendizaje fundamentado en ejemplos.

El algoritmo K-NN llevará a cabo lo siguiente (detalles en Bajusz et al., 2015):

- Determina la distancia (es decir, la separación) entre el nuevo punto de datos y todos los puntos del conjunto de datos vinculados a la etapa de entrenamiento, empleando para ello

el coeficiente de Tanimoto.

- Identificará los K vecinos basándose en las distancias calculadas.

Es vital especificar algunos elementos teóricos de la metodología en relación con los valores de K, es decir, un valor bajo de K puede provocar que el modelo sea extremadamente susceptible al ruido presente en los datos, mientras que un valor alto puede suavizar excesivamente los límites de decisión, lo que podría resultar en un subajuste del modelo (conocido en inglés como *underfitting*) (Zhang, 2016). Frecuentemente, la elección ideal de K se lleva a cabo a través de métodos de validación cruzada, pero en este trabajo inicial no se ha tomado en cuenta.

Finalmente, mencionar que hay otros indicadores para calcular la distancia, tales como la euclídea, la distancia a partir de Manhattan y la distancia de Minkowski (Ehsani y Drabløs, 2020). En este contexto, la selección de la métrica puede afectar el diseño de las regiones de decisión y el desempeño del algoritmo para un conjunto específico.

Resultados

El estudio se centró en la detección de moléculas bioactivas estudiadas para combatir la COVID-19, utilizando la librería `chembl_webresource_client` en Python para la descarga eficaz de datos desde la base de datos ChEMBL. Esta metodología de descarga a nivel local ofrece el beneficio de reducir la necesidad de la disponibilidad y rapidez de la conexión a internet durante el análisis. No obstante, un posible inconveniente reside en la obligación de administrar y renovar la base de datos local para garantizar el acceso a la información más reciente.

En un principio, se consiguió un grupo de 3060 moléculas identificadas como bioactivas frente a la COVID-19. En esta base de datos, cada molécula se caracteriza por un identificador único que comienza con la palabra “CHEMBL” y continúa con un número.

Para valorar la actividad inhibitoria de estas moléculas, se realizó el cálculo del valor pIC50 utilizando los datos de IC50 disponibles de acuerdo a datos experimentales (detalles en la sección de Metodología). Sin embargo, se descartaron 134 compuestos del estudio por carecer de dicha información. Esta exclusión, pese a ser imprescindible para asegurar la integridad del cálculo de la actividad inhibitoria, implica una pérdida de información que podría ser de relevancia. La elección de no especificar estos compuestos en la investigación se basa en su insuficiencia para el análisis subsiguiente, aunque podría ser útil señalar la cantidad de esta pérdida en relación al porcentaje del conjunto de datos inicial.

Luego, el estudio se concentró en determinar la actividad inhibitoria. Se estableció un criterio de exclusión para los compuestos de actividad moderada, caracterizados por un valor de pIC50 que oscila entre 5 y 6. El beneficio de esta elección reside en centrar el estudio en

moléculas con una actividad más marcada, lo que podría simplificar la detección de patrones y propiedades pertinentes para la creación de medicamentos más eficaces. No obstante, la eliminación de compuestos de actividad intermedia podría resultar en la pérdida de información relevante acerca de posibles puntos de partida para la optimización de medicamentos con una actividad más baja, pero potencialmente con un perfil farmacocinético más favorable o menor toxicidad.

Para garantizar la unicidad de las entidades químicas analizadas, se descartaron las moléculas duplicadas. Un ejemplo ilustrativo es el compuesto “CHEMBL4495583” que estaba presente más de cinco veces en la lista inicial de datos. Esta fase es crucial para prevenir sesgos en el análisis y asegurar que cada molécula aporte de manera independiente a los resultados. Todo ello redujo los datos a tan solo 2301 moléculas.

Para finalizar el proceso de curación mencionado en la sección previa, se concluyó el filtrado de los datos utilizando la notación InChi, con el objetivo de eliminar aquellas moléculas que poseen la misma estructura química sin importar su carga.

El motivo de eliminar todos esos duplicados es para prevenir que una misma sustancia química tenga un impacto desmedido en la elaboración de modelos predictivos dándole un factor de peso adicional con respecto a otras moléculas. Es fundamental mantener un conjunto de datos únicos de moléculas para conseguir resultados consistentes y representativos.

Así se logró un conjunto definitivo de 1904 compuestos exclusivos utilizados contra el coronavirus. Este procedimiento final garantiza la uniformidad química del conjunto de datos para el estudio de descripciones moleculares.

La Figura 1 muestra una representación tridimensional que evidencia la diversidad de valores obtenidos empleando algunos de los descriptores moleculares utilizados en el estudio. En sus ejes se grafican los valores obtenidos del peso molecular (*MolWt*), el coeficiente de partición octanol-agua (LogP) y el área de superficie polar topográfica (TPSA). Se empleó una escala de colores para ilustrar la cantidad de aceptores de puentes de hidrógeno (*NumHAcceptors*). Esta figura permite visualizar la inexistencia de una tendencia en sus propiedades fisicoquímicas.

La Figura 2 describe el resultado obtenido después de aplicar el algoritmo K-NN. Aunque los datos esenciales se encuentran en las matrices de distancia generadas por el uso de la métrica de Tanimoto, esta figura proporciona una representación visual más fácil de comprender en la distribución espacial de los compuestos. Se han identificado cuatro clúster, los cuales se han señalado a través de distintos colores para simplificar su identificación. Esta selección de K=4 clústeres se basó en una separación evidente en los resultados acorde en esta etapa exploratoria de estudio. El próximo paso sería determinar el número de clústeres, pero la misma sería para trabajos a futuro.

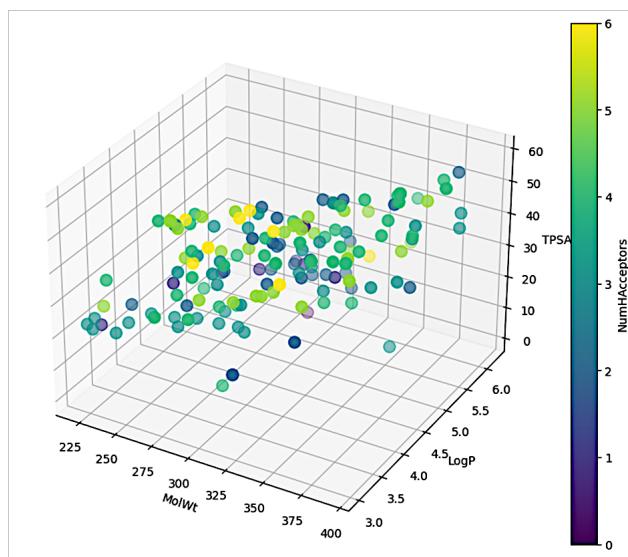


Figura 1: Representación tridimensional de los 1904 moléculas empleados en el trabajo dónde se representa el peso molecular (*MolWt*), el coeficiente de partición octanol-agua (*LogP*) y el área de superficie polar topográfica (*TPSA*), así como la cantidad de aceptores de puentes de hidrógeno (*NumHAcceptors*) en la escala de colores.

Fuente: Elaboración propia (2025).

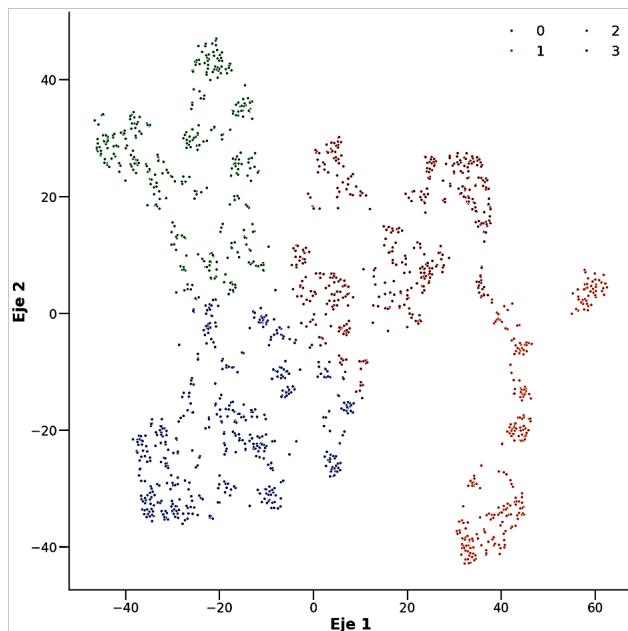


Figura 2: Representación en dos dimensiones de las distancias de Tanimoto, en la que se ubican cuatro grupos representados con cuatro colores distintos.

Fuente: Elaboración propia (2025).

Por último, la Figura 3 muestra una sección de las moléculas que forman el clúster identificado con el número 1, destacando la significativa similitud estructural entre las moléculas que lo conforman. Este hallazgo inicial corrobora la factibilidad de la metodología de trabajo. Sin embargo, es vital subrayar que este análisis no ha abordado la optimización del número de clúster debido a la ausencia de uniformidad en la distribución de los datos. Por esta razón, no se muestran las diversas tablas de moléculas que constituyen cada uno de dichos clústers (se presentará en un próximo estudio).

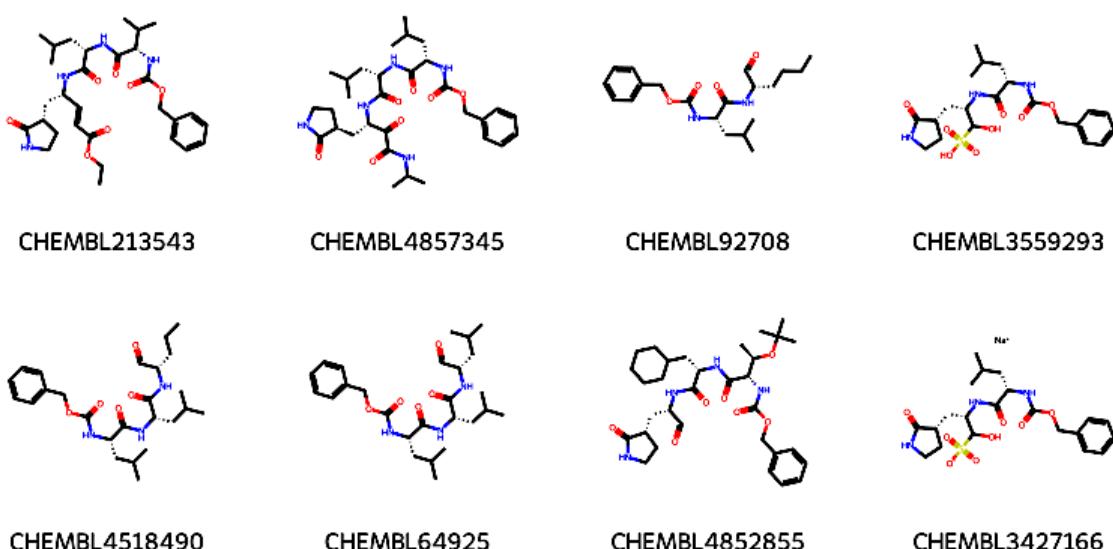


Figura 3: Representación en dos dimensiones de las distancias de Tanimoto, en la que se ubican cuatro grupos representados con cuatro colores distintos.

Fuente: Elaboración propia (2025).

Conclusiones

El presente trabajo identificó un conjunto de moléculas utilizadas en investigaciones experimentales contra la COVID-19 obtenidas en la base de datos ChEMBL. Una vez obtenida la información, fue necesario verificar que los datos no estén incompletos así como eliminar moléculas duplicadas. Dicho análisis identificó 1904 compuestos únicos basados en su actividad inhibitoria contra la COVID-19. Luego, se determinaron los descriptores moleculares de todas esas moléculas que fue la base para determinar la matriz de similaridad con ayuda del algoritmo K-NN. Se obtuvieron cuatro clústers. Dicho resultado quizás refleje la falta de optimización del número de clústeres ('K') por lo que se está trabajando actualmente en ello.

Referencias

- Alie, M., Negesse, Y., Kindie, K., y Merawi, D. (2024). Machine learning algorithms for predicting COVID-19 mortality in Ethiopia. *BMC Public Health*, 24(1), 1728. <https://doi.org/10.1186/s12889-024-19196-0>
- Ávila, J., Mayer, M., y Quesada, V. (2021). La inteligencia artificial y sus aplicaciones en medicina II: importancia actual y aplicaciones prácticas [Artificial intelligence and its applications in medicine II: Current importance and practical applications]. *Atención Primaria*, 53(1), 81-88. <https://doi.org/10.1016/j.aprim.2020.04.014>
- Bajusz, D., Rácz, A., y Héberger, K. (2015). Why is Tanimoto index an appropriate choice for fingerprint-based similarity calculations? *Journal of Cheminformatics*, 7, 20. <https://doi.org/10.1186/s13321-015-0069-3>
- Bento, A., Hersey, A., Félix, E., Landrum, G., Gaulton, A., Atkinson, F., Bellis, L., De Veij, M., y Leach, A. (2020). An open source chemical structure curation pipeline using RDKit. *Journal of Cheminformatics*, 12(1), 51. <https://doi.org/10.1186/s13321-020-00456-1>
- Brown, F. (1998). Chapter 35. Chemoinformatics: What is it and How does it Impact Drug Discovery. *Annual Reports in Medicinal Chemistry*, 33, 375-384. [https://doi.org/10.1016/S0065-7743\(08\)61100-8](https://doi.org/10.1016/S0065-7743(08)61100-8)
- Cornell, A., Kim, S., Cuadros, J., Bucholtz, E., Pence, H., Potenzone, R., y Belford, R. (2024). IUPAC International Chemical Identifier (InChI)-related education and training materials through InChI Open Education Resource (OER). *Chemistry Teacher International*, 6(1), 77-91. <https://doi.org/10.1515/cti-2023-0009>
- Cottrell, S., Hozumi, Y., y Wei, G. (2023). K-Nearest-Neighbors Induced Topological PCA for Single Cell RNA-Sequence Data Analysis. *ArXiv [Preprint]*. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2310.14521>
- Davies, M., Nowotka, M., Papadatos, G., Dedman, N., Gaulton, A., Atkinson, F., Bellis, L., y Overington, J. (2015). ChEMBL web services: streamlining access to drug discovery data and utilities. *Nucleic Acids Research*, 43(W1), W612-W620. <https://doi.org/10.1093/nar/gkv352>
- De Clercq, E. (2020). Antiviral drugs in development for the treatment of COVID-19. *Biochemical Pharmacology*, 176, 113747.
- Dias, D., Viana, W., De Azevedo, W., y Andricopulo, A. (2021). Deep learning applied to QSAR for the identification of potential anti-SARS-CoV-2 compounds. *European Journal of Medicinal Chemistry*, 212, 113175.
- Ehsani, R., y Drabløs, F. (2020). Robust Distance Measures for kNN Classification of Cancer Data. *Cancer Informatics*, 19, 1176935120965542. <https://doi.org/10.1177/1176935120965542>
- Ghasemi, S., Saadati, S., Ebrahimiasl, S., y Fassihi, A. (2021). QSAR study of angiotensin-converting enzyme 2 (ACE2) inhibitors as potential therapeutic agents for COVID-19. *Journal of Molecular Liquids*, 323, 114582.

- Hernández, V., Blanquer, I., Aparicio, G., Isea, R., Chaves, J., Hernández, A., Mora, H., Fernández, M., Acero, A., Montes, E., y Mayo, R. (2007). Advances in the biomedical applications of the EELA Project. *Stud Health Technol Inform. Studies in Health Technology and Informatics*, 126, 31-36. <https://ebooks-iospress.nl/publication/10828>
- Hu, H., Stumpfe, D., y Bajorath, J. (2018). Rationalizing the Formation of Activity Cliffs in Different Compound Data Sets. *ACS Omega*, 3(7), 7736-7744.6. <https://doi.org/10.1021/acsomega.8b01188>
- Isea, R., Hoebelke, J., y Mayo, R. (2013). Designing a peptide-dendrimer for use as a synthetic vaccine against Plasmodium falciparum 3D7. *American Journal of Bioinformatics and Computational Biology*, 1(1), 1.
- Isea, R., Mayo, R., y Restrepo, S. (2016). Reverse Vaccinology in Plasmodium falciparum 3D7. *Journal of Immunological Techniques & Infectious Diseases*, 5(3), 1. <https://doi.org/10.4172/2329-9541.1000145>
- Khan, M., Shahid, M., Ali, S., Asif, H., y Ashraf, M. (2021). Quantitative structure-activity relationship (QSAR) studies on potential inhibitors of SARS-CoV-2 main protease. *Journal of Biomolecular Structure and Dynamics*, 39(16), 5949-5963.
- Liu, X., Zhang, R., Jin, M., Zhao, M., Li, J., Wei, S., y Liu, H. (2020). Identification of potential inhibitors against SARS-CoV-2 main protease by QSAR modeling and virtual screening. *European Journal of Pharmaceutical Sciences*, 152, 105454.
- Maggiora, G., Vogt, M., Stumpfe, D., y Bajorath, J. (2014). Molecular similarity in medicinal chemistry. *Journal of Medicinal Chemistry*, 57(8), 3186-3204. <https://doi.org/10.1021/jm401411z>
- Nowotka, M., Gaulton, A., Mendez, D., Bento, A., Hersey, A., y Leach, A. (2017). Using ChEMBL web services for building applications and data processing workflows relevant to drug discovery. *Expert Opinion on Drug Discovery*, 12(8), 757-767. <https://doi.org/10.1080/17460441.2017.1339032>
- Ojha, S., Roy, K., y Mitra, I. (2021). Machine learning-based QSAR modeling for the prediction of SARS-CoV-2 main protease inhibitors. *Journal of Molecular Graphics and Modelling*, 107, 107939.
- Rabie, A., Mohamed, A., Abo-Elsoud, M., y Saleh, A. (2023). A new Covid-19 diagnosis strategy using a modified KNN classifier. *Neural Computing and Applications*, 35(27), 1-25. <https://doi.org/10.1007/s00521-023-08588-9>
- Rjoub, H., Adebayo, T., y Kirikkaleli, D. (2023). Blockchain technology-based FinTech banking sector involvement using adaptive neuro-fuzzy-based K-nearest neighbors algorithm. *Financial Innovation*, 9(1), 65. <https://doi.org/10.1186/s40854-023-00469-3>
- Sejuti, Z., y Islam, M. (2023). A hybrid CNN-KNN approach for identification of COVID-19 with 5-fold cross validation. *Sensors International*, 10(4), 100229. <https://doi.org/10.1186/s12889-024-19196-0>
- Tian, Y., Tong, J., Liu, Y., y Tian, Y. (2024). QSAR Study, Molecular Docking and Molecular Dynamic Simulation of Aurora Kinase Inhibitors Derived from Imidazo[4,5-b]pyridine Derivatives. *Molecules*, 29(8), 1772. <https://doi.org/10.3390/molecules29081772>

- Woodhouse, A., Hobbes, A., Mather, L., y Gibson, M. (1996). A comparison of morphine, pethidine and fentanyl in the postsurgical patient-controlled analgesia environment. *Pain*, 64(1), 115-121. [https://doi.org/10.1016/0304-3959\(95\)00082-8](https://doi.org/10.1016/0304-3959(95)00082-8)
- Zdrazil, B. (2025). Fifteen years of ChEMBL and its role in cheminformatics and drug discovery. *Journal of Cheminformatics*, 17(1), 32. <https://doi.org/10.1186/s13321-025-00963-z>
- Zdrazil, B., Felix, E., Hunter, F., Manners, E., Blackshaw, J., Corbett, S., De Veij, M., Ioannidis, H., Lopez, D., Mosquera, J., Magarinos, M., Bosc, N., Arcila, R., Kizilören, T., Gaulton, A., Bento, A., Adasme, M., Monecke, P., Landrum, G., y Leach, A. (2024). The ChEMBL Database in 2023: a drug discovery platform spanning multiple bioactivity data types and time periods. *Nucleic Acids Research*, 52(D1), D1180-D1192. <https://doi.org/10.1093/nar/gkad1004>
- Zhang, Z. (2016). Introduction to machine learning: k-nearest neighbors. *Annals of Translational Medicinal*, 4(11), 218. <https://doi.org/10.21037/atm.2016.03.37>

Generación del conocimiento y defensa terrestre ante NEOs: Asteroide 2024 YR4

Knowledge generation and Earth's defense against NEOs: Asteroid 2024 YR4

Giuliat Navas  ¹

Centro de Investigaciones de Astronomía Francisco J. Duarte, Mérida, Venezuela¹
giuliatnavas@gmail.com¹

Fecha de recepción: 28/04/2025

Fecha de aceptación: 25/08/2025

Pág: 13 – 37

DOI: [10.5281/zenodo.17466391](https://doi.org/10.5281/zenodo.17466391)

Resumen

El estudio de asteroides cercanos a la Tierra (NEOs) ha cobrado una relevancia crucial en la defensa planetaria. Este artículo examina los avances en la identificación y monitoreo de estos cuerpos, destacando la evolución de los sistemas globales de detección y las iniciativas futuras. En particular, se analiza el descubrimiento del asteroide 2024 YR4, cuya detección inicial generó debate sobre su posible impacto en 2032. Sin embargo, cálculos precisos descartaron cualquier riesgo de colisión, aunque su trayectoria sigue bajo observación. Los asteroides representan una oportunidad única para expandir nuestro conocimiento sobre el Sistema Solar, pues contienen información sobre la formación planetaria y materiales exóticos que pueden estar vinculados al origen de la vida. Nuevas herramientas como el Observatorio Rubí en Chile y el Flyeye en Italia, junto con misiones espaciales NEO Surveyor y NEOMIR, que prometen revolucionar la capacidad de detección de NEOs son discutidas aquí. Además, en este artículo se presenta la posición de Venezuela, a través del CIDA y cómo aporta en la defensa planetaria, resaltando la necesidad de fortalecer la vigilancia astronómica global y reafirmando la importancia del monitoreo constante de asteroides como 2024 YR4, no solo para garantizar la seguridad planetaria, sino también para avanzar en nuestra comprensión del universo y la historia evolutiva del Sistema Solar.

Palabras Clave: asteroides, creación del conocimiento, defensa planetaria, NEOs, 2024-YR4.



Esta obra está bajo licencia CC BY-NC-SA 4.0.

Abstract

The study of near-Earth asteroids (NEOs) has become critically important for planetary defense. This article examines advances in the identification and monitoring of these bodies, highlighting the evolution of global detection systems and future initiatives. In particular, it analyzes the discovery of the asteroid 2024 YR4, whose initial detection sparked debate over its potential impact in 2032. However, precise calculations ruled out any collision risk, although its trajectory remains under observation. Asteroids present a unique opportunity to expand our understanding of the Solar System, as they contain information about planetary formation and exotic materials that may be linked to the origin of life. New tools such as the Rubi Observatory in Chile and the Flyeye Telescope in Italy, along with space missions NEO Surveyor and NEOMIR, which promise to revolutionize NEO detection capabilities, are discussed here. Additionally, this article presents Venezuela's position, through CIDA, and how it contributes to planetary defense, emphasizing the need to strengthen global astronomical monitoring. It also reaffirms the importance of continuously tracking asteroids like 2024 YR4, not only to ensure planetary security but also to advance our understanding of the universe and the evolutionary history of the Solar System.

Key words: asteroids, knowledge creation, planetary defense, NEOs, 2024-YR4.

Introducción

Los asteroides son cuerpos rocosos o metálicos que, en algunos casos, pueden contener hielo y materiales orgánicos. La mayoría tiene formas irregulares, similares a la de una papa. Estos objetos orbitan el Sol, principalmente en el Cinturón de Asteroides, a una distancia de aproximadamente 2.8 unidades astronómicas (UA). Son mucho más pequeños que los planetas enanos del Sistema Solar, con diámetros inferiores a los 940 km, que es el tamaño aproximado de Ceres (Motz y Duveen, 1996), el asteroide más grande descubierto hasta la fecha.

Para el 11 de abril de 2025, el Centro de Planetas Menores de la Unión Astronómica Internacional (*International Astronomical Union*, IAU) había registrado un total de 1,441,856 cuerpos menores en el Sistema Solar. De este registro, 3,728 cuerpos fueron descubiertos durante el año en curso, de los cuales 36 de ellos se han identificado únicamente en el mes de abril. Dentro de esta población, 38,285 son objetos cercanos a la Tierra (Near-Earth Objects, NEOs), definidos como cuerpos cuya órbita los acerca de manera significativa a nuestro planeta (Minor Planet Center, 2025). Los NEOs comprenden tanto asteroides cercanos a la Tierra (Near-Earth Asteroids, NEAs) como cometas cercanos a la Tierra (Near-Earth Comets, NECs). Estos objetos tienen una distancia de perihelio (q) menor o igual a 1,3 UA ($q \leq 1.3\text{UA}$) lo que significa que sus órbitas se aproximan o cruzan la órbita terrestre.

Se han catalogado aproximadamente 4,582 cometas, cuerpos helados compuestos de polvo, roca y gases congelados. Cuando se acercan al Sol, liberan gas y polvo, formando sus características colas brillantes que los hacen tan fascinantes para la observación astronómica. El estudio de estos cuerpos menores es crucial para comprender la formación y evolución del Sistema Solar, así como para evaluar posibles riesgos de impacto con la Tierra. Los NEOs, son objetos de monitoreo constante debido a su proximidad y potencial amenaza de impacto a la Tierra, lo que los convierte en un tema de gran interés para la comunidad científica y para la seguridad planetaria.

Marsden (1997) descubrió que las órbitas de los asteroides cercanos a la Tierra pueden experimentar variaciones de hasta 0.05 UA en el transcurso de un siglo. Este cambio orbital puede aumentar el riesgo de impacto, sobre todo con los NEAs más grandes, que son una mayor amenaza para la Tierra debido a su tamaño y energía cinética. Por esta razón, ciertos NEAs se clasifican como asteroides potencialmente peligrosos (*Potentially Hazardous Asteroids, PHAs*). Según Perna et al. (2013), un asteroide se considera PHA si cumple dos criterios: Su distancia mínima de intersección orbital (*Minimum Orbital Intersection Distance, MOID*) con la órbita terrestre es menor a 0.05 UA, y su magnitud absoluta $H \leq 22\text{mag}$, lo que equivale a un diámetro aproximado de 140 metros o más. Los asteroides PHAs son monitoreados constantemente por su capacidad de causar daños significativos en caso de impacto. Sin embargo, no todos los PHAs son realmente un peligro. La cercanía orbital no siempre significa que se acerquen físicamente a la Tierra. Un ejemplo son los asteroides troyanos de la Tierra, que comparten nuestra órbita, pero nunca se aproximan al planeta. Por lo tanto, los PHAs con una distancia mínima real de aproximación $r_{min} < 0.05\text{UA}$ son los que se consideran prioritarios para su estudio y seguimiento.

Los NEAs son objetos celestes que merecen atención no solo por razones de seguridad, sino también por su relevancia científica. Desde el punto de vista de la seguridad, los posibles eventos de impacto representan una amenaza significativa para la Tierra. Ejemplos históricos de estas amenazas incluyen: El evento K-T, que ocurrió hace aproximadamente 65 millones de años y condujo a la extinción masiva del Cretácico/Terciario (Bottke et al., 2007; Kyte, 1998), la explosión de Tunguska en 1908 (Ben-Menahem, 1975), y el impacto del meteorito de Chelíabinsk en 2013 (Brown et al., 2013).

Desde una perspectiva científica, los NEAs podrían haber desempeñado un papel crucial en el transporte de agua y materiales ricos en compuestos orgánicos a la Tierra primitiva. Este proceso es fundamental para comprender el origen de la vida y la evolución temprana del Sistema Solar. Estudios recientes sugieren que estos cuerpos menores pudieron haber contribuido con elementos esenciales para la formación de moléculas orgánicas complejas, como se detalla en la investigación de Rubin et al. (2015).

Las principales fuentes de los NEAs son regiones dinámicamente inestables dentro del cinturón principal de asteroides. Estas regiones, conocidas como “brechas”, se manifiestan en la distribución orbital y son causadas por resonancias con Júpiter, como la resonancia secular v6 y la resonancia de movimiento medio 3:1 (Figura 1).

Además de la gravedad, el efecto Yarkovsky es clave para mover asteroides hacia estas brechas y, eventualmente, hacia el Sistema Solar interno. Este efecto, descrito por Burns et al. (1979) y posteriormente estudiado por Rubincam (1995) y Farinella et al. (1998), es una fuerza no gravitacional que actúa sobre cuerpos pequeños, como asteroides y meteoroides.

Este efecto ocurre debido a la re-radiación térmica asimétrica en la superficie de un asteroide. Su rotación, órbita e inercia térmica hacen que las temperaturas se distribuyan de forma desigual. Durante el día, el asteroide absorbe calor del Sol. Al rotar, esa superficie caliente pasa a la cara nocturna, donde libera el calor de forma asimétrica. Esta emisión genera un pequeño empuje que, con el tiempo, puede alterar la órbita del asteroide, empujándolo hacia o lejos del Sol (Burns et al., 1979; Farinella et al., 1998; Rubincam, 1995).

Esta asimetría genera una fuerza de retroceso neta que, con el tiempo, puede alterar significativamente sus órbitas (Farinella y Vokrouhlicky, 1999; Farinella et al., 1998; Peterson, 1976). El efecto Yarkovsky es particularmente importante para los asteroides de menor tamaño, ya que puede empujarlos hacia las regiones de resonancia, donde las perturbaciones gravitacionales los desestabilizan y los expulsan del cinturón principal (Yufan et al., 2025). Este proceso contribuye al suministro continuo de NEAs hacia el Sistema Solar interno, convirtiéndolos en objetos de interés tanto para la investigación científica como para la evaluación de riesgos de impacto.

El descubrimiento de asteroides antes de su impacto con la Tierra no solo resulta esencial para la defensa planetaria, sino que también ofrece una valiosa oportunidad para profundizar en el estudio de su origen y avanzar en el conocimiento científico de estos cuerpos celestes (Devillepoix et al., 2019; Simó y Peña, 2022). El monitoreo temprano de NEAs permite tomar medidas preventivas en caso de identificar una posible amenaza significativa. En situaciones donde el descubrimiento ocurre días o incluso horas antes del impacto, se abre una ventana crítica para alertar a las comunidades en riesgo, coordinar evacuaciones y, en algunos casos, implementar medidas de mitigación. Un ejemplo destacado es el caso del asteroide 2008 TC3, un meteorito de aproximadamente 4 metros de diámetro que ingresó a la atmósfera terrestre el 7 de octubre de 2008. Este evento marcó un hito en la historia de la astronomía, ya que fue el primer asteroide detectado y seguido antes de su impacto con la Tierra. El seguimiento preciso del asteroide 2008 TC3 permitió realizar predicciones exactas sobre el lugar y el momento del impacto, lo que facilitó la recuperación de más de 600 fragmentos del meteorito en el desierto de Nubia, en Sudán. Los análisis de laboratorio revelaron que estos fragmentos pertenecían a una clase rara de meteoritos conocida como ureilitas, caracterizadas por su composición única

y su relevancia para el estudio de los procesos de formación del Sistema Solar.

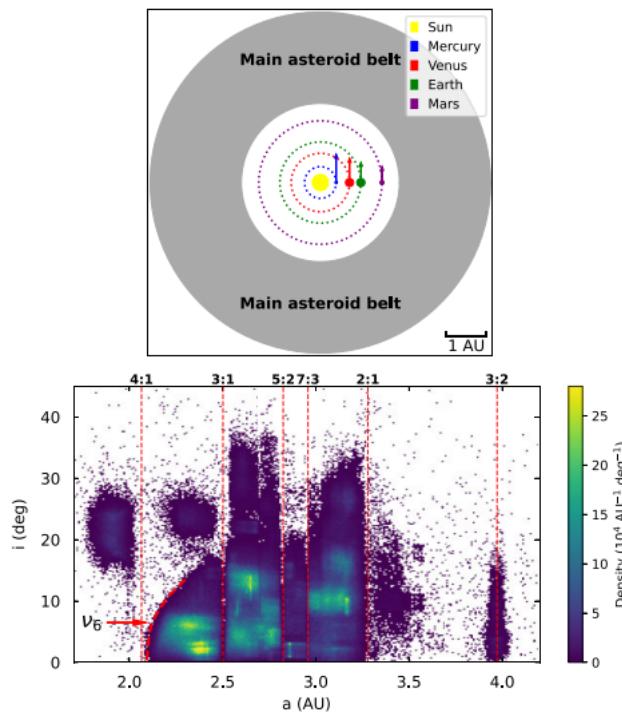


Figura 1: Panel superior: representación esquemática del Sol, los cuatro planetas terrestres y el cinturón principal de asteroides. Panel inferior: gráfico de dispersión de la inclinación i , versus el semieje mayor a del cinturón principal a partir de datos del SBDB (Small-Body Database, SBDB) del JPL (Jet Propulsion Laboratory, 2025). La resonancia secular v_6 y varias resonancias de movimiento medio están marcadas en rojo con líneas discontinuas.

Fuente: Yufan et al. (2025).

Los pequeños asteroides cercanos a la Tierra, con diámetros de apenas unos pocos metros, suelen generar un bólido brillante al ingresar a la atmósfera terrestre. Durante este proceso, experimentan ablación y, en muchos casos, fragmentaciones múltiples. Algunos de estos fragmentos pueden sobrevivir a la explosión en el aire y entrar en la fase de vuelo oscuro, alcanzando finalmente el suelo y dando lugar a una caída de meteoritos. El área en el suelo donde se depositan los meteoritos se conoce como campo de dispersión, el cual puede ser explorado para recuperar fragmentos del meteoroide. La recuperación de estos meteoritos permite realizar análisis de laboratorio detallados, proporcionando información valiosa sobre la composición y las características del cuerpo progenitor. Los eventos de impacto de asteroides cercanos a la Tierra han proporcionado valiosas oportunidades para el estudio de estos cuerpos celestes. Ejemplos destacados incluyen los impactadores 2008 TC3 (Bischoff et al., 2022; Jenniskens et al., 2009), 2018 LA (Jenniskens et al., 2021), 2023 CX1 (Bischoff et al., 2023) y 2024 BX1 (Cantillo et al., 2024). En estos casos, se logró recuperar fragmentos de meteoritos,

lo que permitió realizar análisis detallados en laboratorio y obtener información sobre su composición y origen. Por otro lado, aunque se han calculado posibles campos de dispersión para el impactador 2022 WJ1 (Kareta et al., 2024), hasta la fecha no se ha recuperado ningún meteorito asociado a este evento.

El conocimiento preciso de la órbita heliocéntrica de un cuerpo progenitor NEA, junto con las propiedades físicas del meteorito asociado, permite reconstruir la historia dinámica del NEA. Esto puede facilitar la identificación de sus progenitores o de las regiones fuente de las que proviene. En la actualidad, los sensores satelitales se han convertido en herramientas valiosas para detectar explosiones atmosféricas causadas por pequeños asteroides que no habían sido descubiertos previamente. Sin embargo, estas detecciones presentan limitaciones significativas en comparación con el descubrimiento anticipado de asteroides. Los sensores satelitales son capaces de registrar bólidos en el momento de su entrada a la atmósfera terrestre, pero no proporcionan información sobre la órbita heliocéntrica del objeto, lo que dificulta determinar su origen en el Sistema Solar. Además, estos sensores no pueden predecir con precisión el lugar aproximado de impacto, lo que complica la recuperación de meteoritos. La falta de exactitud en la localización del campo de dispersión limita la posibilidad de realizar estudios detallados de los fragmentos recuperados, reduciendo así el potencial científico de estas detecciones.

La detección de un asteroide antes de su impacto ofrece la oportunidad de estudiar en detalle su órbita, tamaño, forma, rotación y composición espectroscópica, utilizando tanto telescopios terrestres como espaciales. Esta información resulta fundamental para comprender la naturaleza y el origen del asteroide, contribuyendo significativamente al avance del conocimiento sobre nuestro universo.

Además, conocer con precisión la órbita heliocéntrica del asteroide antes de su impacto permite rastrear posibles progenitores o identificar familias de asteroides en el Sistema Solar (Brož, 2024). Este análisis no solo enriquece nuestra comprensión científica, sino que también tiene aplicaciones prácticas en la defensa planetaria. Por otro lado, el seguimiento previo a un impacto permite refinar las predicciones orbitales y calcular con exactitud la trayectoria del objeto. Esto minimiza las falsas alarmas y optimiza las respuestas humanitarias, garantizando una mejor preparación ante posibles eventos de impacto.

Este artículo analiza los instrumentos globales actuales y los proyectos futuros dedicados a la defensa planetaria frente a posibles impactadores NEOs. Además, aborda el descubrimiento del asteroide cercano a la Tierra 2024 YR4, incluyendo sus primeras observaciones realizadas por los telescopios del sistema ATLAS (*Asteroid Terrestrial-impact Last Alert System*, ATLAS). También, discute la controversia inicial sobre el riesgo de impacto en el año 2032, así como su posterior desestimación. Asimismo, se presenta un análisis actualizado sobre el riesgo de impacto a la fecha del 3 de abril de 2025 y se examina la posición actual de Venezuela en cuanto a su contribución a la defensa planetaria.

Avances tecnológicos en la detección y monitoreo de asteroides y NEOs: Hacia una defensa planetaria integral

La experiencia en la detección y seguimiento de asteroides inminentes ayuda a mejorar los sistemas como el SCOUT (*Solid Controlled Orbital Utility Test*, SCOUT) de la NASA (*National Aeronautics and Space Administration*, NASA), el Flyeye Telescope de la ESA (*European Space Agency*, ESA) y otras tecnologías diseñadas para proteger la Tierra de impactos mayores.

El SCOUT es un software desarrollado por el JPL de la NASA, diseñado para analizar rápidamente los datos de asteroides recién descubiertos que podrían representar una amenaza (Johnson et al., 2017). Cuando los telescopios detectan un asteroide, SCOUT actúa como una “primera línea de defensa”, usa la posición astrométrica del asteroide (ascensión recta y declinación) para calcular rápidamente órbitas preliminares y evalua si existe algún riesgo de impacto. El sistema prioriza los objetos con mayor riesgo de impacto según su probabilidad y tamaño para un seguimiento adicional. SCOUT integra datos de observatorios como el Catalina Sky Survey (CSS), un programa de vigilancia financiado por la NASA (Christensen et al., 2012), dedicado a la búsqueda y monitoreo de NEOs, PHAs y cometas, el Pan-STARRS (*Panoramic Survey Telescope and Rapid Response System*, Pan-STARRS), un sistema de telescopios terrestres ubicados en Hawái que se dedica a identificar asteroides, cometas y otros objetos cuyas órbitas los acerquen a la Tierra, con el fin de evaluar posibles riesgos de impacto que representen una amenaza inminente (Nicholas et al., 2002), y el ATLAS, un sistema de telescopios terrestre distribuido en diferentes continentes para cubrir tanto el hemisferio norte como el sur, lo que permite monitorear todo el cielo visible desde la Tierra, diseñado específicamente para detectar NEOs con suficiente antelación para proporcionar advertencias sobre posibles impactos inminentes (Jedicke et al., 2012). Estos telescopios terrestres proporcionan mediciones de la posición astrométrica de los NEOs, lo que le permite a SCOUT calcular sus órbitas preliminares.

Actualmente, existen diversos telescopios y proyectos futuros dedicados a la detección y monitoreo de asteroides que podrían representar una amenaza para la Tierra. Entre ellos se destacan:

La misión NEO Surveyor de la NASA, programada para su lanzamiento en 2027. Este será el primer telescopio espacial diseñado específicamente para rastrear asteroides y cometas cercanos a la Tierra que puedan representar peligros potenciales. El NEO Surveyor utiliza detectores infrarrojos avanzados para identificar objetos difíciles de observar con luz visible, como asteroides y cometas oscuros que no reflejan mucha luz, pero emiten radiación infrarroja al calentarse con la luz solar. Su importancia radica en la capacidad de detectar grandes rocas espaciales que se aproximan a la Tierra desde direcciones difíciles de observar, como la región cercana al Sol, así como aquellas que se encuentran delante o detrás de la órbita terrestre, donde suelen quedar ocultas por el resplandor solar. Estas amenazas podrían pasar

desapercibidas incluso para los observatorios terrestres más avanzados (Hoffman et al., 2024).

El telescopio espacial NEOMIR (*Near-Earth Object Mission for InfraRed detection*, NEOMIR) es una misión propuesta por la Agencia Espacial Europea como parte de sus esfuerzos para proteger la Tierra de impactos de asteroides y otros NEOs. A diferencia de los sistemas terrestres, NEOMIR está diseñado específicamente para operar en el espacio utilizando tecnología infrarroja, lo que le permite detectar objetos oscuros y difíciles de observar desde la superficie terrestre. El objetivo principal de NEOMIR es detectar NEOs antes de que puedan acercarse peligrosamente a nuestro planeta. Su diseño se centra en identificar asteroides y cometas que son difíciles de observar desde telescopios terrestres debido a su baja reflectividad o ubicación en regiones inaccesibles del cielo (Conversi et al., 2024).

El telescopio terrestre Flyeye, desarrollado por la ESA, forma parte de su estrategia para proteger la Tierra de impactos de asteroides y otros NEOs. Este proyecto está diseñado específicamente para detectar objetos pequeños y de impacto inminente con poco tiempo de advertencia, convirtiéndose en una herramienta esencial para la defensa planetaria (Cibin et al., 2019).

El Observatorio Rubin, antes conocido como LSST (*Large Synoptic Survey Telescope*, LSST), es un proyecto revolucionario diseñado para transformar la astronomía. Su objetivo es realizar un estudio exhaustivo y sistemático del cielo nocturno durante 10 años, generando un catálogo masivo de objetos y fenómenos celestes (Thomas et al., 2020). Entre sus metas principales está la identificación de asteroides, cometas y otros NEOs que puedan representar una amenaza. El observatorio también está optimizado para detectar cuerpos pequeños y oscuros difíciles de observar con las tecnologías actuales. El 23 de junio de 2025, el Observatorio Rubin tuvo un éxito notable en sus primeras pruebas de funcionamiento, descubriendo más de 2,100 asteroides nuevos en pocos días. Gracias a su capacidad para escanear todo el hemisferio sur cada tres noches, se espera que el observatorio descubra millones de asteroides desconocidos, revolucionando así nuestra comprensión del Sistema Solar.

La Tabla 1 resume las características principales de los telescopios terrestres y espaciales dedicados a la observación de NEOs, tanto los ya instalados como los que están en desarrollo, en el marco de la defensa planetaria.

Tabla 1: Resumen de las características de los telescopios terrestres y espaciales dedicados a la defensa planetaria.

Instrumento/ proyecto	Campo de Visión	Enfoque principal	Ubicación
Telescopio Flyeye (ESA)	6.7° x 6.7°	Detección temprana de NEOS, especialmente asteroides pequeños e inminentes, para proporcionar alertas cruciales que permitan tomar medidas preventivas en caso de riesgo de impacto.	Monte Mufara, en Sicilia, Italia
ATLAS (NASA)	ATLAS Hawaii 5.4° x 5.4°	Monitoreo global de NEOs que podrían impactar contra nuestro planeta con poca antelación. Se enfoca en proporcionar alertas tempranas sobre asteroides potencialmente peligrosos que podrían acercarse a la Tierra en días o semanas.	Haleakalā, Hawái (ATLAS-Hawaii)
	ATLAS Chile 5.4° x 5.4°		Observatorio El Sauce, Chile (ATLAS-Chile)
	ATLAS Sur África 5.4° x 5.4°		Observatorio Sutherland, Sudáfrica (ATLAS-South África)
Pan-STARRS	7° x 7° PS1 7° x 7° PS2	Monitoreo exhaustivo del cielo para detectar, rastrear y caracterizar NEOs, centrándose en la defensa planetaria	Ambos ubicados en el observatorio Haleakalā, Maui, Hawái
Catalina Sky Survey (CSS)	1° x 1° en MLS 4.5° x 4.5° en CO 8° x 8° en SSO	Búsqueda y monitoreo de NEOs para proteger a nuestro planeta de posibles impactos.	Observatorio Mount Lemmon, Arizona, EE. UU Observatorio Catalina, Arizona, EE.UU. Observatorio Siding Spring, Australia
Observatorio Rubin	9.6° x 9.6°	Detección de NEOs con mayor eficiencia que los sistemas actuales, para identificar objetos pequeños y oscuros proporcionará alertas tempranas sobre posibles impactos, mejorando los esfuerzos de defensa planetaria	El Observatorio Vera C. Rubin, un telescopio terrestre de última generación, está ubicado en la cima del Cerro Pachón en Chile. Aunque sus primeras pruebas de funcionamiento se realizaron con éxito el 23 de junio de 2025, se espera que sus operaciones completas comiencen más adelante en el mismo año.
NEOMIR (ESA)	Infrarrojo (Aún están en desarrollo). Se espera que sea comparable o superior a los sistemas terrestres dedicados a la búsqueda de NEOs.	Identifica asteroides oscuros que no reflejan mucha luz visible, pero que emiten radiación térmica en el infrarrojo. Estos objetos pueden pasar desapercibidos para los telescopios ópticos terrestres.	Observatorio espacial (en desarrollo) diseñado para trabajar en el infrarrojo, lo que le permite detectar objetos oscuros y difíciles de observar desde la Tierra
NEO Surveyor, (NASA)	Están diseñando un campo de visión amplio y optimizado para cubrir grandes áreas del cielo en el infrarrojo.	Observación de Asteroides oscuros. Identificar aquellos NEOs que podrían representar una amenaza para nuestro planeta.	Observatorio Espacial (en desarrollo). Se ubicará en la órbita alrededor del punto L1 de Lagrange del sistema Tierra-Sol

Fuente: Elaboración propia (2025).

Por otra parte, el telescopio espacial James Webb (*James Webb Space Telescope, JWST*) es un telescopio de la NASA súper potente que puede observar galaxias que se formaron después del Big Bang, examinar planetas lejanos y acercarse a los mundos y lunas de nuestro propio Sistema Solar. Aunque su propósito principal es estudiar el cosmos, ha demostrado ser eficaz en la detección de asteroides pequeños, incluso de solo unos pocos metros de diámetro. Gracias a su capacidad para observar en el espectro infrarrojo, el JWST ha descubierto algunos de los asteroides más pequeños jamás detectados en el cinturón principal. Por ejemplo, en marzo fue utilizado para monitorear el asteroide 2024 YR4, debido a la predicción de un posible impacto con la Tierra el 22 de diciembre de 2032.

El desarrollo de nuevas tecnologías, como el Observatorio Rubin en Chile, el Flyeye Telescope en Italia y las misiones espaciales NEO surveyor y NEOMIR, prometen aumentar significativamente la detección de asteroides pequeños e inminentes. Estas herramientas no solo fortalecen los sistemas de alerta temprana, sino que también brindan una oportunidad única para estudiar en detalle las características de los asteroides antes de un posible impacto, aumentando así nuestra capacidad de defensa planetaria.

Detectar asteroides con antelación es esencial para la protección de la Tierra, ya que permite implementar medidas de defensa planetaria. Además, este proceso representa una oportunidad invaluable para avanzar en nuestra comprensión del Sistema Solar y su historia evolutiva, proporcionando información clave sobre la dinámica y composición de estos cuerpos celestes.

Descubrimiento y caracterización inicial del asteroide 2024 YR4: Trayectoria, distancia y dinámica orbital

El asteroide 2024 YR4 fue descubierto el 27 de diciembre de 2024 por el sistema de alerta temprana de impacto terrestre de asteroides ATLAS (Tonry et al., 2018). Este hallazgo se realizó utilizando el telescopio ubicado en Río Hurtado, Chile, identificado con el código de observación W68 asignado por el Centro de Planetas Menores (*Minor Planet Center, MPC*). Las primeras observaciones del asteroide se llevaron a cabo a las 05 h 42 min 49 seg en UTC (*Universal Time Coordinate, UTC*), como se ilustra en la Figura 2. El asteroide fue descubierto con una ascensión recta (RA) de 08° 56 min 40.97 seg y una declinación (DEC) de -0° 16' 11.93". En el momento de su detección, se encontraba a una distancia de 0.996 UA del Sol y 0.017 UA de la Tierra, con un ángulo de fase de 43.2°. Su magnitud aparente era de 16.7 mag en el filtro V (Denneau et al., 2024), y presentaba una velocidad angular de 23.78" /min (segundos de arco por minuto). En el panel (a) se muestra el campo donde se localizó el asteroide 2024 YR4 a las 05:42:49 UTC. Durante este tiempo, el asteroide se desplazaba a una velocidad de 22,8 segundos de arco por minuto (equivalente a 9,12 grados por día) en dirección noroeste. En las exposiciones de 30 segundos realizadas por el sistema ATLAS, el asteroide dejó un rastro de aproximadamente 6 píxeles ($\sim 11''$ de longitud), claramente identificado por un círculo rojo en la imagen. En el panel b, se muestra el mismo campo que en el panel a, pero

con las fuentes estáticas eliminadas. A pesar de la presencia de estrellas cercanas, el asteroide se detecta claramente en las imágenes procesadas, destacándose en el campo visual. El panel c muestra el mismo campo que el panel a, pero registrado a las 05:46:04 UTC. Por su parte, el panel d presenta el mismo campo que el panel c, pero con las fuentes estáticas eliminadas. En estas observaciones, el asteroide fue detectado con una magnitud aparente de $\text{o} = 16,54$ en el panel a y $\text{o} = 15,80$ en el panel c. Las grandes áreas negras visibles en las imágenes restadas corresponden a regiones de píxeles saturados, generadas por la presencia de estrellas brillantes. Tanto la dirección del asteroide como las direcciones cardinales están claramente señaladas en cada figura (Bolin et al., 2025).

La cámara ATLAS tiene una escala de $1,86''/\text{pix}$ (segundos por píxel), un filtro personalizado en la banda “naranja” (o-band) que proporciona cobertura de longitud de onda entre 560 nm y 820 nm, y una longitud de onda efectiva de 663 nm (Tonry et al., 2018). El asteroide fue detectado en las cuatro imágenes de la banda o, tomadas en un intervalo de 3,160 segundos, es decir, cada 52.666 minutos de tiempo aproximadamente desde el 27 de diciembre de 2024 a las 05:42:49 UTC hasta el 27 de diciembre de 2024 a las 06:35:30 UTC.

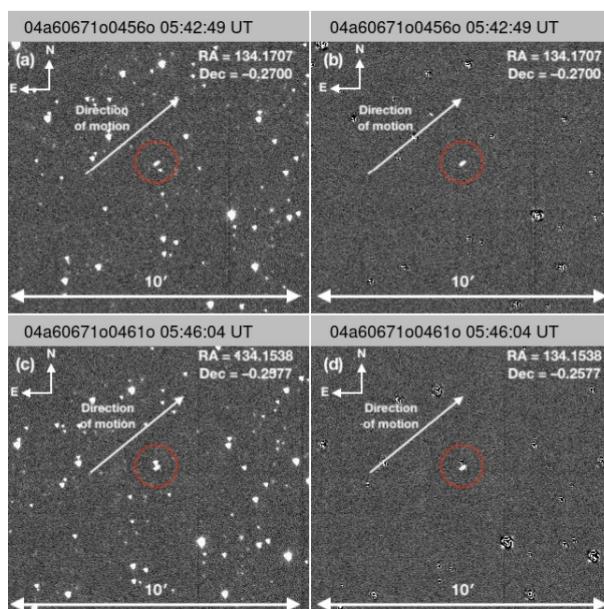


Figura 2: Primeras imágenes del asteroide 2024 YR4 tomadas el 27 de diciembre de 2024 con el telescopio ATLAS-Chile en la banda o.

Fuente: Bolin et al. (2025).

El nombre de este asteroide sigue el sistema de nomenclatura de la IAU, en el cual los asteroides recién descubiertos reciben un número seguido de una combinación de letras y el año de su descubrimiento tal como se explica en Navas (2022). En este caso, 2024 indica el año de descubrimiento, YR es una abreviatura que se utiliza para identificar el observatorio

o el equipo que hizo el descubrimiento, en este caso ATLAS. El 4 representa el número de descubrimientos realizados por ese equipo en ese año específico.

La Tabla 2 muestra la distancia del asteroide 2024 YR4 desde el 20 de diciembre hasta el 03 de enero 2025 de forma diaria, y posteriormente de forma mensual desde el 27 de enero hasta el 27 de junio 2025. Se puede destacar que dos días antes de su primer avistamiento, el asteroide 2024 YR4 estaba llegando a su posición más próxima a la Tierra, alcanzando una distancia de 866,171.67 km ($5.79e^{-3}$ UA), considerándose hasta la fecha su mayor acercamiento a nuestro planeta. Luego, el asteroide comenzó a alejarse alcanzando una distancia de 0.015 UA el día de su descubrimiento, continuando su alejamiento de la Tierra al paso de los días y de los meses, donde se destaca ya que, para el mes de junio 2025, este asteroide se encuentre a 2.865 UA de la Tierra siguiendo su recorrido en su órbita elíptica. Estos valores fueron obtenidos de la base de datos de cuerpos menores del JPL de la NASA, y las magnitudes de la base de datos del MPC, todos para un UTC=0:0:0 del día que corresponde en la tabla.

Tabla 2: Distancia a la Tierra del NEO 2024 YR4 desde su descubrimiento al mes de junio 2025.

Fecha: día-mes-año	Distancia a la Tierra en UA	Magnitud filtro V
20-12-2024	0.042	26.2
21-12-2024	0.034	26.6
22-12-2024	0.026	27.4
23-12-2024	0.018	-
24-12-2024	0.011	-
25-12-2024	5.79 E-3	18.7
26-12-2024	8.52 E-3	15.9
27-12-2024	0.015	16.6
28-12-2024	0.023	17.3
29-12-2024	0.031	17.8
30-12-2024	0.039	18.2
31-12-2024	0.046	18.6
01-01-2025	0.054	18.9
02-01-2025	0.062	19.1
03-01-2025	0.07	19.3
27-01-2025	0.282	22.3
27-02-2025	0.652	25.0
27-03-2025	1.092	26.7
27-04-2025	1.666	27.9
27-05-2025	2.261	28.7
27-06-2025	2.865	29.3

Fuente: Elaboración propia (2025). Datos obtenidos del MPC.

Adicionalmente en la Tabla 2 se puede destacar la magnitud aparente del asteroide. Debido a su débil luminosidad, su observación desde grandes telescopios terrestres era factible durante el mes de enero y los primeros días de febrero, puesto que en febrero ya estaba alcanzando magnitudes superiores a 24 dificultando su monitoreo. Vale la pena remarcar que, desde el OAN (Observatorio Astronómico Nacional Llano del Hato) en Mérida-Venezuela, contamos con dos telescopios grandes telescopios terrestres con los que se pueden observar y monitorear a este tipo de asteroides siempre y cuando no superen magnitudes de 21 y su declinación no sea superior a $\pm 65^\circ$.

La Figura 3 ilustra los diagramas orbitales del asteroide 2024 YR4, cubriendo el periodo comprendido entre su descubrimiento y marzo. En estos diagramas se evidencia su trayectoria elíptica alrededor del Sol, en la cual acelera al acercarse al perihelio, conforme a la segunda ley de Kepler, y disminuye su velocidad al acercarse al afelio. Además, se observa cómo el asteroide se ha ido alejando progresivamente tanto de la Tierra como de su propia órbita inicial, lo que refleja su dinámica característica dentro del Sistema Solar. La proximidad del 2024 YR4 con la Tierra y otros cuerpos masivos, como Venus y Marte, introduce pequeñas perturbaciones gravitacionales que pueden modificar levemente su trayectoria a lo largo del tiempo. Estas interacciones destacan la complejidad y la evolución continua de las órbitas en el Sistema Solar. El asteroide 2024 YR4, que se estima tiene entre 40 y 90 metros de ancho, llamó la atención de los astrónomos cuando apareció en la lista de riesgos de impacto de la NASA el 31 de diciembre de 2024.

Evolución del riesgo de impacto del asteroide 2024 YR4: De la alerta global a su descarte como amenaza

El asteroide recién descubierto, 2024 YR4, generó una considerable atención durante los meses de enero, febrero y marzo debido a su posición como el principal objeto en la tabla de riesgo de impacto con la Tierra. En enero de 2025, los análisis de la NASA del NEA 2024YR4 indicaron la existencia de 1 % de probabilidad de impacto con la Tierra para el 22 de diciembre de 2032, el cual también indica la existencia de alrededor de 99 % de no impactar. Aunque sigue siendo una posibilidad extremadamente baja, observaciones y análisis adicionales al 7 de febrero 2025 del asteroide 2024 YR4 indicaron que su probabilidad de impacto con la Tierra había aumentado a un 2.3 % para el 22 de diciembre de 2032. Las observaciones se han mantenido a través de telescopios terrestres involucrados en la Red Internacional de Alerta de Asteroides, y se mantendrán hasta que el asteroide siga siendo visible (mes de abril del año 2025). Después de esa fecha, será demasiado tenue para observarlo, y tocará esperar hasta aproximadamente junio de 2028 que será su próximo acercamiento a la Tierra.

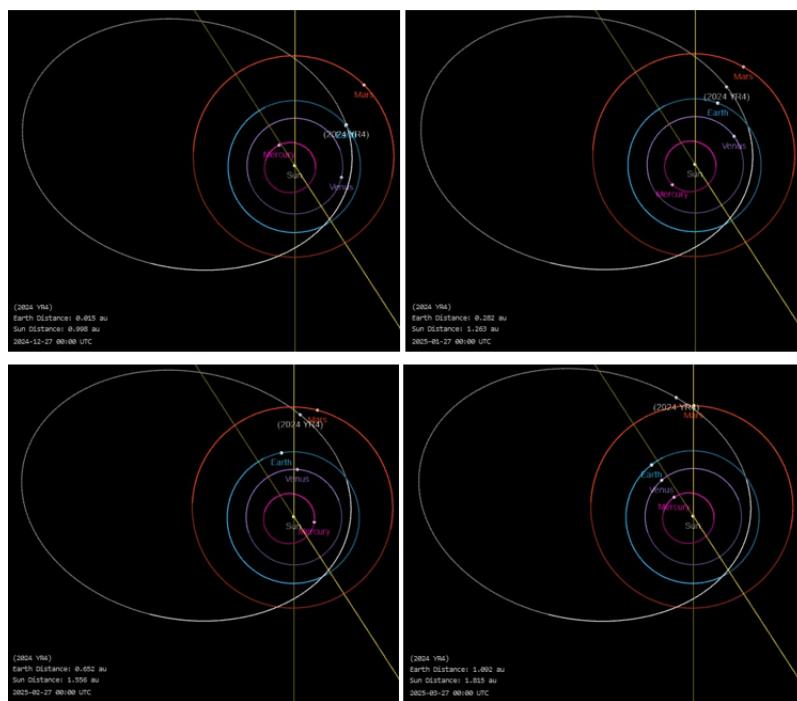


Figura 3: Diagramas orbitales del asteroide 2024 YR4. Los diagramas muestran la evolución orbital del asteroide 2024 YR4 a lo largo de varios meses. Los paneles superiores representan las posiciones orbitales correspondientes a diciembre de 2024 y enero de 2025, mientras que los paneles inferiores abarcan febrero y marzo de 2025. Estos cálculos fueron realizados específicamente el día 27 de cada mes, utilizando como referencia la hora universal coordinada (UTC=0h0m0s).

Fuente: Bolin et al. (2025). Datos obtenidos del JPL de la NASA.

El Centro de Estudios de NEOs de la NASA, ubicado en el JPL de la agencia en el sur de California, incorporó nuevas observaciones reportadas al Centro de Planetas Menores y, el 18 de febrero, actualizó la probabilidad de impacto del asteroide 2024 YR4 en 2032 al 3.1 %, siendo esta la mayor probabilidad de impacto que la NASA haya registrado para un objeto de este tamaño o mayor, por lo que fue catalogado como un asteroide de nivel 3 en la escala de Torino. Esto lo convirtió en el único objeto rastreado con tal nivel de riesgo, ya que todos los demás astros mantenían un nivel de 0 en la misma escala. Un nivel 3 en la escala de Torino indica que el asteroide se encuentra en una trayectoria de aproximación cercana a la Tierra, lo que suscitó gran interés por parte de la comunidad astronómica a nivel mundial. Este hecho destacó la importancia de seguir monitoreando su movimiento y evaluando los posibles escenarios de impacto.

Para ofrecer una perspectiva, el asteroide que detonó sobre Chelyabinsk, Rusia, en 2013, tenía aproximadamente la mitad del tamaño de 2024 YR4. A pesar de su menor tamaño, el evento de Chelyabinsk generó una onda expansiva lo suficientemente poderosa como para

romper ventanas y dañar edificios en seis ciudades, causando heridas a aproximadamente 1,500 personas. Estas cifras subrayan el considerable riesgo asociado con un objeto de mayor tamaño como 2024 YR4, resaltando la importancia de su monitoreo continuo.

Si el asteroide 2024 YR4 llegara a impactar la Tierra, se estima que podría generar una explosión de magnitud comparable a la de una bomba atómica. Las proyecciones realizadas en enero y febrero de 2025 indicaban que el asteroide seguiría una trayectoria ecuatorial, atravesando áreas densamente pobladas cercanas al ecuador terrestre, como Mumbai en India, partes de la península arábiga y diversos países africanos, incluidos Nigeria y Ghana. Asimismo, se predijo que sobrevolaría el Atlántico y parte de Sudamérica, con un posible impacto en regiones como Venezuela y Colombia. Este tipo de información generó gran polémica tanto a nivel mundial como dentro de nuestro país. No obstante, debido a la baja luminosidad del asteroide, su observación mediante telescopios pequeños se vio dificultada.

Sin embargo, el miércoles 19 de febrero de 2025, nuevos datos recopilados durante la noche redujeron la probabilidad de impacto al 1.5 %. Cada noche adicional de observaciones mejoraba nuestra comprensión sobre la posible ubicación del asteroide el 22 de diciembre de 2032 y subraya la importancia de recopilar suficiente información para que los expertos en defensa planetaria puedan determinar el riesgo futuro para la Tierra. La NASA para esa fecha esperaba que la probabilidad de impacto siguiera evolucionando a medida que se realizaran nuevas observaciones del asteroide 2024 YR4 en los próximos días y semanas.

Las observaciones realizadas durante la noche del 19 al 20 de febrero de 2025 sobre el asteroide 2024 YR4 redujeron aún más su probabilidad de impacto con la Tierra al 0.28 %. Los equipos de defensa planetaria de la NASA continuaron monitoreando el asteroide para mejorar las predicciones sobre su trayectoria. Con estos nuevos datos, la probabilidad de impacto con la Luna aumentó ligeramente al 1 %.

El asteroide 2024 YR4 luego de su descubrimiento tenía una posibilidad muy pequeña, pero notable, de impactar la Tierra el 22 de diciembre del año 2032. A medida que se continuaron enviando observaciones al MPC, los expertos del centro de estudios de NEOs del Laboratorio JPL de la NASA pudieron calcular modelos más precisos de su trayectoria y actualizaron la probabilidad de impacto para el 22 de diciembre de 2032 a solo 0.004 %, concluyendo que no existe un riesgo significativo de impacto con nuestro planeta durante el próximo siglo (National Aeronautics and Space Administration, 2025). Gracias a las nuevas astrometrías calculadas en marzo de 2025, se logró ajustar la trayectoria del asteroide, descartando la posibilidad de un impacto con la Tierra. Como resultado, el asteroide fue clasificado con un nivel de 0 en la escala de Torino, eliminando así cualquier alarma de riesgo. Las observaciones realizadas por el telescopio espacial James Webb sobre el asteroide 2024 YR4, el 26 de marzo de 2025, fueron fundamentales para obtener información detallada sobre sus características físicas. Utilizando su tecnología de vanguardia en el espectro infrarrojo, el JWST logró analizar aspectos como

su tamaño, su rotación y la composición de su superficie, especialmente su capacidad de reflectividad.

Caracterización orbital y evaluación de riesgo del asteroide 2024 YR4: Análisis de datos y escenarios futuros

Con aproximadamente 476 mediciones del asteroide 2024 YR4 realizadas entre el 25 de diciembre de 2024 UTC al 26 de marzo de 2025 UTC, (96 días) el JPL HORIZONS calculó la solución de los elementos orbitales, y estos se muestran en la Tabla 3 (solución realizada el 03 de abril de 2025, 06:19:30 UTC).

Estos elementos orbitales nos permiten caracterizar al asteroide en la categoría Apolo, un grupo de NEOs que tienen órbitas elípticas que los acercan al sistema terrestre. La órbita de 2024 YR4 tiene un semieje mayor $a > 1$ UA, lo que significa que su distancia promedio al Sol es ligeramente mayor que la distancia promedio entre la Tierra y el Sol. El punto más cercano de su órbita al Sol (q) está dentro de la órbita de la Tierra, es decir, $q < 1$ UA. Esto implica que el asteroide pasa relativamente cerca del Sol durante su recorrido orbital. El punto más lejano de su órbita respecto al Sol está más allá de la órbita terrestre, lo que confirma su naturaleza elíptica y su capacidad para cruzar la órbita de la Tierra. Según JPL HORIZONS, la MOID (distancia mínima de intersección de órbita con la Tierra) de 2024 YR4 con respecto a la Tierra es de aproximadamente 2.82×10^{-3} UA, o unos 421,000 km. Esto indica que, aunque su órbita cruza la de la Tierra, su probabilidad de impacto es extremadamente baja debido a la separación espacial entre ambas trayectorias.

Tabla 3: Elementos orbitales del NEO 2024 YR4.

Elementos	Valores	Incertidumbre (1-sigma)	unidades
Tiempo de perihelio (Tp)	2,460,636.917565526356	1.724 E-5	TDB (día juliano)
Semi-eje mayor (a)	2.5158703711741	1.0147 E-5	UA
Excentricidad (e)	0.6615485920479125	3.35 E-6	e
Perihelio (q)	0.8514998693488151	2.078 E-7	UA
Afelia (Q)	4.180240872999385	1.686 E-5	UA
Inclinación (i)	3.408175346063558	5.2904 E-6	grados
Nodo ascendente (Ω)	271.3656150605426	8.2828 E-6	grados
Argumento del perihelio (ω)	134.3613646637905	9.7798 E-6	grados
Anomalia promedio (M)	40.40251035304198	0.00024862	grados
Periodo	3.990622006048849	2.4143 E-5	años
Magnitud absoluta	23.96	0.27787	mag

Fuente: Elaboración propia (2025). Datos obtenidos del JPL al 03 de abril 2025.

La Tabla 4 resume la información básica sobre el peligro que representa este asteroide en la actualidad para nuestro planeta. Se enumeran los valores máximos de las escalas de Torino y Palermo, así como el número de impactos potenciales tabulados y sus correspondientes valores

en la escala de Palermo y la probabilidad de impacto. Algunos valores de parámetros dependen del evento de impacto específico en cuestión, pero cambian poco entre las distintas tablas. Por lo tanto, solo se tabularon los valores promedios. Análisis basado en 476 observaciones que abarcan 91.112 días (25-12-2024 al 26-03-2025).

Tabla 4: Eventos de posibles futuros impactos del NEO 2024 YR4 a la Tierra.

Fecha (año-m-d.d)	Sigma VI	Probabilidad de impacto	Energía de Impacto (Mt)	Escala de Palermo	Escala de Torino
2047-12-22.05	2.6743	1.1e-6	7.376e+00	-5.09	0
2047-12-22.05	0.1943	6.7e-6	7.373e+00	-4.32	0

Fuente: Elaboración propia (2025). Datos obtenidos del JPL al 03 de abril 2025.

Estos datos presentan solo dos escenarios posibles de impacto del asteroide contra la Tierra en el año 2047. En ambos casos, se analizan los valores de sigma VI, que representa el número de desviaciones estándar entre la predicción orbital actual y el punto de impacto más probable. Este parámetro mide la incertidumbre en la trayectoria del asteroide: un valor más alto de sigma VI indica mayor incertidumbre en la predicción. En este caso, los valores de sigma son 2.6743 y 0.1943, respectivamente. El segundo escenario (0.1943) presenta una incertidumbre significativamente menor, lo que sugiere una predicción más precisa.

En cuanto a las probabilidades de impacto, en el primer escenario es de $1.1e^{-6}$, equivalente a 0.0000011 (aproximadamente 1 en 909,090). En el segundo escenario, la probabilidad asciende a $6.7e^{-6}$, o 0.0000067 (aproximadamente 1 en 149,254). Ambas cifras son extremadamente bajas, lo que indica que el riesgo de impacto es prácticamente insignificante.

Por otro lado, las energías estimadas para estos posibles impactos son de $7.376e^{+00}$ Mt y $7.373e^{+00}$ Mt, equivalentes a aproximadamente 7.38 megatones (Mt). Esta unidad mide la energía liberada en explosiones y, en este caso, es comparable a la de una gran explosión nuclear. Para contexto, la bomba atómica lanzada sobre Hiroshima liberó alrededor de 0.015 Mt. Un impacto con una energía de 7.38 Mt podría causar daños significativos a nivel regional, afectando infraestructuras, el entorno y generando posibles desastres locales. Sin embargo, no tendría consecuencias catastróficas a nivel global. A pesar de la magnitud potencial de los efectos, las probabilidades extremadamente bajas de ocurrencia minimizan aún más el riesgo percibido, reforzando la conclusión de que el asteroide no representa una amenaza significativa para la Tierra en el futuro cercano.

La escala de Palermo es una herramienta que mide el riesgo relativo de impacto de un asteroide en comparación con el “riesgo de fondo”, es decir, la probabilidad promedio de que asteroides de tamaño similar impacten contra la Tierra. Los valores negativos en esta escala indican que el riesgo es menor que el riesgo de fondo. En este caso, los valores obtenidos son -5.09 y -4.32, ambos considerablemente bajos. Esto significa que el riesgo de impacto del

asteroide es mucho menor que el promedio esperado para objetos de características similares. Además, la escala de Torino ofrece una evaluación más simplificada del riesgo, clasificándolo en una escala de 0 a 10. Un valor de 0 indica que no hay motivo de preocupación, ya que el evento no representa una amenaza significativa. Por su parte, los valores entre 1 y 10 reflejan niveles crecientes de alerta, desde eventos que requieren atención hasta colisiones globales devastadoras. En este análisis, todos los escenarios evaluados recibieron una calificación de 0 en la escala de Torino, lo que confirma que no existe un riesgo significativo de impacto y que no es necesario tomar medidas especiales en este momento.

Aunque 2024 YR4 no representa actualmente un riesgo inmediato para la Tierra, su clasificación como un objeto tipo Apolo lo convierte en un candidato para futuros estudios de defensa planetaria, dado que su órbita podría evolucionar hacia configuraciones más cercanas a la Tierra en el futuro debido a efectos gravitacionales o no gravitacionales (como el efecto Yarkovsky). Su órbita y características dinámicas ofrecen oportunidades únicas para investigar cómo los asteroides interactúan con los planetas interiores y cómo estas interacciones afectan su evolución orbital.

El Observatorio Astronómico Nacional de Venezuela: Un bastión para el monitoreo de asteroides, NEOs y la defensa planetaria

El Observatorio Astronómico Nacional de Venezuela está ubicado en Llano del Hato, estado Mérida. Se sitúa a una altitud de 3,600 metros sobre el nivel del mar, en la cordillera andina ($8^{\circ}47'11''N$, $70^{\circ}52'18,8''O$). Su ubicación geográfica cercana al ecuador lo convierte en un punto estratégico. Desde allí se pueden observar objetos en ambos hemisferios celestes, tanto al norte como al sur (con declinaciones $\leq \pm 65^{\circ}$). Además, su localización en el páramo andino, con poca contaminación lumínica y una atmósfera estable, lo hace uno de los centros de observación más importantes del norte de Sudamérica. La infraestructura del OAN incluye cuatro telescopios principales ubicados en cúpulas independientes: una cámara Schmidt, un telescopio Reflector, un Gran Refractor y el telescopio doble Astrógrafo. La cámara Schmidt puede detectar objetos de hasta magnitud 21, y el telescopio Reflector alcanza la magnitud 18. Ambos son ideales para observar cuerpos celestes de poca luz, como asteroides débiles.

Los proyectos que desarrolla en el OAN se centran en el monitoreo de NEOs y NEAs. Usando tanto la Cámara Schmidt como el Reflector, se calculan las posiciones astrométricas (ra, dec) de los cuerpos celestes observados. Esta información es vital para refinar sus órbitas y trayectorias, una tarea en la que el observatorio ha colaborado en los últimos años en el marco de los proyectos que he venido desarrollando (Deen et al., 2024; Husar et al., 2024; Robinson et al., 2024; Siverd et al., 2024). Estas capacidades tecnológicas posicionan al observatorio como un recurso clave para el monitoreo y análisis de cuerpos celestes en la región contribuyendo a la defensa planetaria.

El CIDA y el OAN pueden dar un paso adelante en la seguridad planetaria. Esto se lograría a través de una propuesta integral que aproveche sus recursos existentes. Para empezar, la dedicación exclusiva de uno de los telescopios, como la cámara Schmidt, a la observación de NEAs optimizaría los esfuerzos de monitoreo. Además, el fortalecimiento del equipo de investigación con más profesionales permitiría desarrollar software y algoritmos más avanzados. Estos programas no solo perfeccionarían el cálculo de las posiciones astrométricas ya existentes en el CIDA, sino que también automatizarían la detección de nuevos asteroides y calcularían sus órbitas preliminares.

Actualmente, el asteroide 2024 YR4 se encuentra ya muy alejado de la Tierra, lo que hace imposible su observación con telescopios terrestres. Con un período orbital de aproximadamente 3.99 años (Tabla 3), lo que significa que completa una órbita alrededor del Sol en ese tiempo, se espera que vuelva a estar cerca de la Tierra en junio de 2028. Su mayor aproximación será el 22 de diciembre de ese mismo año, cuando pasará a una distancia de 266,857 kilómetros (aproximadamente 0.001784 UA). Durante este período (junio-diciembre), su declinación cambiará de -17° a $+03^{\circ}$, moviéndose del hemisferio celeste sur al norte. Esta trayectoria es ideal para ser monitoreada desde Venezuela, ya que la ubicación del Observatorio de Llano del Hato cerca del ecuador permite una observación óptima del asteroide en ambos hemisferios.

Para la observación, se utilizaría la Cámara Schmidt debido a la baja luminosidad del asteroide. El protocolo de observación incluiría observaciones continuas tres horas antes y tres horas después de que el objeto alcance su céntit. Para capturar con éxito el asteroide, se usarían tiempos de exposición de 240 segundos y un ISO de 6,600. Luego, las imágenes se procesarían con un binning de 2x2 para mejorar la señal y reducir el ruido. El cálculo de las posiciones astrométricas (ascensión recta y declinación) se harían con los programas ya desarrollados en Fortran y Python.

Desde Venezuela, existe una oportunidad significativa para contribuir a su observación y al cálculo de sus posiciones astrométricas, las cuales serían reportadas al MPC tal como se viene haciendo actualmente con otros NEOs. Este organismo recopila mediciones astrométricas de objetos cercanos a la Tierra obtenidas por astrónomos de todo el mundo. Gracias a estos datos, es posible calcular sus elementos orbitales y refinar las predicciones de trayectoria, utilizando nuevas posiciones proporcionadas por telescopios terrestres distribuidos globalmente.

El Centro de Investigaciones de Astronomía y Tecnologías Aplicadas (CIDA) desempeña un papel fundamental en la observación y análisis de cuerpos celestes. A través de sus telescopios, contribuye de manera significativa al seguimiento y cálculo de posiciones astrométricas de asteroides y cometas cercanos a la Tierra. Estas labores no solo optimizan la precisión de las predicciones orbitales de objetos como el 2024 YR4, sino que también refuerzan la integración de Venezuela en redes globales de monitoreo de cuerpos potencialmente peligrosos, promoviendo el avance científico y la seguridad planetaria.

La proximidad relativa del NEA 2024 YR4 no implica necesariamente un riesgo de impacto, ya que las simulaciones orbitales actuales sugieren que seguirá siendo un encuentro seguro. Sin embargo, es importante continuar monitoreando su trayectoria en los próximos años para refinar las predicciones y asegurar que no existan cambios significativos en su órbita debido a interacciones gravitacionales con otros cuerpos celestes o efectos no gravitacionales, como el efecto Yarkovsky. Este seguimiento será crucial para garantizar la precisión de las estimaciones futuras y para planificar posibles campañas de observación científica cuando el asteroide vuelva a acercarse a nuestro planeta.

Conclusiones

El descubrimiento anticipado de asteroides no solo es fundamental para la protección de la Tierra, sino que también abre nuevas oportunidades para abordar preguntas fundamentales sobre el origen y evolución del Sistema Solar. Los asteroides, como reliquias primordiales de la formación temprana del Sistema Solar, contienen información invaluable sobre los procesos que moldearon los planetas y otros cuerpos celestes. El análisis de laboratorio de meteoritos recuperados en la Tierra ha permitido identificar materiales exóticos, como minerales únicos y compuestos orgánicos, que podrían estar relacionados con el origen de la vida. Además, combinar datos orbitales con observaciones físicas mejora nuestra comprensión de las fuerzas que afectan a los asteroides, incluidos efectos gravitacionales y no gravitacionales, como la presión de radiación solar y el efecto Yarkovsky.

Casos destacados, como el asteroide 2008 TC3, el primer objeto detectado antes de su impacto, ilustran la importancia de la detección temprana. Su estudio exhaustivo durante sus últimas horas permitió recolectar fragmentos en Sudán y confirmar su clasificación como ureilita. Eventos recientes, como los asteroides 2018 LA, 2023 CX1 y 2024 BX1, demuestran la creciente capacidad de los sistemas actuales para identificar impactadores inminentes, incluso con poco tiempo de anticipación. Estos casos subrayan la necesidad de fortalecer las redes globales de monitoreo para proteger nuestro planeta.

La atmósfera terrestre actúa como un escudo protector, desintegrande muchos cuerpos celestes antes de que alcancen la superficie. Sin embargo, los fragmentos que logran sobrevivir ofrecen pistas cruciales sobre la composición de los asteroides y cometas. Con el desarrollo de nuevas tecnologías, como el Observatorio Rubí en Chile, el Flyeye Telescope en Italia y las misiones espaciales NEO Surveyor y NEOMIR, se espera un incremento significativo en la tasa de detección de NEOs. Estas herramientas no solo mejorarán las capacidades de advertencia temprana, sino que también proporcionarán oportunidades únicas para estudiar las características físicas y dinámicas de estos objetos antes de su impacto.

Un ejemplo reciente es el caso del asteroide 2024 YR4, cuya trayectoria fue ajustada

gracias a posiciones astrométricas precisas reportadas hasta marzo de 2025. Este seguimiento permitió descartar cualquier riesgo de impacto con la Tierra para el 22 de diciembre del año 2032, llevando su nivel de riesgo a 0 en la escala de Torino. Aunque este asteroide ya no representa una amenaza, su monitoreo continuo, especialmente durante su aproximación a la Tierra en junio del año 2028, será crucial para evaluar cualquier cambio futuro en su órbita. Desde Venezuela, el CIDA juega un papel clave al utilizar telescopios como el Reflector y la Cámara Schmidt para calcular y reportar posiciones astrométricas al MPC, contribuyendo así al refinamiento de los elementos orbitales y asegurando la evaluación continua de su trayectoria.

En resumen, el estudio de asteroides como el 2024 YR4 no solo es relevante para la ciencia y la seguridad planetaria, sino que también profundiza nuestro conocimiento sobre la dinámica y composición de estos cuerpos celestes. Aunque su órbita elíptica característica de los asteroides tipo Apolo indica un riesgo mínimo de colisión, su monitoreo constante sigue siendo esencial. Detectar asteroides con antelación pudiera permitir en el futuro la implementación de medidas de defensa planetaria ofreciendo una oportunidad invaluable para avanzar en la comprensión de nuestro Sistema Solar y de la Vía Láctea.

Glosario de Términos

2008 TC3: Meteorito de aproximadamente 4 m de diámetro que ingresó a la atmósfera terrestre.

2024 YR4: Nombre de un asteroide que generó discusión por la presunción de un impacto terrestre.

ATLAS: *Asteroid Terrestrial-impact Last Alert System*.

CIDA: Fundación Centro de Investigaciones de Astronomía.

CSS: Catalina Sky Survey.

DEC: Declinación.

ESA: *European Space Agency*.

IAU: *International Astronomical Union*.

JPL: Jet Propulsion Laboratory.

JWST: James Webb Space Telescope.

MPC: *Minor Planet Center*.

MOID: Minimum Orbital Intersection Distance.

Mt: Megatones.

NASA: *National Aeronautics and Space Administration*.

NEAs: Near-Earth Asteroids.

NECs: Near-Earth Comets.

NEO Surveyor: Near-Earth Object Surveyor.

NEOMIR: *Near-Earth Object Mission for InfraRed detection*.

NEOs: Near Earth asteroids.

OAN: Observatorio Astronómico Nacional Llano del Hato.

Pan-STARRS: *Panoramic Survey Telescope and Rapid Response System.*

PHAs: Potentially Hazardous Asteroids.

RA: Ascensión Recta.

SBDB: Small Body Database.

SCOUT: *Solid Controlled Orbital Utility Test.*

UA: Unidades Astronómicas.

UTC: *Universal Time Coordinate.*

Referencias

- Ben-Menahem, A. (1975). Source parameters of the Siberian explosion of June 30, 1908, from analysis and synthesis of seismic signals at four stations. *Physics of the Earth and Planetary Interiors*, 11(1), 1-35. [https://doi.org/10.1016/0031-9201\(75\)90072-2](https://doi.org/10.1016/0031-9201(75)90072-2)
- Bischoff, A., Bannemann, L., Decker, S., Ebert., S., Haberer, S., Heitmann, U., Horstmann, M., Klemm, K., Kraemer, A., Lentfort, S., Patzek, M., Storz, J., y Weyrauch, M. (2022). Asteroid 2008 TC3, not a polymict ureilitic but a polymict C1 chondrite parent body? Survey of 249 Almahata Sitta fragments. *Meteoritics & Planetary Science*, 57(7), 1339-1364. <https://doi.org/10.1111/maps.13821>
- Bischoff, A., Patzek, M., Di Rocco, T., Pack, A., Stojic, A., Berndt, J., y Peters, S. (2023). Saint-Pierre-le-Viger (L5-6) from asteroid 2023 CX1 recovered in the Normandy, France—220 years after the historic fall of L'Aigle (L6 breccia) in the neighborhood. *Meteoritics & Planetary Science*, 58(10), 1385-1398. <https://doi.org/10.1111/maps.14074>
- Bolin, B., Hanuš, J., Denneau, L., Bonamico, R., Abron, L., Delbo, M., Ďurech, J., Jedicke, R., Alcorn, L., Cikota, A., Panda, S., y Reggiani, H. (2025). The discovery and characterization of Earth-crossing asteroid 2024 YR4. *The Astrophysical Journal Letters*, 984(1). <https://doi.org/10.3847/2041-8213/adc910>
- Bottke, W., Vokrouhlický, D., y Nesvorný, D. (2007). An asteroid breakup 160 My ago as the probable source of the K-T impactor. *Nature*, 449, 48-53. <https://doi.org/10.1038/nature06070>
- Brown, P., Assink, J., Astiz, L., Blaauw, R., Boslough, M., Borovička, J., Brachet, N., Brown, D., Campbell, M., Ceranna, L., Cooke, W., De Groot, C., Drob, D., Edwards, W., Evers, L., Garces, M., Gill, J., Hedlin, M., Kingery, A., ... Krzeminski, Z. (2013). A 500-kiloton airburst over Chelyabinsk and an enhanced hazard from small impactors. *Nature*, 503(7475), 238-241. <https://doi.org/10.1038/nature12741>
- Brož, V. (2024). The impact of announcements of regulatory and law enforcement penalties on stock market valuation of US banks from 2000 to 2022. *Journal of Financial Regulation and Compliance*, 32(4), 479-500. <https://doi.org/10.1108/JFRC-01-2024-0007>

- Burns, J., Lamy, P., y Soter, S. (1979). Radiation forces on small particles in the solar system. *Icarus*, 40(1), 1-48. [https://doi.org/10.1016/0019-1035\(79\)90050-2](https://doi.org/10.1016/0019-1035(79)90050-2)
- Cantillo, D., Ridenhour, K., Battle, A., Joyce, T., Nunez, J., Pearson, N., y Reddy, V. (2024). Is Near-Earth Asteroid 2024 BX1 Ribbeck a fragment of E-type Main-belt Asteroid (434) Hungaria? *Bulletin of the American Astronomical Society*, 56(8), e-id 2024n8i207p02. <https://doi.org/10.3847/PSJ/ad8b22>
- Christensen, E., Larson, S., Boattini, A., Gibbs, A., Grauer, A., Hill, R., Johnson, J., Kowalski, R., y McNaught, R. (2012). The Catalina Sky Survey: Current and future work. *Bulletin of the American Astronomical Society*, 44, 210.13.
- Cibin, L., Chiarini, M., Gregori, P., Bernardi, F., Ragazzoni, R., Sessler, G., y Kugel, U. (2019). The Fly-Eye Telescope: Development and first factory test results. *Proceedings of the 1st NEO and Debris Detection Conference, ESA2019, Darmstadt, Germany, 22-24 January*. <https://conference.sdo.esoc.esa.int/proceedings/packages>
- Conversi, L., Licandro, J., Delbo, M., Fitzsimmons, A., Muinonen, K., Müller, T., Popescu, M., Tanga, P., y Moissl, R. (2024). NEOMIR: ESA's space-based infrared mission for NEO detection and early warning. *Proceedings of SPIE, 13092, Space Telescopes and Instrumentation 2024: Optical, Infrared, and Millimeter Wave, 130922H*. <https://doi.org/10.1117/12.3018505>
- Deen, S., Tully, B., Micheli, M., Cuillandre, J., Kleyna, J., Meech, K., Rest, A., Drlica, A., y Navas, G. (2024). MPEC 2024-G193 : Observations and Orbits of Comets and a/ Objects. *Minor Planet Electronic Circulars*, 2024-G193. <https://doi.org/10.48377/MPEC/2024-G193>
- Denneau, L., Siverd, R., Tonry, J., Weiland, H., Erasmus, N., Fitzsimmons, A., y Robinson, J. (2024). Minor Planet Electronic Circulars. 2024-Y140. <https://www.minorplanetcenter.net/mpec/K24/K24YE0.html>
- Devillepoix, H., Bland, P., Sansom, E., Towner, M., Cupák, M., Howie, R., Hartig, B., Jansen, T., y Cox, M. (2019). Observation of metre-scale impactors by the Desert Fireball Network. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 483(4), 5166-5178. <https://doi.org/10.1093/mnras/sty3442>
- Farinella, P., y Vokrouhlický, D. (1999). Semimajor axis mobility of asteroidal fragments. *Science*, 283(5407), 1507. <https://doi.org/10.1126/science.283.5407.1507>
- Farinella, P., Vokrouhlický, D., y Hartmann, W. (1998). Meteorite delivery via Yarkovsky orbital drift. *Icarus*, 132(2), 378-387. <https://doi.org/10.1006/icar.1997.5872>
- Hoffman, T., Citron, J., Dube, B., Dubovitsky, S., Erlig, H., Haag, C., Lawler, C., Lay, O., Lysek, M., Murray, A., Peddada, P., Rokey, M., Spanos, J., Swenka, E., Vaquero, M., Mainzer, A., Wong, A., Andersen, J., Sayer, T., y Veto, M. (2024). Near-Earth Object Surveyor Project Overview. *2024 IEEE Aerospace Conference*, 1-20. <https://doi.org/10.1109/AERO58975.2024.10521050>
- Husar, D., Pasche, W., Jahn, J., Varey, J., Blythe, M., Festler, P., Spitz, G., Banks, L., Lue, A., y Navas, G. (2024). MPEC 2024-K130 : Observations and Orbits of Comets and a/

- Objects. *Minor Planet Electronic Circulars*, 2024-K130. May. <https://doi.org/10.48377/MPEC/2024-K130>
- Jedicke, R., Tonry, J., Veres, P., Farnocchia, D., Spoto, F., Rest, A., Wainscoat, R., y Lee, E. (2012). ATLAS: Asteroid Terrestrial-impact Last Alert System. *Bulletin of the American Astronomical Society*, 44, 210.12.
- Jenniskens, P., Gabadirwe, M., Yin, Q., Proyer, A., Moses, O., Kohout, T., Franchi, F., y Gibson, R. (2021). The impact and recovery of asteroid 2018 LA. *Proceedings of the 7th IAA Planetary Defense Conference, Vienna, Austria. 26-30 April, 98, 142*. <https://doi.org/10.22323/1.236.0142>
- Jenniskens, P., Shaddad, M., Numan, D., Elsir, S., Kudoda, A., Zolensky, M., Le, L., Robinson, G., Friedrich, J., Rumble, D., Steele, A., Chesley, S., Fitzsimmons, A., Duddy, S., Hsieh, H., Ramsay, G., Brown, P., Edwards, W., Tagliaferri, E., ... Worden, S. (2009). The impact and recovery of asteroid 2008 TC3. *Nature*, 458(7237), 485-488.
- Jet Propulsion Laboratory. (2025). *NASA Jet Propulsion Laboratory*. <https://www.jpl.nasa.gov/>
- Johnson, L., Castillo, J., y Dervan, J. (2017). Near Earth Asteroid Scout: NASA's solar sail mission to a NEA. *Proceedings of the International Astronautical Congress (IAC)*. <https://ntrs.nasa.gov/api/citations/20170009096/downloads/20170009096.pdf>
- Kareta, T., Vida, D., Micheli, M., Moskovitz, N., Wiegert, P., Brown, P., McCausland, P., Devillepoix, H., Malečić, B., Prtenjak, M., Šegon, D., Shafransky, B., y Farnocchia, D. (2024). Telescope-to-fireball characterization of Earth impactor 2022 WJ1. *The Planetary Science Journal*, 5(11), 253. <https://doi.org/10.3847/PSJ/ad8b22>
- Kyte, F. (1998). A meteorite from the Cretaceous/Tertiary boundary. *Nature*, 396(6708), 237-239. <https://doi.org/10.1038/24322>
- Marsden, B. (1997). Overview of Orbits. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 822(1), 52-66. <https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.1997.tb48334.x>
- Minor Planet Center. (2025). *Minor Planet Center*. <https://www.minorplanetcenter.net/>
- Motz, L., y Duveen, A. (1996). *Essentials of Astronomy* (2^a ed.) Columbia University Press. ISBN 0-231-04009-1.
- National Aeronautics and Space Administration. (2025). *NASA Discovers Interstellar Comet Moving Through Solar System*. NASA Blog. <https://blogs.nasa.gov/planetarydefense/N>
- Navas, G. (2022). Implicaciones de la propiedad intelectual en la investigación astronómica venezolana, la ética y el reconocimiento de los derechos morales en los descubrimientos. *Propiedad Intelectual*, 23(3). <http://dx.doi.org/10.53766/PI/2022.23.03>
- Nicholas, K., Herve, A., Burke, B., Hans, B., Ken, C., Mark, R., Heasley, J., Hodapp, K., Hunt, B., Jedicke, R., Jewitt, D., Kudritzki, R., Luppino, G., Maberry, M., Magnier, E., Monet, D., Onaka, P., Pickles, A., Rhoads, P., ... Wick, J. (2002). Pan-STARRS: A large synoptic survey telescope array. *Proceedings of SPIE, 4836, Survey and Other Telescope Technologies and Discoveries*, 24 December. <https://doi.org/10.1117/12.457365>

- Perna, D., Barucci, M., y Fulchignoni, M. (2013). The near-Earth objects and their potential threat to our planet. *The Astronomy and Astrophysics Review*, 21(65), 52-66. <https://doi.org/10.1007/s00159-013-0065-4>
- Peterson, C. (1976). A source mechanism for meteorites controlled by the Yarkovsky effect. *Icarus*, 29(1), 91-111. [https://doi.org/10.1016/0019-1035\(76\)90105-6](https://doi.org/10.1016/0019-1035(76)90105-6)
- Robinson, J., Denneau, L., Erasmus, N., Weiland, H., Tonry, J., Siverd, R., y Fitzsimmons, A. (2024). MPEC 2024-N80 : Observations and orbits of comets and a/ objects. *Minor Planet Electronic Circulars*, 2024-N80. <https://doi.org/10.48377/MPEC/2024-N80>
- Rubin, M., Altwegg, K., Van Dishoeck, E., y Schwemh, G. (2015). Molecular oxygen in Oort Cloud comet 1P/Halley. *The Astrophysical Journal Letters*, 815(1), L11. <https://doi.org/10.1088/2041-8205/815/1/L11>
- Rubincam, D. (1995). Asteroid orbit evolution due to thermal drag. *Journal of Geophysical Research*, 100((E1)), 1585-1594. <https://doi.org/10.1029/94JE02411>
- Simó, E., y Peña, E. (2022). Planetary defense is not only about science. *Advancing IDEA in Planetary Science, held virtually 25-29 April. LPI Contribution*, 2679.
- Siverd, R., Denneau, L., Erasmus, N., Weiland, H., Tonry, J., Fitzsimmons, A., y Robinson, J. (2024). Observations and orbits of comets and a/ objects. *Minor Planet Electronic Circulars*, 2024-N80. <https://doi.org/10.48377/MPEC/2024-N80>
- Thomas, S., Barr, J., Callahan, S., Clements, A., Daruich, F., Fabrega, J., Ingraham, P., Gressler, W., Munoz, F., Neill, D., Ribeiro, T., Sebag, J., Serrano, E., Stalder, B., Tighe, R., Vucina, T., y Xin, B. (2020). Vera C. Rubin Observatory: Telescope and site status. *Proceedings of SPIE*, 11445, *Ground-based and Airborne Telescopes VIII*, 114450I. <https://doi.org/10.1117/12.2561581>
- Tonry, J., Denneau, L., y Heinze, A. (2018). Publications of the Astronomical Society of the Pacific. *IOPScience*, 130(988), 064505. <https://doi.org/10.1088/1538-3873/aabadf>
- Yufan, Z., Zhiyuan, L., Hailiang, L., y Liyong, Z. (2025). Prediction for close approaches with terrestrial planets of asteroids from the main belt. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 538, 258-265. [https://doi.org/10.1016/0019-1035\(76\)90105-6](https://doi.org/10.1016/0019-1035(76)90105-6)

Simulación de cascadas de partículas secundarias en la atmósfera para Mérida-Venezuela

Simulation of secondary particle cascades in the atmosphere for Mérida, Venezuela

Robert Rondón [ID¹](#)

Yunior Pérez [ID²](#)

Libardo Zerpa [ID³](#)

Orielys Soto [ID⁴](#)

Carlos Jaimes [ID⁵](#)

Jesús Erazo [ID⁶](#)

Neptali Martorelli [ID⁷](#)

Carlos Pérez [ID⁸](#)

Richard Rojas [ID⁹](#)

Francisco Guerrero [ID¹⁰](#)

Universidad de Los Andes, Mérida, Venezuela^{1,3,4,5,6,7,8,10}

Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México, México²

Centro de Investigaciones de Astronomía Francisco J. Duarte, Mérida, Venezuela^{3,5,8,9,10}

Centro Nacional de Desarrollo e Investigación en Tecnologías Libres, Mérida, Venezuela⁶

roncharoberth@gmail.com¹

yuniorp@fisica.unam.mx²

libardo.zerpa.guillen@gmail.com³

orielys1012@gmail.com⁴

carl8919@gmail.com⁵

jerazo@cenditel.gob.ve⁶

martorelli617@gmail.com⁷

enriqueparra8@gmail.com⁸

astrofisico1968@gmail.com⁹

fxgv20@gmail.com¹⁰

Fecha de recepción: 23/05/2025

Fecha de aceptación: 12/08/2025

Pág: 38 – 49

DOI: 10.5281/zenodo.17466412



Esta obra está bajo licencia CC BY-NC-SA 4.0.

Resumen

Los rayos cósmicos son partículas de altas energías provenientes del espacio que al interactuar con la atmósfera terrestre, generan una cascada de partículas secundarias. Para estudiar este fenómeno, se utilizó la aplicación ARTI (*Atmospherical Radiation Transport Information*), desarrollada por el Observatorio Gigante Latinoamericano (LAGO), que incorpora el software CORSIKA para simular la producción y propagación de estas partículas secundarias en la atmósfera. LAGO es un observatorio de rayos cósmicos que opera con detectores Cherenkov en agua distribuidos en distintas alturas y latitudes de América Latina. En este trabajo se evaluó la ubicación de un detector Cherenkov en agua en Mérida, Venezuela, para el estudio de las componentes electromagnética y muónica de una cascada secundaria de partículas. En CORSIKA se modeló el flujo de partículas secundarias, en tres ubicaciones de Mérida - Venezuela: en la Hechicera a 1630 m.s.n.m, Observatorio Astronómico Nacional Llano del Hato (OANLLH) a 3600 m.s.n.m y Pico Espejo Mérida a 4754 m.s.n.m. Los resultados de las simulaciones muestran que Pico Espejo es el sitio más adecuado para estudios con gamas secundarias, ya que presenta un flujo superior a 10^3 partículas $m^2 s^{-1}$ y energías cercanas a 500 GeV, superando los valores registrados en la Hechicera y el OANLLH. Además, las simulaciones mostraron una diferencia significativa entre la componente electromagnética (gammás, electrones y positrones) y la componente muónica, que lo convierte en la ubicación preferente para estudios de clima espacial con la componente muónica.

Palabras clave: CORSIKA, detectores Cherenkov, muones, rayos cósmicos.

Abstract

Cosmic rays are high-energy particles from space that, upon interacting with the Earth's atmosphere, generate a cascade of secondary particles. To study this phenomenon, the ARTI (Atmospherical Radiation Transport Information) application was used, developed by the Latin American Giant Observatory (LAGO), which incorporates the CORSIKA software to simulate the production and propagation of these secondary particles in the atmosphere. LAGO is a cosmic ray observatory that operates with water Cherenkov detectors distributed at different heights and latitudes of Latin America. In this work, the location of a water Cherenkov detector in Mérida, Venezuela, was evaluated for the study of the electromagnetic and muonic components of a secondary particle cascade. In CORSIKA, the flux of secondary particles was modeled in three locations in Mérida, Venezuela: in La Hechicera at 1630 m.a.s.l., National Astronomical Observatory Llano del Hato (OANLLH) at 3600 m.a.s.l., and Pico Espejo Mérida at 4754 m.a.s.l. The results of the simulations show that Pico Espejo is the most adequate site for studies with secondary gammas, since it presents a flux superior to 10^3 particles $m^2 s^{-1}$ and energies close to

500 GeV, surpassing the values registered in La Hechicera and OANLLH. Additionally, the simulations showed a significant difference between the electromagnetic component (gammas, electrons, and positrons) and the muonic component, which converts it into the preferential location for space weather studies with the muonic component.

Keywords: CORSIKA, Cherenkov detectors, muons, cosmic rays.

Introducción

Desde el descubrimiento de los rayos cósmicos, se ha comprendido que estas partículas de alta energía provenientes del espacio exterior impactan constantemente la atmósfera terrestre, generando cascadas de partículas secundarias (Lipari, 1993). Estas partículas juegan un papel crucial en el estudio de fenómenos astrofísicos y de clima espacial (Durán et al., 2016). Los rayos cósmicos abarcan un amplio espectro de energías (Regener, 1931), desde megaelectronvoltios (MeV) hasta exa-electronvoltios (EeV), y su estudio ha llevado al desarrollo de técnicas avanzadas de detección, como los detectores Cherenkov de agua (Allan et al., 1960).

Ahora bien, el espectro de los rayos cósmicos (RC), es uno de los aspectos más estudiados, que se refiere a la distribución de las partículas cargadas de alta energía que llegan a la Tierra desde el espacio exterior. Este espectro abarca una amplia gama de energías, desde valores relativamente bajos hasta extremadamente altos. La forma exacta del espectro de rayos cósmicos es compleja y está influenciada por varios factores, incluyendo la fuente de los rayos cósmicos, su trayectoria a través del espacio y las interacciones con campos magnéticos (Gaisser et al., 2016). Cuando un rayo cósmico primario, usualmente un protón o un núcleo pesado, entra en la atmósfera terrestre, interactúa con los núcleos del aire y produce una cascada de partículas secundarias en un proceso conocido como cascada atmosférica extensa (del inglés: *Extensive Air Shower*, EAS) (Gaisser et al., 2016). Estas cascadas incluyen tres componentes principales: electromagnético, compuesto por electrones, positrones y fotones; muónico, dominado por muones que pueden llegar a grandes profundidades en la atmósfera e incluso atravesar estructuras sólidas; y hadrónico, formado por protones, neutrones y piones que posteriormente decaen en otras partículas (de acuerdo con la física de partículas, los protones son partículas prácticamente estables. Sin embargo, los neutrones si pueden decaer en protones, electrones y antineutrinos. Del mismo modo, los piones también pueden decaer, pero su decaimiento depende de su carga, si están cargados decaen en muones y neutrinos muónicos, si son neutros pueden producir fotones, que a su vez generan el componente electromagnético de la cascada). La evolución de la cascada depende de la energía y composición del rayo cósmico primario, así como de la altitud y densidad de la atmósfera, alcanzando su máximo desarrollo a varios kilómetros de altura antes de que las partículas secundarias alcancen el suelo, donde pueden ser detectadas por instrumentos como los detectores Cherenkov sumergidos en agua utilizados en LAGO (Observatorio Gigante Latinoamericano) (Sidelnik y Asorey, 2017).

Por otro lado, la colaboración internacional LAGO desarrolló ARTI, un marco computacional diseñado para simular señales de partículas secundarias generadas por la interacción de rayos cósmicos primarios con la atmósfera [10]. ARTI combina tres herramientas principales: MagnetoCosmics, CORSIKA y Geant4 (GEometry ANd Tracking 4), permitiendo evaluar el efecto del campo geomagnético, simular cascadas de partículas secundarias atmosféricas de rayos cósmicos y modelar la respuesta de detectores de partículas. El estudio utiliza ARTI para calcular el flujo de señal en ocho sitios del Observatorio Gigante Latinoamericano (LAGO), los cuales varían en altitud, latitud y rigidez geomagnética. Los resultados incluyen estimaciones del flujo de partículas secundarias en diferentes altitudes y la influencia del campo geomagnético sobre este flujo. Además, ARTI permite calcular el flujo de partículas esperadas durante el destello de rayos gamma (GRBs) y el impacto de fotones energéticos de fuentes gamma persistentes (Sarmiento et al., 2022). Otro aspecto destacado es la capacidad de ARTI para estimar flujos de muones de alta energía y partículas secundarias a nivel del suelo, permitiendo aplicaciones en muografía, estudios de clima espacial y simulaciones de detectores de radiación.

En ese sentido, el estudio con ARTI permitió calcular el flujo de partículas secundarias en ocho sitios de LAGO, evidenciando que la altitud es el factor más influyente en la cantidad de partículas detectadas, con sitios elevados registrando un flujo hasta diez veces mayor que los de baja altitud. Además, la rigidez geomagnética afecta principalmente las partículas de baja energía, reduciendo significativamente el número de neutrones secundarios en sitios con alta rigidez. Las simulaciones con Geant4 mostraron que los detectores tipo LAGO responden de manera distinta según la ubicación, con variaciones en la señal de muones utilizada para calibración. ARTI también demostró su capacidad para modelar eventos astrofísicos transitorios como estallidos de rayos gamma (GRBs), estudiar el impacto del clima espacial en la radiación secundaria y evaluar la respuesta de detectores en distintas condiciones geográficas. En este estudio, se utilizó CORSIKA (versión 7.7402), integrado en ARTI, para obtener simulaciones detalladas de cascadas de partículas secundarias atmosféricas extensas y calcular el flujo total de señal esperada en tres sitios seleccionados en Mérida, Venezuela (alturas de 1630 msnm, 3600 msnm y 4754 msnm) para un detector de Cherenkov sumergido en agua situado en estos sitios.

Método

En cuanto a ARTI (*Atmospheric Radiation Transport Information*), es un conjunto de códigos desarrollados por la colaboración LAGO, escrito en C++, Fortran, y scripts en Python, que simula la propagación y la interacción de los rayos cósmicos primarios con la atmósfera terrestre y calcula la señal generada en un detector específico, en este caso un detector Cherenkov sumergido en agua. El software permite ajustar las condiciones locales del sitio de interés, incluyendo la latitud, longitud, altitud y condiciones atmosféricas

(presión, temperatura, densidad), que se obtienen utilizando perfiles atmosféricos generados con MODTRAN, mediante los cuales ARTI invoca a CORSIKA para la simulación detallada de cascadas atmosféricas y procesa las señales de las partículas secundarias en el detector. Se empleó ARTI para calcular el flujo de partículas secundarias en los tres sitios en Mérida-Venezuela. Se simuló un intervalo temporal de 3600 segundos (1 hora) para cada sitio, con una configuración estandarizada para las partículas primarias. Se analizaron tres componentes de las cascadas de partículas secundarias: componente electromagnética (formada por electrones (e^-), positrones (e^+) y fotones (γ)), componente muónica (compuesta principalmente por muones (μ^+ , μ^-), generados a partir del decaimiento de piones cargados (π^+ , π^-)), componente hadrónica (integrada por bariones (protón y neutrones) y mesones (piones y kaones)). CORSIKA utiliza el método Monte Carlo para modelar las interacciones de partículas primarias con las moléculas atmosféricas y las subsecuentes cascadas de partículas. Las simulaciones incluyen protones y núcleos pesados como partículas primarias, abarcando un rango de energías que va desde 109 eV hasta 1020 eV. Estas partículas interactúan mediante interacciones hadrónicas y electromagnéticas, generando partículas secundarias que se propagan hasta la superficie terrestre.

Ahora bien, el software de simulación CORSIKA emplea distintos modelos para describir las interacciones hadrónicas en función de la energía del rayo cósmico primario. El modelo hadrónico para interacciones a altas energías QGSJET-II-04, (*Quark Gluon String model with JETs*, versión II-4) se utiliza para energías superiores a 100 GeV y modela colisiones hadrón-núcleo generando piones y kaones, cuyos decaimientos producen muones detectables en la superficie terrestre. Los modelos GHEISHA (*Gamma Hadron Electron Interaction SHower code*) y FLUKA (*FLUktuierende KAskade* o Cascada Fluctuante en español) se aplican en el rango de baja energía (100 GeV), describiendo procesos como la dispersión de protones, el decaimiento de piones y la producción de neutrones y radiación electromagnética. Para colisiones de ultra alta energía en el rango de EeV (1018 eV), DPMJET (*Dual Parton Model with JETs*) modela eventos hadrón-hadrón y núcleo-núcleo, permitiendo el estudio de partículas secundarias de extrema energía.

En cuanto a los resultados de las simulaciones, fueron validados mediante la comparación con estudios previos realizados en otros sitios del proyecto LAGO, como Chacaltaya (Bolivia), La Serena (Chile) y Lima (Perú), que presentan condiciones atmosféricas similares en términos de altitud y características geomagnéticas. Estas comparaciones permiten asegurar que los flujos de partículas secundarias simulados para Hechicera, OANLLH y Pico Espejo siguieran las tendencias esperadas en función de la altitud y la densidad atmosférica.

Resultados y discusión

En este estudio, se seleccionaron tres ubicaciones en Mérida, Venezuela. Debido a la falta de perfiles atmosféricos específicos para estos sitios, se utilizó el perfil atmosférico tropical

de Bucaramanga, Colombia, dada su proximidad geográfica. La naturaleza aleatoria del flujo primario de rayos cósmicos y la dispersión de la cascada secundaria de partículas dificultan la medición directa. Debido a que la cascada se extiende sobre un área considerable al alcanzar el suelo, se recurre a la normalización del flujo. Este proceso estandariza las mediciones, permitiendo la obtención de datos comparables. La normalización se fundamenta en la premisa de que todas las partículas secundarias, originadas por las partículas primarias que impactan un área de $1m^2$ en la alta atmósfera, llegarán al suelo dentro de la misma superficie en el mismo intervalo de tiempo. La validez de la suposición anterior se justifica por la breve duración de la evolución de la cascada, en contraste con los períodos de tiempo típicos considerados. Por lo tanto, se normaliza el flujo a un área estándar de $1m^2$, lo que facilita el conteo de las partículas secundarias que atraviesan dicha área de referencia.

Con base a lo anterior, las Figuras 1, 2 y 3 ilustran el flujo de partículas secundarias, obtenidas en diferentes altitudes: La Hechicera (1630 m.s.n.m.), OANLLH (3600 m.s.n.m.) y Pico Espejo (4754 m.s.n.m.), respectivamente.

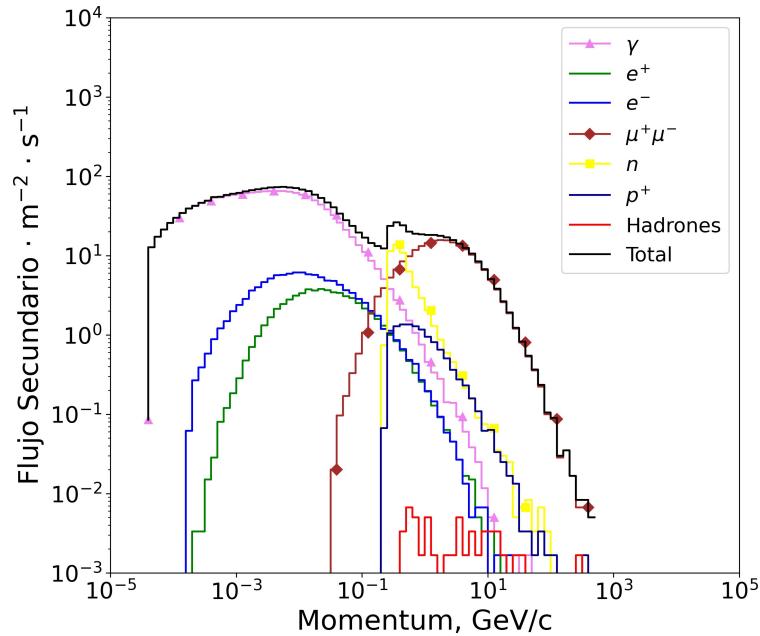


Figura 1: Espectros de las partículas secundarias discriminadas por tipo de partícula a 1630 m.s.n.m (Hechicera).

Fuente: Elaboración propia (2025)

Se presenta el flujo de partículas secundarias obtenido en tres ubicaciones: Pico Espejo (4754 m.s.n.m.), CIDA (3600 m.s.n.m.) y La Hechicera (1630 m.s.n.m.). El análisis de los gráficos muestra que, para momentum promedio relativamente bajo, el flujo está dominado por la componente electromagnética. A medida que el momentum aumenta, predominan los muones,

observándose incluso algunos con energías cercanas a 1 TeV/c durante el periodo de integración. Adicionalmente, se aprecia una disminución gradual en el flujo total de partículas secundarias en todas las componentes, atribuible a la atenuación atmosférica en las diferentes altitudes, evidenciada al comparar las Figuras 1, 2 y 3. Al contrastar los resultados de Chacaltaya (Sarmiento et al., 2022), obtenidos con un perfil de verano subtropical, con los de Pico Espejo (perfil tropical), se constata un incremento de dos órdenes de magnitud en el flujo, resultado directo de la diferencia en los perfiles atmosféricos empleados.

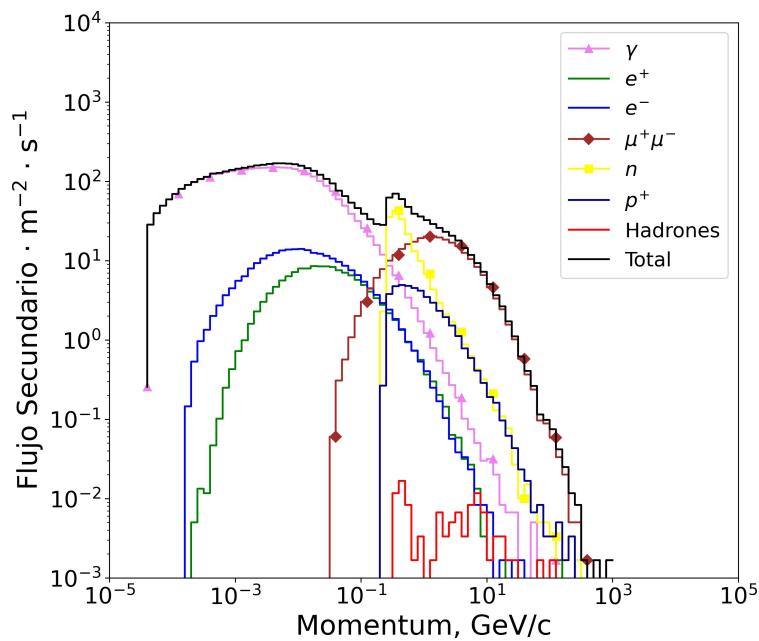


Figura 2: Espectros de las partículas secundarias discriminadas por tipo de partícula a 3600 m.s.n.m (OANLLN).

Fuente: Elaboración propia (2025)

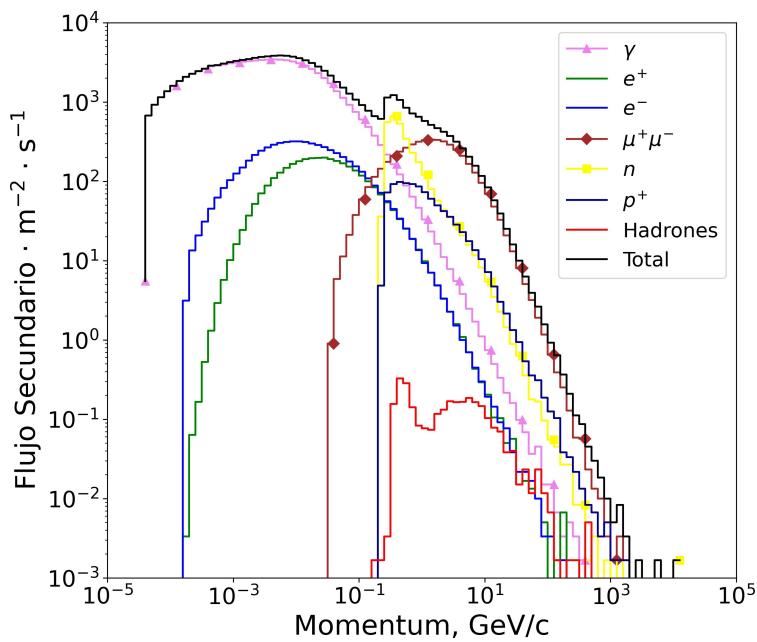


Figura 3: Espectros de las partículas secundarias discriminadas por tipo de partícula a 4754 m.s.n.m (Pico Espejo)

Fuente: Elaboración propia (2025)

La calibración de los detectores LAGO depende de la medición de la señal asociada a los muones, que pertenece a la componente muónica. Para Pico Espejo los e^\pm dominan sobre los muones (μ^\pm) debido al desarrollo de la cascada.

Esto también se puede observar en Chacaltaya que está aproximadamente a 455 metros más alto que Pico Espejo. En la Figura 4 se muestra el flujo de muones para Pico Espejo, OANLLH, y la Hechicera. Se observa un mayor flujo de muones para Pico Espejo en todo el rango de energía de $\sigma 10^{-1}$ GeV/c a $\sim 10^3$ GeV/c. El flujo para el OANLLH y la Hechicera es similar en el rango de energía de $\sigma 10^1$ GeV/c a $\sim 10^3$ GeV/c. Se observa un mayor flujo de muones para Pico Espejo (línea y diamante de color rojo), con muones de energías $\sim 10^3$ GeV, el flujo para el Llano del Hato y la Hechicera es similar en todo el rango de energía.

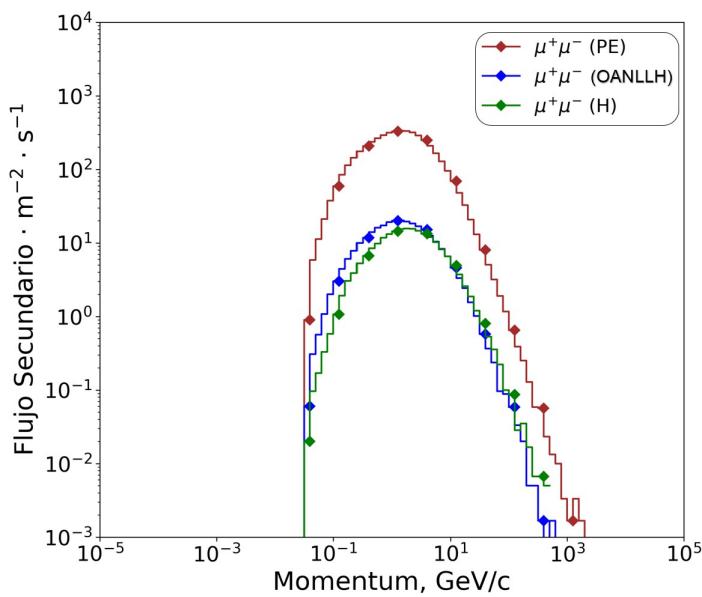


Figura 4: Flujo de muones para los tres sitios de interés.

Fuente: Elaboración propia (2025)

En la Figura 5, muestra el efecto para diferentes componentes de la cascada por la absorción atmosférica que cambia con la altitud. Por ejemplo, el efecto geomagnético influye solo en las partículas primarias de baja energía y, por lo tanto, el impacto en el flujo total de partículas secundarias en la superficie es más importante en sitios de gran altitud, donde el impacto de las primarias de energía muy baja es más significativo. En esta Figura 5, mostramos una comparación en el flujo de componentes electromagnéticos, muónicos y de neutrones, en cinco sitios con altitudes diferentes, pero rigidez geomagnética muy similar (≈ 11.3 GV/c) y perfil atmosférico. El mismo perfil tropical para Bucaramanga (BGA, Colombia) y Ciudad de Guatemala (GUA, Guatemala), y un perfil subtropical de verano para Quito (UIO, Ecuador), Lima (LIM, Perú) y Chacaltaya (CHA, Bolivia). Además, en esta gráfica incluimos nuestros tres lugares Hechicera (H), Llano del Hato (OANLLH) y pico Espejo (PE), asumiendo un perfil atmosférico tropical y una rigidez similar a los 5 sitios considerados en LAGO. La variación del flujo total de las componentes electromagnéticas, muónicos y de neutrones para los sitios de la Hechicera, Llano del Hato y Pico Espejo, es congruente con los resultados obtenidos para los 5 sitios de LAGO.

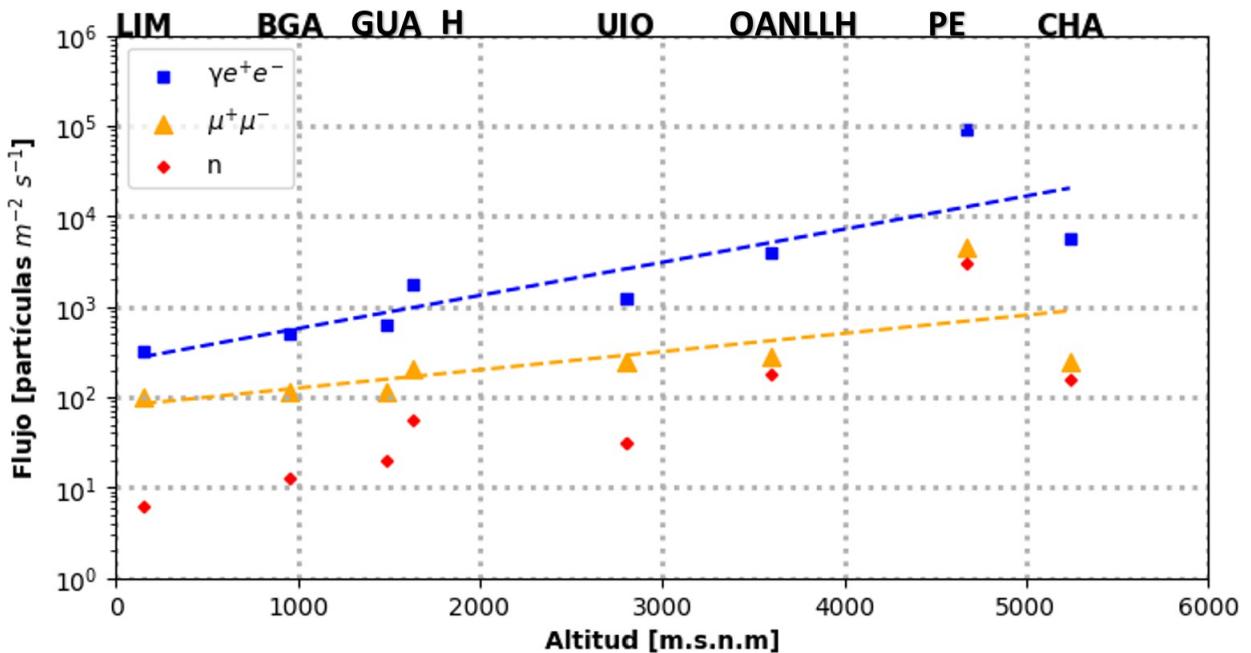


Figura 5: El flujo total de partículas secundarias en la superficie de la Tierra, en función de la altitud en cinco sitios de LAGO (con rigidez geomagnética similar) y tres sitios de Mérida-Venezuela (Con la misma rigidez, pero diferente a los otros sitios de LAGO) con altitudes distintas.

Fuente: Elaboración propia (2025)

Asimismo, la Figura 5 ilustra la relación entre las tres componentes de la cascada: la electromagnética (γ , e^+ , e^-) en cuadrados azules, la muónica (μ^+ , μ^-) en triángulos amarillos, y los neutrones (n) de la componente hadrónica en diamantes rojos. Aunque el efecto de la altitud en el flujo es evidente, este estudio se centra en las componentes muónica y electromagnética. Se realizó un ajuste lineal para cada una, revelando lo siguiente:

Para la componente electromagnética (γ $e\pm$):

$$\log_{10}(flujo) = 0.0002 \times Altitud + 1.89 \quad (1)$$

Para la componente muónica ($\mu\pm$):

$$\log_{10}(flujo) = 0.0004 \times Altitud + 2.39 \quad (2)$$

La pendiente de la recta representa cómo cambia el valor del logaritmo base 10 cuando la variable Altitud aumenta en una unidad. En este caso, por cada aumento de una unidad en Altitud, el valor del logaritmo aumenta en función de la pendiente $m_{EM} = 0.0002$ y $m_\mu = 0.0004$ y la constante b o corte con el eje (representa el valor del logaritmo del flujo a una altitud de 0 m o nivel del mar) en estos casos serían $b_{EM} = 1.89$ y $b_\mu = 2.39$.

Conclusiones

El flujo total para todas las partículas secundarias obtenidas para la Hechicera (2020.18 partículas $m^2 s^{-1}$), Llano del Hato (4506 partículas $m^2 s^{-1}$) refleja cómo cambia el flujo total con la altitud.

En el caso de Pico Espejo (Figura 5.1), se observa un pequeño flujo (10^3 partículas $m^2 s^{-1}$) muones, neutrones y más partículas alrededor de 10^3 GeV/c. Para Llano del Hato y Hechicera el flujo de estas partículas no alcanza energías de 10^3 GeV/c. Los muones permiten una buena calibración del detector por la cantidad de energía que depositan en el medio, gracias al efecto Cherenkov.

En tal sentido, para realizar estudios usando gamas secundarias, el mejor sitio es Pico Espejo-Mérida, con un flujo en la componente electromagnética de 9.2×10^4 partículas $m^2 s^{-1}$, ya que su flujo es más grande que para la Hechicera-Mérida (4.0×10^3 partículas $m^2 s^{-1}$) y el OANLLH (1.742×10^3 partículas $m^2 s^{-1}$).

Ahora bien, si se realizan estudios de clima espacial usando la componente muónica (ver Figura 4), el mejor sitio es Pico Espejo por el flujo de muones. El siguiente sitio es Llano del Hato y Hechicera. Además, la componente de electromagnética se diferencia bastante de la componente muónica, como se observa en la Figura 5.

En ese sentido, a la altura de Pico Espejo se espera tener un flujo de muones 10^3 partículas $m^2 s^{-1}$ a energías mayores a un TeV. El flujo total de las componentes electromagnético, muónica y hadrónica se presenta en la Figura 5. En los sitios de La Hechicera, OANLLH y Pico Espejo se observa una tendencia similar a la de los sitios de LAGO.

Referencias

- Allan, H., Beamish, R., Bryant, D., Kasha, H., y Wills, R. (1960). An Investigation of Extensive Air Showers using Cerenkov Detectors. *Proceedings Of The Physical Society*, 76(1), 1-16. <https://doi.org/10.1088/0370-1328/76/1/302>
- Durán, M., Asorey, H., Dasso, S., Nunez, L., Pérez, Y., y Sarmiento, C. (2016). The LAGO Space Weather Program: Directional Geomagnetic Effects. Background Fluence Calculations and Multi-Spectral Data Anal. *Proceedings Of 36th International Cosmic Ray Conference — PoS(ICRC2019)*, 142. <https://doi.org/10.22323/1.236.0142>
- Gaisser, T., Engel, R., y Resconi, E. (2016). Cosmic Rays and Particle Physics. *Cambridge University Press*. <https://doi.org/10.1017/cbo9781139192194>
- Lipari, P. (1993). Lepton spectra in the earth's atmosphere. *Astroparticle Physics*, 1(2), 195-227. [https://doi.org/10.1016/0927-6505\(93\)90022-6](https://doi.org/10.1016/0927-6505(93)90022-6)

- Regener, E. (1931). Spectrum of Cosmic Rays. *Nature*, 127(3198), 233-234. <https://doi.org/10.1038/127233b0>
- Sarmiento, C., Suárez, M., Calderón, R., Vásquez, A., Jaimes, A., Núñez, L., Dasso, S., Sidelnik, I., y Asorey, H. (2022). The ARTI framework: cosmic rays atmospheric background simulations. *The European Physical Journal C*, 82(1019). <https://doi.org/10.1140/epjc/s10052-022-10883-z>
- Sidelnik, I., y Asorey, H. (2017). LAGO: The Latin American giant observatory. *Nuclear Instruments And Methods In Physics Research Section A Accelerators Spectrometers Detectors And Associated Equipment*, 876, 173-175. <https://doi.org/10.1016/j.nima.2017.02.069>

Análisis hermenéutico del uso de la Inteligencia Artificial en el ejercicio contable

Hermeneutical analysis of the use of Artificial Intelligence in accounting practice

Luzmar Gandica 

Grupo de Estudios Contemporáneos sobre Digitalidad e Historias Disruptivas, Mérida,
Venezuela¹
gandica785@gmail.com¹

Fecha de recepción: 15/07/2025

Fecha de aceptación: 20/10/2025

Pág: 50 – 68

DOI: [10.5281/zenodo.17466590](https://doi.org/10.5281/zenodo.17466590)

Resumen

El campo laboral contable ha estado expuesto a transformaciones radicales en los últimos lustros, incidido principalmente por las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC). Empero, la irrupción de la inteligencia artificial (IA) ha significado un punto de quiebre por su capacidad disruptiva, transversalizando todas las áreas del ejercicio contable, tanto en el sector público como privado. En tal sentido, el presente artículo efectuará una valoración hermenéutica de la utilización de la IA en la práctica contable, para comprender cómo esta intervención tecnológica redefine los procesos profesionales del contador. Este análisis se nutrirá teóricamente de cuatro pilares hermenéuticos para la intelección: Pre-Concepción, Horizonte, Diálogo (Oír/Sentido) e Interrogantes. Mediante esta estructuración investigativa, se ahondará críticamente en los cambios sustanciales que modifican la naturaleza profesional de la Contaduría y la incidencia en elementos epistemológicos y axiológicos. En síntesis, este artículo se estructurará con un apartado introductorio, seguido de los presupuestos metódicos, los resultados teóricos, la discusión y cerrando con las conclusiones hermenéuticas del estudio.

Palabras Clave: contable, hermenéutica, IA, intelección, interpretación, TIC.



Esta obra está bajo licencia CC BY-NC-SA 4.0.

Abstract

The accounting field has undergone radical transformations in recent decades, primarily influenced by Information and Communication Technologies (ICT). However, the emergence of Artificial Intelligence (AI) has represented a turning point due to its disruptive potential, impacting all areas of accounting practice, both in the public and private sectors. In this regard, this article will conduct a hermeneutical assessment of the use of AI in accounting practice to understand how this technological intervention redefines the accountant's professional processes. This analysis will be theoretically informed by four hermeneutical pillars for understanding: Pre-Conception, Horizon, Dialogue (Hearing/Feeling), and Questions. Through this research structure, a critical examination will be conducted of the substantial changes that modify the professional nature of accounting and their impact on epistemological and axiological elements. In summary, this article will be structured with an introductory section, followed by methodological assumptions, theoretical results, and discussion. It concludes with the hermeneutical conclusions of the study.

Keywords: accounting, hermeneutics, AI, understanding, interpretation, ICT.

Introducción

Este artículo presenta una conexión teórico/metodológica para abordar hermenéuticamente los aspectos contables, manteniendo una lógica investigativa en torno al fenómeno de estudio planteado, que en este caso involucra el ejercicio profesional del contador que está siendo reconfigurado por lo tecnológico. Explican los investigadores Barriga y Henríquez (2003): “El fenómeno de interés es el objeto de estudio, es lo que queremos saber; la forma de construir su representación es el proceso investigativo, con toda su complejidad empírica, metodológica, teórica y epistemológica” (p. 79).

En atención a lo referido por los mencionados autores, el fenómeno de interés (el Objeto de Estudio) del artículo es el uso de la inteligencia artificial (IA) en el ejercicio contable. Pero pareciera que esto es una simple enunciación de nuevos mecanismos tecnológicos para facilitar el trabajo del contador. Sin embargo, lo que se busca es un análisis hermenéutico que nos muestre los efectos subyacentes de un fenómeno con matices tecno/sociales que contiene complejidades empírica, metodológica, teórica y epistemológica

Una de las principales dificultades del vertiginoso ritmo de las tecnologías actuales es que los marcos legales quedan rezagados, desactualizados o descontextualizados en relación a los últimos avances. En el caso del ejercicio del profesional contable público en Venezuela se pueden enunciar las siguientes normas específicas:

- Ley de Ejercicio de la Contaduría Pública (1973).
- Reglamento de la Ley de Ejercicio de la Contaduría Pública (1975).
- Código de Ética Profesional del Contador Público Venezolano (1983).

Como se puede ver en algunos casos el espacio temporal con la actualidad supera las décadas, lo que en términos tecnológicos es abismal. Es importante mencionar que en el caso del ejercicio contable también son determinantes las Normas Internacionales de Información Financiera (NIIF) y las Normas Internacionales de Contabilidad (NIC).

Por ejemplo, solo en el año 2025 emergieron más de diez IA especializadas con capacidades funcionales, no requiere que un profesional contable las maneje. Describe York (2025) los siguientes sistemas algorítmicos de IA para contabilidad y finanzas:

1. ClickUp (sistema algorítmico de IA para contabilidad): <https://clickup.com/>
2. Vic.IA (sistema algorítmico de procesamiento de facturas impulsada por IA): <https://www.vic.ai/>
3. Bill (se apoya en IA para contabilidad y agilizar el proceso de facturación): <https://www.bill.com/>
4. Indy (administrador de IA diseñado para crear propuestas, redactar contratos, enviar facturas): <https://weareindy.com/>
5. Zeni (utiliza IA para automatizar los procesos de cuenta, gasto y presupuesto): <https://www.zeni.ai/>
6. Docyt (plataforma de contabilidad impulsada por IA): <https://docyt.com/>
7. Gridlex (supervisa funciones de contabilidad impulsada por IA): <https://gridlex.com/>
8. Booke (sistema algorítmico de automatización contable con tecnología de IA): <https://booke.ai/us>
9. Punto Azul (plataforma de cumplimiento fiscal con IA): <https://www.bluedotcorp.com/>
10. Truewind (plataforma de finanzas y contabilidad impulsada por IA): <https://www.truewind.ai/>

Este inmenso caudal artificial que se desborda en el mundo contable tiene consecuencia en el medio profesional, trastocando los fundamentos gremiales por las transformaciones radicales que imprime la irrupción de la IA, lo que ha significado un punto de quiebre por su capacidad disruptiva que transversaliza todas las áreas del ejercicio contable, tanto en el sector público

como privado. Estos desafíos, ventajas y preocupaciones han sido abordados por distintos investigadores de las Ciencias Contables, se presenta la Tabla 1 como una referencia temática:

Tabla 1: Ventajas y Desafíos de la IA en la Contabilidad.

Autor(es)	Ventajas de la IA en Contabilidad	Desafíos de la IA en Contabilidad
E. García y Sanchez (2023)	<ul style="list-style-type: none">- Automatización de procesos rutinarios ha permitido a los profesionales contables dedicar más tiempo a tareas estratégicas.- Análisis de grandes volúmenes de datos financieros en tiempo real.- Reducción de errores humanos.	<ul style="list-style-type: none">- Se plantean preocupaciones éticas y sociales, como la privacidad de los datos.- El sesgo algorítmico y el impacto en el empleo.- Inquietudes sobre la transparencia, la equidad y la protección de los derechos de los individuos.
Bongianino et al. (2019)	<ul style="list-style-type: none">- Mayor precisión y menor tiempo en procesos contables.- Mejora la identificación de pautas sobre evasión fiscal.- Validar grandes cantidades de información, con mayor precisión y menor tiempo.	<ul style="list-style-type: none">- Es necesario contar con profesionales certificados.- Se requiere una formación continua para brindar un servicio ético y de calidad.- Los auditores apoyados en la IA reemplazarán a aquellos que no la utilizan.
Marchesano et al. (2023)	<ul style="list-style-type: none">- Realizar cálculos complejos de una gran cantidad de datos.- Examinar patrones complejos para identificar tendencias y anticipar posibles resultados.- Percebe conductas anómalas sobre comportamientos sospechosos en operaciones financieras.	<ul style="list-style-type: none">- Un gran porcentaje de los contadores desconoce o confunde conceptualmente la IA.- La IA genera un nuevo paradigma en la gestión financiera.- Es imprescindible implementar cambios importantes en los programas de estudio vigentes en la carrera de Contador Público.
Magaña et al. (2024)	<ul style="list-style-type: none">- Permite al contador actuar con rapidez en la estructuración y consistencia de los procesos de auditoría.- Presentar estrategias basadas en datos que antes eran inaccesibles o difíciles de interpretar.- Permite la comparación de modelos predefinidos con datos reales.	<ul style="list-style-type: none">- Muchos profesionales de la contabilidad desconocen las herramientas de IA.- Es necesario considerar a la IA como una herramienta sumamente útil en la labor diaria del Contador Público.- Es urgente que las instituciones de educación superior actualicen sus programas académicos.

Fuente: Elaboración propia (2025).

En tal sentido, el presente artículo efectuará una valoración hermenéutica de la utilización de la IA en la práctica contable, apelando a una interpretación hermenéutica por intermedio de la Pre-concepción, el Horizonte, el Diálogo (oír/sentido) y las Interrogantes. Esta centralidad de la interpretación hermenéutica se debe a la necesidad de valorar los límites y vacíos de un fenómeno que emerge como tecno/social: IA/Contabilidad. No es posible un estudio contable profundo que esté desprovisto de la mirada interpretativa del contador asumiendo la postura hermenéutica de teórico contable.

En síntesis, este artículo se estructurará con un apartado introductorio, seguido de los

presupuestos metódicos, los resultados teóricos y la discusión. Cerrando con las conclusiones hermenéuticas del estudio. Mediante esta estructuración investigativa, se ahondará críticamente en los cambios sustanciales que modifican la naturaleza profesional de la Contaduría y la incidencia en elementos epistemológicos (conocimiento) y axiológicos (valores).

Presupuestos metódicos

Es muy común que un estudio contable tienda a inclinarse por una postura cuantitativa, pero es inobjetable que las disciplinas contables surgen del entorno social, siendo pertinente también un enfoque cualitativo para interpretarlas. Por esto, lo contable siempre debe conectarse con lo societal, pudiendo abordarse desde el paradigma interpretativo-hermenéutico, Barrero et al. (2011) destacan:

En este sentido el paradigma interpretativo-hermenéutico parte de reconocer la diferencia existente entre los fenómenos sociales y naturales, buscando la mayor complejidad y el carácter inacabado de los primeros, que están siempre condicionados por la participación del hombre. Abarca un conjunto de corrientes humanístico interpretativas, cuyo interés fundamental va dirigido al significado de las acciones humanas y de la vida social (p. 106).

Esa esencia humanística intrínseca al paradigma interpretativo-hermenéutico es clave para comprender la dimensión tecno/social. Por tanto, el estudio se encauza metódicamente en la Hermenéutica, concepto que encarna elementos teóricos profundos para un estudio vinculado a lo contable por el soporte interpretativo que promueve. Clarifica Hernández (2019):

El término “hermenéutica” proviene del griego *hermeneutikós* (ερμηνευτικός), inspirado en Hermes, el mensajero de los dioses del Olimpo en la mitología griega, y refiere a la explicación como aclaración, a hacer claro lo oscuro, considerada como una rama de la filología (p. 32).

En palabras del precitado investigador mostrar lo oculto es una de las premisas de la hermenéutica, por eso es fundamental para la mostración de lo no evidente el encontrar la relación entre lo contable/IA.

La potencialidad filológica de la hermenéutica es muy importante, ya que coadyuva a la interpretación de los procesos sociales desde sus relaciones, textos o tecnologías, puntualizando López (1985) que la hermenéutica fundamentalmente busca hacer algo comprensible o inteligible, porque cualquier aserción lingüística debería suscitar una intelección para el esclarecimiento o desvelamiento de un determinado hecho que aparentemente se nos presenta difícil de entender.

Esa capacidad para el esclarecimiento es asumida también en las Ciencias Contables, porque cualquier actividad humana requiere el ejercicio interpretativo para hacer patente lo inteligible. Aportan Castrillón et al. (2021):

La hermenéutica contable es la teoría de la interpretación contable, en sus dimensiones filosófica y política. Responder a la pregunta: “¿Qué es contabilidad?” Es una cuestión filosófica de la hermenéutica contable, y por supuesto de la teoría general del conocimiento contable. La hermenéutica contable está estrechamente relacionada con el estatuto epistemológico de la contabilidad y con sus prácticas sociales [...] con respecto a sendas relaciones en doble vía: por una parte, entre hermenéutica y conocimiento contable, un problema de la filosofía contable, y por la otra, entre hermenéutica y práctica contable, un problema de los estudios políticos (p. 108).

Lo indicado por los mencionados autores muestra cómo la hermenéutica se adaptó a los estudios contables, porque permite la interpretación de doble vía: conocimiento/práctica. En consonancia a lo previo, aquí se propone un ejercicio interpretativo multidimensional, que puede ayudar a discernir cómo se configuró en el área contable esa vorágine tecnológica que encabeza la IA. Complementan Álvarez et al. (2021):

Su propósito es aclarar problemáticas de interpretación para la recta comprensión de lo que da a entender el ente regulador por parte del contador público como garante del interés público. La importancia de la disciplina radica en ser la mejor alternativa científica para dirimir conflictos entre las partes interesadas de la información contable en general, conforme a los principios de general aceptación (p. 3).

El contador, la teoría contable y la práctica profesional no están excluidos del entorno societal y están incididos por los cambios tecnológicos que ocurren. Por ello, un estudio contable que obvie la hermenéutica podría quedar limitado a lo meramente cuantitativo y eso dificulta el abordaje de una problemática estructural.

Fundamentos del constructo hermenéutico contable

Este ejercicio hermenéutico contable busca la intelección del escenario tecnológico que subsume a los contadores públicos, lo que amerita nutrirse de distintas corrientes para erigir el fundamento del constructo, acota Santiago (2022) que el lenguaje en el pensamiento contable se indaga y se debate desde distintos enfoques teóricos impulsados tanto en la lingüística como en los nuevos planteamientos interdisciplinarios. Precisamente, la intelección es clave para entender hermenéuticamente el fenómeno y para lograrlo se aplicará la lógica circular interpretativa (Figura 1):

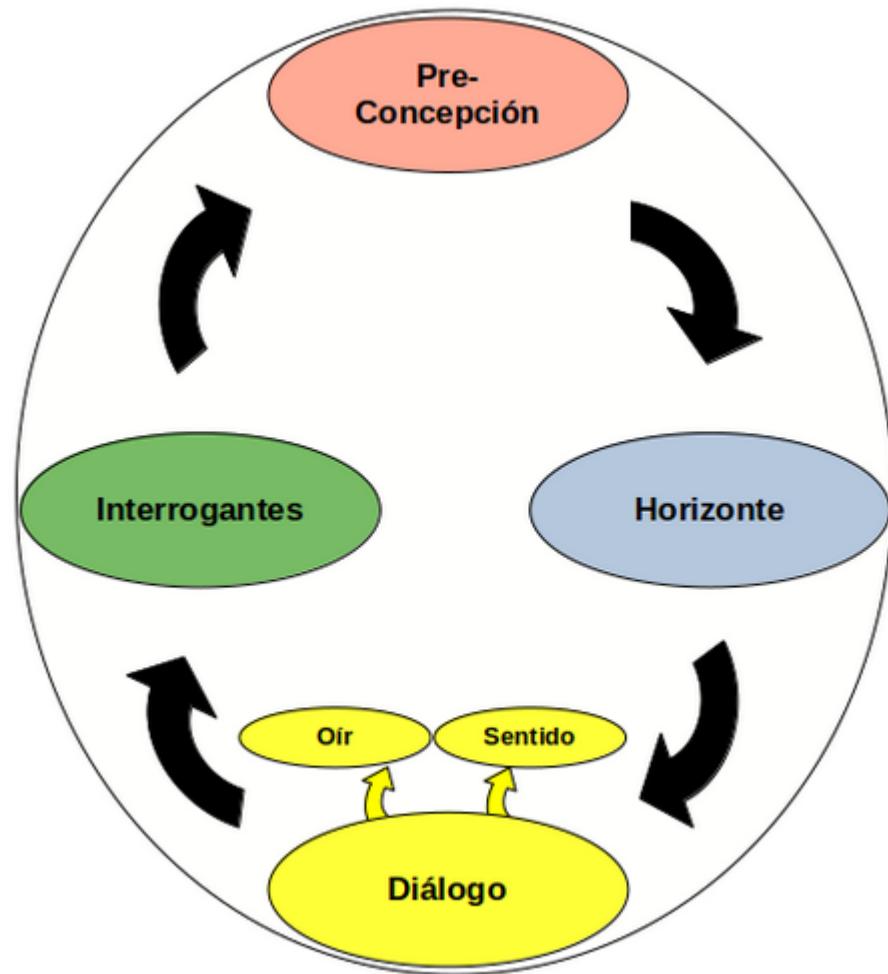


Figura 1: Momentos del Círculo Hermenéutico.

Fuente: Elaboración propia (2025), adaptando la propuesta de Rosales et al. (2024)

Particularmente, la hermenéutica para alcanzar la intelección se deslastra de la rigidez metodológica, mostrando flexibilidad a la hora del abordaje del fenómeno, pudiéndose configurar esa retroalimentación circular según las circunstancias analizadas.

En vista de esto, esta interpretación parte de las interrogantes, nos ayudará a valorar la Pre-Comprensión, luego se contrastará el Horizonte para presentar el Diálogo (oír/sentir) nos llevará a reflexionar sobre las respuestas a las interpelaciones iniciales, cerrando de esa manera el círculo. Entonces se presentan las siguientes inquietudes hermenéuticas:

- ¿Cómo es la Pre-Comprensión del escenario propiciado por la IA en el ejercicio contable?
- ¿Cuáles son los condicionamientos del Horizonte tecno/social para el ejercicio contable?

- ¿Qué Diálogo es posible entre el sujeto cognoscente y lo artificial?
- ¿Dónde establecer un límite ético para la mediación tecnológica?

Cada una de estas preguntas generadoras serán respondidas dentro de los cuatro pilares hermenéuticos para la intelección que se vinculan naturalmente de forma dialógica. No hay que olvidar que las conexiones humanas son esencialmente lingüísticas, de esa manera codificamos y externalizamos el proceso de racionalización sobre el mundo que nos rodea. Entonces, cuando se plantea una pregunta hermenéutica no simplemente es una interrogante, sino que integra elementos interpretativos relevantes, apunta Capurro (1971):

La pregunta acontece en mí como lenguaje. Ahora bien, el lugar propio del lenguaje en cuanto lenguaje es el diálogo. El preguntar como “logos” se abre allí originariamente al “dia” que lo posibilita y se hace diá-logo. Esta orientación del preguntar hacia su origen la veímos ya al interpretar el sentido radical de la pregunta por el criterio del sentido del lenguaje. Esa pregunta nos hacía saltar de un nivel pragmático al abismo del preguntar que se expone (puesto que le incumbe). Ahora bien, este salto se realiza por (dia) el otro, en el lenguaje (logos) y por eso acontece como diálogo (p. 111).

Es interesante en esta parte de la circularidad hermenéutica cómo la pregunta debe ser internalizada para lograr interpretar lingüísticamente: diá (a través)-logo (expresión). Aclarado este punto, corresponde abordar la primera pregunta: ¿Cómo es la pre-comprensión del escenario propiciado por la IA en el ejercicio contable?

La pre-comprensión nos lleva a apreciar el cúmulo de experiencias que tiene un individuo antes de encontrarse con un fenómeno. Por lo tanto, la pre-comprensión siempre está enmarcada en un contexto donde el sujeto ha ido prefigurando su perspectiva de la realidad, puntualiza Gizbert (1995):

El concepto de precomprensión aparece en la filosofía hermenéutica en aquellos contextos que presuponen la pregunta sobre las condiciones necesarias para la posibilidad del conocimiento. En estos contextos, Gadamer utiliza una serie de expresiones que anteponen el prefijo “pre” (“ver”): “*Vorurteil*” (prejuicio), “*Vormeinung*” (opinión preliminar), “*Vorwissen*” (conocimiento previo), etc.; sin embargo, no precisa las diferencias semánticas existentes entre estas expresiones. Para simplificar los siguientes razonamientos, pongo el vocablo pre-comprensión como término genérico superior que, de esta manera, envuelva los restantes conceptos en sí mismo. La precomprensión del interprete significa, entonces, para Gadamer una condición de la posibilidad del conocimiento (p. 10).

Esta posibilidad del conocimiento “*Vorurteil*”, “*Vormeinung*” o “*Vorwissen*” es el que debemos poner de manifiesto para encontrar la respuesta al “cómo” de la primera pregunta.

Este “cómo” no es planteado de manera aleatoria, ya que siempre la interrogante generadora debe partir del ¿Cómo es posible el conocimiento? Empero el proceso de pre-comprensión suele darse de manera espontánea ante la realidad que envuelve al sujeto, no es un proceso instrumentalizado académicamente. Explica K. García (2018):

La precomprensión, como ya hemos ido adelantando en la introducción, es parte del proceso hermenéutico de cada persona y se ve reflejado en diferentes facetas en la vida de una persona, ya sea jurídico, intelectual o artístico: la precomprensión siempre estará presente y muchas veces será involuntario, y, por tanto, inevitable. El concepto de la precomprensión es complicado de hallar y en cualquier trabajo dogmático y de investigación sobre la Hermenéutica, es complicado encontrar el concepto o su delimitación filosófica, aunque esté íntimamente relacionado con la Hermenéutica y el mundo jurídico. Los grandes filósofos o teóricos de la Hermenéutica: Gadamer y Betti, solo la mencionan o la denominan de otra manera como “prejuicio”, “idea preliminar” o “esbozo previo” sin llegar nunca a explicar el concepto de una manera amplia y concisa. La determinación de la tarea u objetivo de la Hermenéutica puede expresarse de una manera kantiana con la pregunta filosófica: ¿Cómo es posible el conocimiento? Anteriormente, esa pregunta nunca se había planteado de esta manera, sino que se ha mirado desde otros enfoques a lo largo de la historia de la filosofía (p. 12).

Aquí surge un debate interesante sobre la pre-comprensión cuando los sujetos están transversalizados tecnológicamente. Manifiesta Prada (2019) que el proceso de comprender, al igual que escuchar, sentir o cualquier otra acción, consiste en captar las cosas como reales. El propio investigador recalca que el ser humano no interpreta los objetos como meros estímulos que provocan una reacción automática, sino como entidades con una existencia propia, es decir, como algo distinto y ajeno a sí mismo. El análisis praxeológico previo podría estar condicionado cuando se habla de inteligencia artificial, ya que esta tecnología disruptiva es altamente intrusiva. Precisa Ríos (2023):

Si la IA toma decisiones autónomas, ¿Quién es responsable cuando esas decisiones son erróneas o perjudiciales? ¿Cómo se asigna la responsabilidad legal y ética en caso de consecuencias negativas? Este tema es especialmente relevante cuando la IA se utiliza en aplicaciones críticas, como vehículos autónomos o sistemas de atención médica, donde las decisiones equivocadas pueden tener graves consecuencias para la seguridad y el bienestar de las personas. Finalmente, la falta de transparencia en el proceso de toma de decisiones de la IA plantea preocupaciones éticas. Muchos algoritmos de IA son considerados como «cajas negras», lo que significa que su funcionamiento interno no es fácilmente comprensible para los desarrolladores, usuarios y personas afectadas por las decisiones de la IA. Esto puede dificultar la identificación y corrección de sesgos, errores o discriminación en las decisiones de la IA, lo que, a su vez, puede afectar la confianza pública en la tecnología y

plantear interrogantes éticas sobre la transparencia y la responsabilidad en el uso de la IA. Es importante abordar estos problemas éticos en el desarrollo y uso de la IA, mediante la implementación de principios éticos, regulaciones adecuadas y una rendición de cuentas clara. Solo así podremos garantizar que la IA tome decisiones justas, equitativas y responsables en beneficio de la sociedad en su conjunto (p. 43).

Entonces la Pre-Comprensión del escenario propiciado por la IA está profundamente marcado por sus sesgos, errores o discriminación y esto trastoca la experiencia humana por la imbricación actual que existe entre el sujeto/tecnología. Lo anterior no es simple forma, sino que toca el fondo epistemológico y axiológico.

Tras valorar la pre-comprensión, es importante disertar sobre ¿Cuáles son los condicionamientos del Horizonte tecno/social para el ejercicio contable? Clarifica Cárdenas (2020) que el Horizonte se refiere a la posibilidad de abarcar todo lo visible desde un cierto punto, es decir que quien tiene un Horizonte no se limita a lo más próximo, sino que puede ver por encima de ello pudiendo incluso generar una ampliación del propio Horizonte. Profundiza Bravo (2018):

Horizonte es el ámbito de visión que abarca y encierra todo lo que es visible desde un determinado punto. Aplicándolo a la conciencia pensante hablamos entonces de la estrechez del horizonte, de la posibilidad de ampliar el horizonte, de la apertura de nuevos horizontes. La lengua filosófica ha empleado esta palabra, sobre todo desde Nietzsche y Husserl, para caracterizar la vinculación de pensamiento a su determinatividad finita y la ley del progreso de ampliación del ámbito visual, el que no tiene horizontes es un hombre que no ve suficiente y que en consecuencia supervalora lo que le cae más cerca. En cambio, tener horizontes significa no estar limitado a lo más cercano sino poder ver por encima de ello (p. 190).

Es interesante como cognitivamente el avance de la IA puede terminar estrechando el panorama del Horizonte humano, es evidente que hay condicionamientos tecnológicos en el Horizonte del profesional contable.

Hay que recordar que el primer cambio de forma para el Contador Público lo representaron las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), pero un software nunca trascendió el límite de ser una simple herramienta informática. En cambio, ahora se está ante un sistema algorítmico (IA) con capacidades para emular lo humano, describe un informe de la Organización Internacional de Empleadores (OIE) (2024):

Las tecnologías de inteligencia artificial (IA) prometen vehicular un cambio social y económico en el marco general de la transformación digital. Las tecnologías de IA tienen el potencial de transformar las empresas, los sectores productivos, los mercados de trabajo y la sociedad en general. Si bien aún existen obstáculos a su

aplicación, los sistemas de IA generativa pueden generar valor para los clientes, optimizar los procesos y complementar el conocimiento humano al proporcionar información y soluciones, así como ayudar a las empresas a desarrollar o preservar su ventaja competitiva. A medida que vaya tomando forma la necesidad de una participación y adaptación más estratégicas, los empleadores deben contar con las herramientas y los conocimientos necesarios para tomar decisiones informadas sobre las maneras adecuadas para hacer crecer las empresas y mejorar el empleo (p. 6).

Lo detallado por la OIE muestra un contexto donde la IA está reconfigurando las empresas, los sectores productivos, los mercados de trabajo y la sociedad en general. Es decir, todo el campo de trabajo del profesional contable está dando un cambio radical y los profesionales de la contaduría no pueden quedar estáticos.

En este punto, se hace pertinente atender la pregunta ¿Qué diálogo es posible entre el sujeto cognosciente y lo artificial? Destaca Viveros (2019) que el sentido del diálogo es el modelo que lleva a toda comprensión, porque la incapacidad para dialogar está referida a una carencia de disponibilidad anímica para escuchar y abrirse a los otros, los cuales pueden tener la razón. Ahora bien, el detalle estriba en que para un intercambio dialógico es importante que exista intersubjetividad entre los involucrados, pero se está actualmente en una diáada artificial/societal, complementa Cantú (2014):

Por eso el diálogo supone ser el modelo ideal para superar la racionalidad monológica que está supeditada a la vivencia individual. Es dentro de la racionalidad dialógica que se logra el examen de esos supuestos en tanto que los contextos no son cerrados y podemos, entonces, entrar en un proceso de aprendizaje y transformación ya que estamos hablando unos con otros de algo que nos interesa reconociendo que estamos afectados por la historia. Por eso se dice que nosotros que investigamos somos seres históricos. De hecho en el diálogo, que siempre es lingüístico, se da un intento de hacerse entender desde el carácter histórico y finito donde es posible hacer una relación con otro (p. 478).

Ciertamente, el diálogo es un acto lingüístico, inteligible, histórico y finito, lo que lleva a reflexionar si una IA cuya lógica algorítmica asemeja los procesos interpretativos puede establecer un diálogo con el pensamiento humano, asomándose la hermenéutica algorítmica como una alternativa analítica. Profundiza Peña (2025) que por intermedio de la hermenéutica algorítmica se fusiona la interpretación humana con el procesamiento de datos mediante algoritmos, tendiendo puentes entre las ciencias humanas y lo artificial para tener una perspectiva transdisciplinaria.

Es impostergable que el oír hermenéutico se haga presente desde el gremio contable para que se escuchen sus inquietudes y se le dé el sentido hermenéutico a la problemática, materializando de esta manera el acto dialógico del oír/sentido se podrá dar un debate

profundo sobre las tecnologías disruptivas que cambian el ejercicio profesional.

La IA por sus características emula rasgos cognitivos humanos, sembrando la duda sobre su validez como actor (tal vez no sujeto) del proceso dialógico al tener la capacidad de aprendizaje/transformación. Aunque parece lejano este debate, las competencias de los contadores públicos deben adaptarse a los cambios que se dan en la IV Revolución Industrial porque se está diluyendo la concepción clásica de la profesión.

Resultados

En gran medida, la necesidad de responder de forma veloz en medio de un campo profesional altamente incidido por la tecnología, hace que no se ponga en su justa medida el contexto legal y las consideraciones éticas para el Contador Público. Por tanto, del análisis hermenéutico presentado, se hace ahora una extrapolación para re-interpretar lo ético/jurídico del ejercicio contable, presentando el siguiente cuadro que ilustra la pre-comprensión (Tabla 2):

Tabla 2: IA vs. Principios Éticos/Legales en la Ley de Ejercicio de la Contaduría Pública

Principio Ético/Legal (Artículo)	Pre-comprensión incidida por IA	Ejemplo/Riesgo
Art. 5: Ejercicio exclusivo por contadores públicos inscritos (usurpación del título a que se refiere la ley).	Uso de IA para generar informes sin supervisión o firma de un contador registrado.	Una IA emite certificaciones financieras sin intervención de un contador profesional autorizado.
Art. 8: El dictamen, la certificación y la firma de un contador público sin haber intervenido en su elaboración.	Automatización de firmas digitales o informes generados por IA sin revisión humana.	La IA “firma” un balance general sin que un contador profesional autorizado verifique los datos.
Art. 11 numeral 1: Guardar el secreto profesional, quedando en consecuencia prohibida la divulgación de información.	Riesgo de filtración de datos por vulnerabilidades en plataformas de IA o almacenamiento en la nube.	Datos financieros procesados por IA son accesibles a terceros por falta de seguridad.
Art. 11 numeral 3: Emitir dictámenes sobre los estados financieros de una empresa.	Dependencia excesiva de la IA sin validación de resultados.	El contador no detecta errores en un análisis automatizado de impuestos, causando sanciones al cliente.
Art. 25: Responsabilidad por el ejercicio ilegal de la profesión de Contadores Públicos	Dificultad para atribuir responsabilidades legales si la IA comete errores.	Un algoritmo subestima pasivos laborales, pero el contador no puede explicar el fallo técnico ante un tribunal.
Art. 10: Solo los contadores públicos de nacionalidad venezolana podrán actuar en calidad de auditores externos.	Desvalorización del trabajo profesional al reemplazar servicios con IA extraterritoriales para auditorías externas.	Empresas ofrecen auditorías “express” mediante IA sin supervisión calificada de un contador profesional autorizado, incumpliendo normas técnicas.

Fuente: Elaboración propia (2025).

El uso de la IA no pasó por un proceso de apropiación del conocimiento paulatino, este sistema se insertó en las realidades humanas de forma inesperada, por lo que la pre-comprensión de las TIC que se estaba madurando desde hace dos décadas fue insuficiente. Esto trae como consecuencia que el aprovechamiento de la novedad marque la pauta dejándose de lado las consideraciones éticas, sumado al hecho que las respuestas jurídicas son reducidas por haber quedado estrecho el Horizonte de posibilidades que previeron. Aquí se presenta un contraste entre el Horizonte plasmado (estrecho) del Reglamento de la Ley de Ejercicio de la Contaduría Pública (1975) y la propuesta de apertura de nuevos horizontes (Tabla 3).

Tabla 3: Propuesta de apertura de nuevos horizontes reglamentarios

Artículo del Reglamento (1975)	Contenido Original	Nuevos Horizontes	Justificación
Art. 8	Del ejercicio profesional.	Incluir la facultad de utilizar sistemas de IA como sistemas auxiliares, bajo la supervisión de un contador profesional autorizado.	Clarificar que la IA no sustituye la responsabilidad profesional del contador.
Art. 13	Limitar firmas o gestionar los comprobantes de contabilidad y toda la documentación inherente al sistema contable de las empresas.	Prohibir firma de los documentos conexos por IA sin verificación de un contador profesional autorizado.	Evitar errores por sesgos algorítmicos o falta de contexto.
Art. 61	Ejercen ilegalmente la Profesión de Contador Público.	Exigir que los informes generados por IA sean validados y firmados digitalmente por un contador profesional autorizado.	Mantener la validez legal y la responsabilidad profesional.
Art. 62	Sanciones por incumplimiento de normas éticas.	Incluir sanciones por uso negligente o fraudulento de IA (ej.: manipulación de datos o falta de supervisión de un contador profesional autorizado).	Garantizar cumplimiento ético en entornos digitales.

Fuente: Elaboración propia (2025).

El panorama profesional contemporáneo está muy lejos de la época en que se aprobaron los primeros instrumentos normativos en territorio venezolano, por lo que la pre-comprensión que llevó a dictaminar la Ley de Ejercicio de la Contaduría Pública (1973) y el Reglamento de la Ley de Ejercicio de la Contaduría Pública (1975) para en su momento ampliar el Horizonte, ya han quedado seriamente limitados, ocasionando una estrechez que es necesario superar con la apertura de nuevos horizontes.

Discusión

Los cuadros se estructuraron con base en la interpretación circular para contemplar la pre-comprensión que edificó el entramado ético/jurídico del ejercicio contable y así valorar los límites del Horizonte actual. Sale a relucir que es indelegable la responsabilidad humana, ya

que la IA es un sistema algorítmico, no una sustitución del criterio profesional. En cuanto a la seguridad jurídica es imperioso establecer parámetros claros sobre la firmas y registros con IA. Además, el aspecto ético es central y deben establecerse sanciones por el uso ilegal de la IA en el ejercicio contable sin la supervisión o aval de un contador profesional autorizado.

En esta parte de la discusión se ha profundizado suficientemente para tener un panorama sobre el “cómo”, “cuál” y “qué”, siendo pertinente el realizar la pregunta hermenéutica de cierre: ¿Dónde establecer un límite ético para la mediación tecnológica? Sobre este aspecto añade Arriagada (2024):

Este cambio de paradigma, sin embargo, tiene también desafíos significativos en la estandarización y aplicación global de prácticas éticas en IA debido a variaciones culturales, legales y económicas que pueden influenciar esas desarrollos contextuales. No obstante, esto puede ser también entendido como una oportunidad para desarrollar marcos éticos y metodologías éticas de trabajo que se ajusten a contextos locales mientras se mantienen alineadas con principios éticos transversales de la segunda ola. A raíz del análisis propuesto en este trabajo, se llama a que investigaciones futuras se enfoquen en desarrollar métodos para la integración operativa de la ética en el ciclo de vida de los sistemas de IA, desde la concepción hasta la implementación y revisión desde las consideraciones sugeridas, para una integración más efectiva de los principios éticos en la práctica tecnológica. A través de un enfoque hermenéutico y la colaboración interdisciplinaria, podemos aspirar a desarrollar tecnologías de IA que sean éticas en un sentido robusto y no meramente por adición (p. 118).

Se comparte el criterio de Arriagada (2024), es preciso que actualmente se impulsen marcos éticos y metodologías éticas que permitan el uso responsable de sistemas algorítmicos de IA. Es difícil mantenerse alejado de segunda ola (aprendizaje estadístico).

Sobre este último término, explica Martínez (2018) que la primera etapa de la inteligencia artificial, denominada “IA de Conocimiento Creativo”, se centra en la resolución de problemas complejos mediante la selección de las soluciones o acciones más eficaces. Este enfoque se basa en el conocimiento humano, que proporciona los datos y las reglas necesarias para optimizar los procesos. Complementa el mismo autor que la segunda generación, conocida como “aprendizaje estadístico”, impulsa tecnologías como el reconocimiento de imágenes y voz, apoyándose en algoritmos avanzados para analizar grandes conjuntos de datos, clasificándolos con rapidez y precisión en cuestión de segundos. Concluye Martínez que la tercera generación, aún en desarrollo, corresponde a la Inteligencia Artificial Generativa (IAG), que busca emular plenamente las capacidades cognitivas humanas, permitiendo que los sistemas interpreten situaciones del mundo real con comprensión contextual.

Este proceso de instrumentalización no puede obligar a que el ejercicio se divorcie de lo ético/normativo. Se presenta para sustentar la discusión los siguientes fundamentos éticos que son perturbados por la IA (Tabla 4).

Tabla 4: Fundamentos del Código de Ética Profesional del Contador Público Venezolano (1983) Afectados por la IA

Fundamento del Código (Artículo)	Descripción del Fundamento	Impacto de la IA
Art. 2.a - Confiabilidad	“El Contador Público deberá, ofrecer a quienes preste sus servicios el concurso de sus conocimientos, actuando con diligencia, confiabilidad y estricto apego a la ética”.	La IA puede generar conflictos éticos si se delegan decisiones críticas a algoritmos opacos, lo que podría comprometer la confiabilidad profesional.
Art. 8 - Condicionamiento de su opinión profesional	“El Contador Público no estará sujeto a la dirección y dependencia de su contratante en cuanto al condicionamiento de su opinión profesional. Se entiende que su contratante exige de éste la emisión de información financiera a nivel profesional, la cual será ofrecida con entera independencia de criterio para uso y toma de decisiones de los usuarios de sus servicios”	Los sesgos en los datos o algoritmos de IA pueden distorsionar la opinión del profesional.
Art. 11 - Trabajo Propio	“El Contador Público no deberá firmar informes de auditoría que no hayan sido redactados por él o bajo su dirección. Tampoco deberá estampar su firma autógrafa y el número de colegiación en el cuerpo de los estados financieros que prepare, revise limitadamente o dictamine”	La dependencia excesiva en la IA podría minar la autonomía del contador y hacer que firme actos que no fueron analizados a fondo.
Art. 13.d - Abstención	A fin de garantizar su criterio independiente e imparcialidad, el Contador Público deberá abstenerse de actuar en los casos siguientes: “Esté afectado por cualquier otra circunstancia que pueda incidir negativamente en su objetividad”	La IA introduce incertidumbre sobre la objetividad, ya que la misma queda mellada porque el contador no está interviniendo exclusivamente bajo su criterio profesional.
Art. 17 - Trabajo Previo	“Cuando un Contador Público dedicado al ejercicio independiente de la profesión, sea llamado a prestar sus servicios como tal, deberá cerciorarse previamente si otro Contador Público ha desempeñado los mismos servicios, en cuyo caso, se comunicará con él, a fin de determinar las causas por las cuales interrumpió las relaciones con el cliente”	Los sistemas de IA no dejan huellas, por lo que no es fácil determinar la fuente de un trabajo previo para subsanar errores.
Art. 20 - Ventajas Inherentes	“El Contador Público no usará las ventajas inherentes a un cargo remunerado para competir con colegas que se dediquen al ejercicio independiente de la profesión”	El uso sin restricciones de la IA genera ventajas inherentes para personas que nunca se formaron profesionalmente, afectando a los contadores públicos que ejercen su carrera sin el uso de sistemas algorítmicos.
Art. 33- Responsabilidad	“El Contador Público, cualquiera que fuera el campo en el que actúa, es responsable de sus actos y considerado culpable de un acto de descrédito para la profesión, si al expresar su opinión sobre el asunto que haya examinado o sobre cualquier información de carácter profesional”	La IA puede debilitar el criterio profesional, es necesario buscar un equilibrio para aprovechar sus ventajas sin quedar limitado el criterio profesional, ya que la responsabilidad es exclusiva del contador.

Fuente: Elaboración propia (2025).

De lo presentado en el cuadro que antecedió se percibe el carácter disruptivo de estos sistemas algorítmicos que han marcado una tendencia irreversible en todas las actividades contables.

Pero el ejercicio del Contador Público es una arista dentro de las miles de actividades que son afectadas por la IA, se debe mantener un análisis hermenéutico para no desconectar lo profesional de la dinámica social, complementa Kumar (2017):

En conclusión, como filósofos hermenéuticos de la tecnología, Ihde, Irrgang, Rosenberger, Selinger y Verbeek exploran preguntas como: ¿Qué papel desempeña la tecnología en la experiencia humana cotidiana? ¿Y cómo afectan los artefactos tecnológicos a la existencia de las personas y a sus relaciones con el mundo? Las formas en que las prácticas tecnológicas estructuran las acciones incluyen diferentes formas de significatividad. El desarrollo de una filosofía de la tecnología se basa, en principio, en el supuesto de que pueden plantearse preguntas filosóficas sustanciales en relación con la tecnología tal como se propone o en vista de las implicaciones sociales derivadas de nuevos desarrollos organizacionales, económicos y tecnológicos, como la globalización, la economía, el crecimiento demográfico, la crisis ecológica, el conflicto norte-sur, la tecnología de la comunicación mundial y la distribución de la información (p. 146).

Para comprender esa significatividad se plantearon las preguntas filosóficas sustanciales que circularmente fueron contestadas mediante la Pre-Comprensión, el Horizonte y el Diálogo reflexivo.

Conclusiones

La enorme incidencia de la IA está desencadenando profundos cambios en el ejercicio contable al afectar sus fundamentos epistemológicos (Ciencias Contables) y axiológicos (Valores del Contador). Recapitulando sobre las interrelaciones investigativas, se presenta una síntesis hermenéutica: ¿Cómo es la pre-comprensión del escenario propiciado por la IA en el ejercicio contable? Se explicó en la parte inicial que el “cómo” de la primera pregunta tenía una intencionalidad para entender la pre-comprensión del escenario propiciado por la IA, que está marcado por una imbricación entre el sujeto/tecnología. Además, sobre ¿Cuáles son los condicionamientos del Horizonte tecno/social para el ejercicio contable? Se hace necesario comprender lo contextual, porque la IA está reconfigurando todos los campos de trabajo, si los Contadores Públicos no logran la intelección del cambio radical, se fortalecerá la estrechez del Horizonte, pudiendo quedar rezagados laboralmente. Por otra parte, en cuanto a ¿Qué diálogo es posible entre el sujeto cognosciente y lo artificial? Es innegable que la IA intenta emular cognitivamente a los humanos, lo que relativiza el proceso dialógico natural. Empero, los Contadores Públicos deben integrarse con conciencia en los procesos de la IV Revolución Industrial, pero promoviendo un ejercicio profesional que no se diluya ante lo artificial. Entonces ¿Dónde establecer un límite ético para la mediación tecnológica? Es pertinente partir de la ética personal de cada profesional para evitar instrumentalizarse, seguidamente es impostergable que se discutan marcos legales que incluyan principios éticos para el uso responsable de sistemas algorítmicos de IA.

Recomendaciones

Finalmente, se presentan las siguientes recomendaciones sobre el ejercicio del contador en este complejo Horizonte: La inteligencia artificial opera mediante sistemas algorítmicos, que imitan las capacidades cognitivas humanas, pero no puede sustituir el análisis de un contador profesional. Siempre debe prevalecer el control del contador profesional sobre los informes y auditorías, ya que la IA es un sistema de apoyo, no un ente independiente. La normativa nacional debe ser actualizada en su totalidad, para clarificar la responsabilidad legal por el uso anti-ético de la IA en el ejercicio contable. Es imperioso establecer en la legislación específica los parámetros que orienten el uso legal de IA y otras tecnologías disruptivas en los procesos contables. El gremio por intermedio de la federación y los colegios deben procurar jornadas de capacitación sobre el uso ético de la IA, que ayuden a la apropiación del conocimiento de los contadores públicos.

Referencias

- Álvarez, C., Ortega, J., Fuentes, J., Bohorquez, J., y Guevara, J. (2021). *Hermenéutica Contable*. UTS. <http://repositorio.uts.edu.co:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/8361/Proyecto%20de%20aula.pdf?sequence=6&isAllowed=y>
- Arriagada, G. (2024). Una mirada crítica a la ética de la IA: de preocupaciones emergentes y principios orientadores a un desvelar ético. Resonancias. *Revista de Filosofía*, (17), 101-120. <https://philarchive.org/archive/ARRUMC>
- Barrero, C., Bohórquez, L., y Mejía, M. (2011). La hermenéutica en el desarrollo de la investigación educativa en el siglo XXI. *Itinerario educativo*, 25(57), 101-120. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6280160>
- Barriga, O., y Henríquez, G. (2003). La presentación del objeto de estudio. *Cinta de Moebio: Revista Electrónica de Epistemología de Ciencias Sociales*, (17), 2. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=754321>
- Bongianino, C., Sánchez, V., y Sosisky, L. (2019). La aplicación de la inteligencia artificial en la contabilidad privada y en el sector gubernamental. In *25º Encuentro Nacional de Investigadores Universitarios del Área Contable y 15º Simposio Regional de Investigación Contable*, 1(1). <https://backend.congresos.unlp.edu.ar/index.php/encuentro-simposio-fce/article/view/801>
- Bravo, V. (2018). HG Gadamer: la hermenéutica y los procesos de comprensión. *Utopía y praxis latinoamericana*, 23(3), 188-193. <https://www.redalyc.org/journal/279/27957771020/html/>
- Cantú, G. (2014). *Diálogo como ejercicio de la realización hermenéutica: el quehacer de las Ciencias Sociales*. https://www.academia.edu/44955610/Di%C3%A1logo_como_ejercicio_de_la_realizaci%C3%B3n_hermen%C3%A9utica_el_quehacer_de_las_Ciencias_Sociales?auto=download

- Capurro, R. (1971). La pregunta hermenéutica por el criterio del sentido del lenguaje. *Stromata*, 27(1), 105-120. <https://revistas.bibdigital.uccor.edu.ar/index.php/STRO/article/view/2115/4977>
- Cárdenas, A. (2020). Historicidad y lingüística: en torno al concepto Fusión de horizontes en la hermenéutica de Hans-Georg Gadamer. *Alpha (Osorno)*, (51), 241-249. <https://www.scielo.cl/pdf/alpha/n51/0718-2201-alpha-51-241.pdf>
- Castrillón, A., Cuadrado, J., Carrillo, K., Ortíz, Y., y Suárez, J. (2021). Hermenéutica contable: un estudio comparado de dos normas contables colombianas relacionadas con el Código de Ética del Contador Público. *Ad-gnosis*, 10(10), 103-116. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8703306>
- García, E., y Sanchez, M. (2023). Efectos de la aplicación de la Inteligencia Artificial en la contabilidad y la toma de decisiones. *Gestión*, 1(1). <https://revistap.ejeutap.edu.co/index.php/Gestion/article/view/71>
- García, K. (2018). *Hermenéutica y Fundamentación del Derecho*. Universidad Pontificia Comillas. <https://repositorio.comillas.edu/rest/bitstreams/151323/retrieve>
- Gizbert, T. (1995). Concepto de Precomprensión en la Hermeneutica Jurídica, El. *Revista chilena de derecho*, 22, 7. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/2649963.pdf>
- Hernández, J. (2019). *Nociones de hermenéutica e interpretación jurídica en el contexto mexicano*. Universidad Nacional Autónoma de México. <https://archivos.juridicas.unam.mx/www/bjv/libros/12/5649/10.pdf>
- Kumar, A. (2017). Hermeneutics of technological culture. *AI & SOCIETY*, 32(2), 137-148. <https://doi.org/10.1007/s00146-017-0717-4>
- López, A. (1985). Orígenes de la idea de hermenéutica: supuestos terminológicos, históricos y filosóficos para una aproximación a la hermenéutica jurídica. *Anales de derecho*, 8, 33-60. <https://revistas.um.es/analesderecho/article/view/82891/79931>
- Magaña, S., Vidal, V., y Ortiz, M. (2024). La revolución digital en la contabilidad: impacto de la inteligencia artificial en la auditoría. *FACE: Revista de la Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales*, 24(2), 71-78. <https://doi.org/10.24054/face.v24i2.3119>
- Marchesano, M., Scavone, G., y Pavón, N. (2023). Impactos de la inteligencia artificial en la profesión contable. *XIX Simposio Regional de Investigación Contable (La Plata, 30 de noviembre de 2023)*. <https://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/162132>
- Martínez, C. (2018). *Artificial Intelligence: The Three Waves of AI*. D&V Philippines. <https://www.dvphilippines.com/blog/three-waves-of-ai>
- Organización Internacional de Empleadores (OIE). (2024). *Los efectos de la inteligencia artificial en el trabajo y el empleo Junio de 2024*. Organización Internacional de Empleadores. <https://www.ioe-emp.org/index.php?eID=dumpFile&t=f&f=160483&token=b20f659739088aa974bd3f78b5d8bf1fc5e67f1>
- Peña, R. (2025). Transcomplejidad e IA. Un diálogo entre lo digital y lo humano en la era del conocimiento. *Zenodo*. <https://doi.org/10.5281/zenodo.15385108>

- Prada, M. (2019). ¿Orientan los aparatos tecnológicos las acciones humanas? Una postura praxeológica. *Revista Trilogía*, 11(21), 67-89. <https://www.redalyc.org/journal/5343/534367788003/html/>
- Ríos, S. (2023). *Los riesgos de la Inteligencia Artificial*. <https://www.dii.uchile.cl/wp-content/uploads/2023/05/02-REVISTA-MENSAJE-Los-riesgos-de-la-Inteligencia-Artificial.pdf>
- Rosales, J., Mujica, Á., y Camacho, Y. (2024). El método fenomenológico-hermenéutico de Gadamer. Algunos aportes para el abordaje del círculo de la comprensión. *Cátedra Villarreal*, 12(1). <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/9740034.pdf>
- Santiago, A. (2022). Perspectivas Teóricas que Explican el Lenguaje Contable: Una Aproximación desde la Hermenéutica. *Sapienza Organizacional. GILOG*, 19(9). <http://erevistas.saber.ula.ve/index.php/sapienza/article/view/19186>
- Viveros, E. (2019). El diálogo como fusión de horizontes en la comprensión hermenéutica de Gadamer. *Perseitas*, 7(2), 341-354. <https://revistas.ucatolicaluisamigo.edu.co/index.php/perseitas/article/view/3293/2595>
- York, A. (2025). *Las 10 mejores herramientas de IA para contabilidad & finanzas en 2025*. ClickUp. <https://clickup.com/es-ES/blog/105720/herramientas-de-ia-para-la-contabilidad>

Una revisión crítica-hermenéutica de la metodología Autoformación Colectiva, Integral Continua y Permanente

A critical-hermeneutic review of the Collective, Integral, Continuous and Permanent Self-forming methodology

Oscar Zamora  ¹

Universidad Bolivariana de Trabajadores Jesús Rivero, Caracas, Venezuela¹

oscarzamora@disroot.org¹

Fecha de recepción: 03/05/2025

Fecha de aceptación: 09/08/2025

Pág: 69 – 83

DOI: [10.5281/zenodo.17466625](https://doi.org/10.5281/zenodo.17466625)

Resumen

Para consustanciar la Universidad con los procesos productivos y promover la gestión directa y democrática del proceso social de trabajo por la clase trabajadora, la Universidad Bolivariana de Trabajadores Jesús Rivero está inserta en el contexto laboral aplicando la Autoformación Colectiva, Integral, Continua y Permanente (ACICP), como metodología estratégica. Hoy es necesario revisar concienzudamente esta experiencia, para identificar nudos críticos y con base en éstos, generar claves de intervención que contribuyan a la optimización y consolidación de la metodología. Esta es una investigación de tipo cualitativa, soportada en el paradigma crítico y metodológicamente orientada por la hermenéutica de Hans-Georg Gadamer. Se aplicó la técnica de entrevista en profundidad a informantes claves seleccionadas del equipo de estudio de la II Cohorte del Diplomado en Gestión del Sistema Eléctrico Nacional en CORPOELEC Estado Bolívar, y se utilizó el software de análisis cualitativo ATLAS.ti para facilitar el proceso de interpretación. El estudio permitió configurar una aproximación de la ACICP, entendida como una estrategia de la clase trabajadora orientada a sustentar el desarrollo de procesos educativos en el contexto del proceso social de trabajo.



Esta obra está bajo licencia CC BY-NC-SA 4.0.

La intención del investigador es hacer aportaciones que tributen al mejoramiento de las condiciones operativas de los procesos productivos estratégicos del país, sustentando metodológicamente los procesos de resolución del desgaste y fatiga de los sistemas de producción y distribución de servicios; y los procesos de producción de ciencia, tecnología y técnica propia para revertir la dependencia tecnológica de sistemas, procesos y equipos de origen foráneo.

Palabras clave: autoformación, educación, nudos críticos, trabajo.

Abstract

To align the university with productive processes and promote the direct and democratic management of the social process of labor by the working class, the Jesús Rivero Bolivarian Workers' University inserted itself into the labor context using the Collective, Integral, Continuous, and Permanent Self-forming (CICPS) methodology. Today, it is necessary to thoroughly review this experience to identify critical issues and, based on these, generate intervention strategies that contribute to the optimization and consolidation of this methodology. This is a qualitative study, supported by the critical paradigm and methodologically guided by the hermeneutic philosophy of Hans-Georg Gadamer. In-depth interviews were conducted with key informants selected from the study team of the second cohort of the Diploma in National Electric System Management at CORPOELEC Bolívar State. The qualitative analysis software ATLAS.ti was used to facilitate the interpretation process. The study provided an understanding of the CICPS, understood as a working-class strategy aimed at supporting the development of educational processes within the context of the social process of labor. The researcher's intention is to make contributions that contribute to improving the operating conditions of the country's strategic productive processes.

Keywords: self-forming, critical nodes, education, work.

Introducción

La humanidad está padeciendo una severa crisis, que responde a la profundización de las contradicciones estructurales del sistema capitalista, el cual puja por perpetuarse a nivel planetario como orden cultural, político, económico y social. Se evidencia una sociedad de clases violenta, desigual y desigualadora, sometida al influjo de potencias expansionistas que depredan el planeta y someten a las naciones del sur hemisférico en función de intereses de dominación. En medio de este estado de cosas, el despliegue de procesos educativos

emancipatorios representa la posibilidad de generar las condiciones subjetivas y materiales que permitan impulsar procesos de liberación que se encuentran en marcha en diversos puntos del planeta. Cuando estos procesos educativos emancipatorios se dan en convergencia con el trabajo, dentro de los espacios socioproyectivos, se potencian ambos procesos como unidad dialéctica educación-trabajo, para alcanzar fines superiores en favor del buen vivir de la sociedad, en una dinámica en la que la clase trabajadora se posiciona como el sujeto protagónico.

La Universidad Bolivariana de Trabajadores Jesús Rivero (UBTJR) fue creada en el 2008 para insertarse en los centros de trabajo, y en el 2012 introdujo la metodología estratégica Autoformación Colectiva, Integral, Continua y Permanente (ACICP); metodología que se define como:

(...) la estrategia asumida por la clase trabajadora en el proceso social de trabajo, desarrollada desde el diálogo y contraste de saberes alcanzados en su práctica socioproyectiva, vinculados a las prácticas sistematizadas en la filosofía y la ciencia. Todo esto para desarrollar el pensamiento y elevar el nivel de conciencia que le permita a la clase trabajadora generar ciencia, tecnología y técnica, en función de dirigir los medios de producción, cambiar las relaciones sociales y el modo de producción capitalista, alcanzar la soberanía nacional y construir la sociedad socialista, la sociedad justa y amante de la paz (Reglamento del Proceso de Autoformación Colectiva, Integral, Continua y Permanente, [2012](#), Artículo 2).

Según lo establece el Reglamento *ad hoc*, la ACICP se desarrolla organizada en Momentos, dispuestos bajo un arreglo dialéctico. Estos Momentos son: (i) Desarrollo del Curso Introductorio; (ii) Unificación en torno a la concepción filosófica-científica del Materialismo Histórico Dialéctico; (iii) Profundización en la concepción filosófica-científica del Materialismo Histórico Dialéctico a través del Objeto de Estudio; (iv) Transformación consciente de la realidad objetiva (Reglamento del Proceso de Autoformación Colectiva, Integral, Continua y Permanente, [2012](#), Artículo 6).

El Reglamento del Proceso de Autoformación Colectiva, Integral, Continua y Permanente ([2012](#)) fue elaborado por la clase trabajadora organizada en UBTJR entre los años 2011 y 2012, y aprobado por el Consejo Universitario de esta Institución de Educación Universitaria el 14/09/2012. Dentro de los paradigmas que le sustentan, se encuentran las doctrinas marxistas del Materialismo Dialéctico, como modo de interpretación de la realidad, y Materialismo Histórico, como propuesta explicativa del desarrollo de la humanidad. Teniendo, además, una significativa ascendencia en la Teoría de Acción Dialógica del pedagogo brasileño Paulo Freire.

Se detecta como problema, el siguiente: Después de más de una década de la puesta en práctica de la metodología ACICP, ha surgido la necesidad de revisar esta experiencia para detectar eventuales nudos críticos en su despliegue y valorar su eficacia. En este sentido, se establece el siguiente propósito para este trabajo de investigación: Generar propuestas que

tributen al fortalecimiento de la ACICP y contribuyan a su consolidación como metodología estratégica de la clase trabajadora, a partir de los nudos críticos identificados en el estudio.

El proceso de ACICP se explicita en Reglamento ad hoc de la UBTJR. En este se establece que la clase trabajadora constituida en UBTJR, asume la concepción materialista-histórica-dialéctica de la realidad, para convertir en conocimiento “la información percibida desde la realidad objetiva, en todo el desarrollo histórico de su práctica socioproduktiva, tanto en el ámbito de los fenómenos naturales, como en el de los fenómenos sociales, relacionándolos como un todo” (Reglamento del Proceso de Autoformación Colectiva, Integral, Continua y Permanente, 2012, Artículo 4). En este marco, el investigador asume la Teoría Crítica como fundamento teórico pertinente para la comprensión del fenómeno, en tanto proceso social que se desarrolla en el contexto de una sociedad de clases.

El estudio se nutre, epistemológicamente, del método hermenéutico de Hans-Georg Gadamer, sustentado en la noción interpretativa y transformadora de la realidad, haciéndola congruente con la Teoría Crítica, y asimilados ambos constructos filosóficos en el Enfoque Cualitativo, para propiciar la comprensión, interpretación y abordaje de la esencia epistémica materialista-histórica-dialéctica de la ACICP y los elementos que subyacen en su práctica. La intención, tratándose del desafío de interpretar el pensar y el sentir de los trabajadores que desarrollan el proceso de ACICP, es “hacer comprensible el fenómeno hermenéutico en todo su alcance” (Gadamer, 1993, p. 25).

La estructura del artículo está organizada, en primer lugar por el Resumen; en el que se presenta una breve aproximación al tema tratado, el propósito de la investigación, la metodología empleada, la conclusión fundamental con su correspondiente argumento, y se declaran algunos descriptores. Introducción; la cual contiene la descripción de la situación contextual, problema, propósito, fundamento teórico del estudio y la forma de organización y estructuración del artículo. Metodología; donde se refiere la metodología y procedimiento aplicado, informantes clave implicados, técnica de recolección de la información, así como la metódica de análisis e interpretación. Resultado; en el que se presenta la co-ocurrencia de códigos y hallazgo de las categorías emergentes, a partir de análisis de las unidades de significado. Discusión; en el que se contrastan los hallazgos con los fundamentos teóricos y la postura del investigador, en función del propósito del artículo. Conclusión; donde se precisa el logro que da respuesta al propósito del trabajo, enunciándose los factores clave que contribuirían a potenciar la metodología ACICP, desde una perspectiva crítica y un abordaje metodológico hermenéutico.

Metodología

La hermenéutica gadameriana orientó el momento metodológico del presente estudio, con especial énfasis en la “Fusión de Horizontes”, en tanto fase cumbre del método hermenéutico, dado su rol estelar en la develación e identificación de las contradicciones, y en correspondencia

con el carácter dialéctico del paradigma de investigación. Se aplicó una técnica de tipo cualitativa y se utilizó tecnología de software para el tratamiento de las unidades de significado.

Gadamer expresa su método mediante la figura del “Círculo Hermenéutico”, el cual hace énfasis en la comprensión, a partir de la totalidad y las partes que la constituyen, así como las partes constituyentes y la totalidad que las contiene. Con base en las claves fundamentales proporcionadas por este autor, se ha modelado la siguiente aproximación del Círculo Hermenéutico, en una Espiral Hermenéutica (Figura 1).

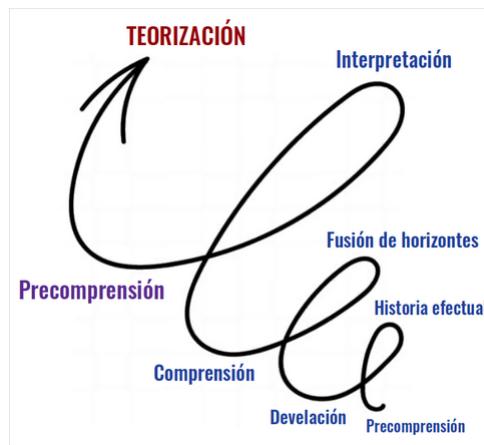


Figura 1: Momentos del Círculo Hermenéutico.

Fuente: Elaboración propia (2025), adaptando la propuesta de Rosales et al. (2024)

A continuación se definen las categorías de la Espiral Hermenéutica:

- Precomprensión: Gadamer (1993, p. 363) sostiene “que la comprensión del texto se encuentra determinada continuadamente por el movimiento anticipatorio de la pre-comprensión”.
- Historia efectual: Se concibe como la realidad que se comprende, en su condición ontológica. Visto que “la comprensión nunca es un comportamiento subjetivo respecto a un “objeto” dado, sino que pertenece a la historia efectual” (Gadamer, 1993, pp. 13-14).
- Desvelación: Es el instante de indagación del ser que se comprende, una vez que se admite la clave postulada por Gadamer sobre la Historia Efectual, según la cual, esta es el ser de lo que se comprende.
- Fusión de horizontes: Es el momento de abordaje ontológico del fenómeno. El encuentro virtuoso entre la historia efectual y el investigador humanizado en su tradición. Según Gadamer (1993), la fusión es una dinámica intencionada, en la que ninguno de los horizontes se impone, ni se anula.

- Comprendión: Consiste en “participar inmediatamente en la vida, sin la mediación del pensamiento a través del concepto” (Gadamer, 1993, pp. 268-269). El investigador se implica de manera vivencial y epistémicamente desnudo en la realidad que investiga, como un ejercicio concreto de la fusión de los horizontes. Por ello Gadamer (1993) sostiene que la fusión de horizontes tiene lugar en la comprensión.
- Interpretación: En la investigación cualitativa, la interpretación se ocupa de unidades de significado. Esto es para Gadamer (1993, p. 102), “unidades vivenciales, que son en sí mismas unidades de sentido”.
- Teorización: El resultado del proceso de teorización “ofrece una estructura conceptual inteligible, sistemática y coherente para ordenar los fenómenos” (Martínez, 2006, p. 143).

Sujetos y escenario de estudio

La investigación se desarrolló en un equipo de estudio conformado por trabajadoras y trabajadores de la Corporación Eléctrica Nacional (CORPOELEC), organizados como trabajadores-estudiantes que desarrollan el proceso de ACICP en el marco de la segunda edición del Diplomado en Gestión del Sector Eléctrico Nacional. Teniendo como ambiente para los encuentros la Sala de Reuniones del Piso 4 de la Torre Corporativa en Alta Vista, Parroquia Universidad, Municipio Caroní, Estado Bolívar.

Informantes clave

Los informantes clave fueron seleccionados del equipo de estudio conformado por trabajadoras y trabajadores de CORPOELEC en el Estado Bolívar, organizados como trabajadores-estudiantes que desarrollan el proceso de ACICP en el marco de la II Cohorte del Diplomado en Gestión del Sector Eléctrico Nacional. La selección de los informantes claves respondió a los propósitos del estudio, a la dinámica del proceso productivo de la entidad de trabajo y al desarrollo concreto de la investigación. En este sentido, el investigador procuró apoyarse en informantes “que hayan pasado por ciertas experiencias, que presenten una buena voluntad y capacidad para hablar sobre las mismas, y que dispongan de tiempo para relatar sus vivencias personales y puntos de vista particulares” (Izcara y Andrade, 2003, p. 12).

Técnica para la recolección de la información

De acuerdo a lo que establece el Reglamento del Proceso de Autoformación Colectiva, Integral, Continua y Permanente (2012), normativa interna de la UBTJR, uno de los componentes que debe incluir el Plan de Estudio que debe elaborar cada equipo de estudio, es una metodología para desarrollar el proceso de lectura, debate y escritura. Este elemento evidencia una intencionalidad de acción dialógica, como carácter freiriano:

(...) el diálogo es una exigencia existencial. Y siendo el encuentro que solidariza la reflexión y la acción de sus sujetos encauzados hacia el mundo que debe ser transformado y humanizado, no puede reducirse a un mero acto de depositar ideas de un sujeto en el otro, ni convertirse tampoco en un simple cambio de ideas consumadas por sus permutantes (Freire, 2008, p. 99).

Por esto, el investigador consideró la entrevista en profundidad como la técnica apropiada para abordar este estudio con los trabajadores-estudiantes que practican la metodología ACICP, y en consideración además, de las especificidades del propósito de la investigación. Es un esfuerzo de procura la opinión de los participantes entrevistados, en este caso, de los informantes clave, con el fin de provocar la manifestación de significados en torno al asunto que se trata. Es decir, procurar “la singularidad de la experiencia vital de cada uno de los informantes, los significados subjetivos que para ellos acarrea un hecho social determinado” (Izcara y Andrade, 2003, p. 12).

Recursos para la recolección y tratamiento de la información

Para la recolección y tratamiento de la información, el investigador se apoyó en las siguientes herramientas de software:

- Grabadora de Voz Simple de Simple Mobile Tool, versión 6.1.0 para Android: Software usado para grabar las entrevistas aplicadas los informantes claves.
- Audacity de Muse Group, versión 2.2.1 para Linux (<https://www.audacityteam.org/>): Software de código abierto para edición de audio, usado para amplificar el audio de origen, eliminar ruidos de fondo, y seleccionar y extraer las secciones correspondientes a las respuestas de los entrevistados para posterior transcripción.
- Speechnotes de WellSource Ltd., versión 2.10.3 en línea (<https://speechnotes.co/>): Herramienta web para transcripción automática de grabaciones de audio.
- ATLAS.ti de Scientific Software Development GmbH, versión 24 en línea (<https://atlasti.com/>) ID de licencia: L-3CC-3A0: Software para el análisis de datos cualitativos asistido por computador (*Computer Assisted Qualitative Data Analysis Software – CAQDAS*). En el ámbito de la investigación social, los CAQDAS han ganado espacio, apuntalando el trabajo del investigador en las tareas de organización, categorización, estructuración e interpretación de los datos cualitativos.

Técnica de análisis e interpretación

Se siguió la metódica Categorización-Estructuración-Contrastación-Teorización propuesta por Martínez (2004, pp. 263-283) en los siguientes términos:

Categorización:

- Revisión de la información o contenidos recopilados para reconstruir la vivencia.
- Reflexión concienzuda y crítica para comprender el hecho concreto y los sujetos en su contexto.
- Identificación de categorías, significantes, conceptos, su organización y representación.

Estructuración:

- Integración de categorías específicas en categorías generales hasta lograr una expresión compleja del fenómeno, en tanto totalidad concreta.
- Elaboración de gráficas de redes semánticas que permitan expresar la correlación de todas las categorías identificadas.

Contrastación:

- Tanto la categorización como la estructuración, están indefectiblemente sujetas a la intervención del investigador, por tanto de sus subjetividades.
- Será necesaria entonces la comparación de los contenidos hasta ahora logrados, con interpretaciones de estudios relacionados para reafirmar y/o reorientar.

Teorización:

- Integración en un todo coherente y lógico-dialéctico de los resultados de la investigación.
- Consideración reflexiva de elementos estructurales de construcciones teóricas relacionadas, apartándose de cualquier posibilidad sincrética y apuntando a una teorización original en torno al tema de estudio.

Resultados

Categorización

La Tabla 1 sobre la co-ocurrencia de códigos en las respuestas de los informantes clave al planteamiento generador, muestra el cruce entre la categoría apriorística “ACICP”, y las categorías emergentes identificadas en las respuestas de los informantes clave. Se observa que la categoría apriorística, establecida por el investigador desde su preconcepción y tradición, emerge con una frecuencia notable en el discurso de los informantes claves, dando cuenta de una sintonía en el hecho educativo y en el proceso autoformativo, propiamente.

Tabla 1: Co-ocurrencia de códigos.

Planteamiento generador: ¿Cómo consideras que se puede contribuir a mejorar la organización y desarrollo de la estrategia de Autoformación Colectiva, Integral, Continua y Permanente?	
Categoría apriorística: ACICP	
Categorías Descriptivas Emergentes	Co-currencia
Metodología ACICP	197
Prosecución de estudios	27
Marco normativo	21
Acreditación de saberes	10
Logros tangibles	7
Articulación institucional	6
Herramientas tecnológicas	6
Percepción de los estudiantes	4
Sistematización de la experiencia	3
Mejora de procedimientos	3
Acceso a la información	2
Nudos críticos	2

Fuente: Elaboración propia (2025).

En la Tabla 2, se presentan las categorías emergentes contextualizadas en el planteamiento generador y en el propósito del estudio. Estas categorías emergentes se detectaron mediante el análisis de las entrevistas realizadas a los informantes claves, con la asistencia del software de análisis de datos cualitativos ATLAS.ti.

Tabla 2: Categorías descriptivas emergentes.

Planteamiento Generador	¿Cómo consideras que se puede contribuir a mejorar la organización y desarrollo de la estrategia de Autoformación Colectiva, Integral, Continua y Permanente?	
Propósito	Configurar claves de intervención que tributen a la condición epistémica de la ACICP y contribuyan a su consolidación como metodología estratégica de la clase trabajadora, a partir de sus contradicciones.	
Categoría Apriorística	ACICP	
	Categorías	Subcategorías
Categorías Descriptivas Emergentes	ACICP	<ul style="list-style-type: none"> - Prosecución de estudios - Marco normativo - Acreditación de saberes - Logros tangibles - Articulación institucional - Herramientas tecnológicas - Percepción de los estudiantes - Sistematización de la experiencia - Mejora de procedimientos - Acceso a la información - Nudos críticos

Fuente: Elaboración propia (2025).

Estructuración

En la Figura 2, se presenta el fenómeno estudiado como totalidad concreta, mediante un diagrama de relación. En este se interrelaciona la categoría apriorística “ACICP”, establecida por el investigador desde su preconcepción y tradición, con las categorías emergentes que se identificaron en las entrevistas a los informantes clave. Los insumos para la elaboración de este diagrama fueron obtenidos del software de análisis de datos cualitativos ATLAS.ti.

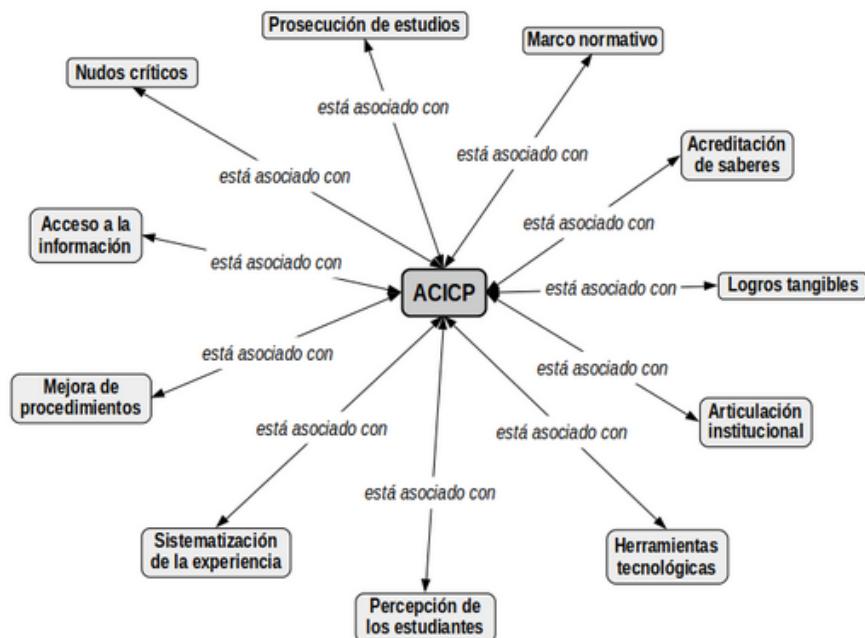


Figura 2: Estructuración de categorías

Fuente: Elaboración del investigador con insumos proporcionados por el software ATLAS.ti.

Discusión

Contrastación

A partir del siguiente planteamiento generador, propuesto a los informantes clave en la entrevista, se desprende la dinámica de contrastación: ¿Cómo consideras se puede contribuir a mejorar la organización y desarrollo de la estrategia de Autoformación Colectiva, Integral, Continua y Permanente? Esta dinámica de contrastación (Tablas 3 y 4) significa para (Martínez, (2004, p. 226), la relación y confrontación de los hallazgos “con aquellos estudios paralelos o similares que se presentaron en el marco teórico referencial, para ver cómo aparecen desde perspectivas diferentes o sobre marcos teóricos más amplios y explicar mejor lo que el estudio verdaderamente significa” (Martínez, 2004, p. 226).

Tabla 3: Contrastación - Campo Temático.

Campo Temático
Una revisión crítica-hermenéutica de la metodología Autoformación Colectiva, Integral, Continua y Permanente
Unidad Temática
Consolidación de la ACICP
Planteamiento Generador
¿Cómo crees tú que se puede contribuir a mejorar la organización y desarrollo de la metodología Autoformación Colectiva, Integral, Continua y Permanente?
Hallazgo (Develación)
<p>La respuesta de los informantes claves arrojó que los trabajadores participantes de la segunda cohorte del Diplomado en Gestión de Sistema Eléctrico Nacional de la UBTJR CORPOELEC Bolívar:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Advierten sobre la necesidad de promover institucionalmente y dentro de la masa trabajadora, la prosecución de estudios en la UBTJR, como una forma de brindar oportunidades de desarrollo individual y colectivo. Así mismo. - Demandan la puesta en marcha de la estrategia de acreditación de saberes para propender a su certificación. - Manifiestan la importancia de dar a conocer logros tangibles de la ACICP, procurando espacios de divulgación de los nudos críticos en el proceso productivo, que han sido detectados en el marco del proceso autoformativo. Sustentado este esfuerzo por un proceso consistente de sistematización de la experiencia. - Expresan la necesidad de divulgar a nivel institucional, la percepción de los trabajadores que participan en el Diplomado con relación a lo que significa la UBTJR y acerca de la pertinencia de la metodología ACICP. - Recomiendan hacer esfuerzos de articulación institucional entre la UBTJR y CORPOELEC, a los fines de establecer acuerdos para que los equipos de estudio UBTJR-ACICP puedan tener un efectivo acceso a la información de los procesos que se estudian. - Reconocen la necesidad y el deber que tienen de hacer un mayor esfuerzo en el estudio y aplicación efectiva del marco normativo, tanto de la metodología ACICP, como de la UBTJR en general, nutriendo la base de apoyo para la mejora de procedimientos propios de la UBTJR y de las metodología ACICP.
Referentes Teóricos
<ul style="list-style-type: none"> - En cuanto a la acreditación de saberes, el Plan de Desarrollo Institucional de la UBTJR contempla la Acreditación de los saberes adquiridos a través de la experiencia socioproduktiva, proceso que consiste en la sistematización, evaluación y certificación del conocimiento adquirido a través del desarrollo de la práctica socioproduktiva. - En cuanto los logros tangibles, como una condición de éxito de los equipos de estudio que desarrollan procesos educativos y de investigación desde el trabajo, el Reglamento del Proceso de Autoformación Colectiva, Integral, Continua y Permanente (Artículo 21) establece que la clase trabajadora, organizada en equipos de estudio, debe expresar “la concepción materialista histórica dialéctica del mundo en acciones concretas que transformen la realidad objetiva mediante proyectos”. Esta transformación concreta de la realidad objetiva es la que se puede traducir en logros tangible, que propicien, además, la promoción de la UBTJR y de la ACICP. - La <i>articulación institucional</i> que apunte a la unión e integración de esfuerzos y recursos entre la UBTJR y las instituciones, dando a conocer los procesos productivos y de prestación de servicios, teniendo como propósito la conformación de un sistema productivo y de distribución basado en la planificación, administración y control colectiva, desde la clase trabajadora organizada, con el fin último de producir bienes, brindar servicios y generar la conciencia, la ciencia y tecnología necesaria para satisfacer las necesidades materiales e intelectuales de la sociedad. - La <i>sistematización de experiencias</i> es, de acuerdo a Jara (2018, p. 61), “aquella interpretación crítica de una o varias experiencias que, a partir de su ordenamiento y reconstrucción, descubre o explicita la lógica y el sentido del proceso vivido en ellas”. Es necesario hacer notar que el Reglamento del Proceso de Autoformación Colectiva, Integral, Continua y Permanente de la UBTJR, en el marco del compromiso de elaboración del Plan de Estudio que tiene cada equipo de estudio para cada momento el proceso formativo, establece que se incluya una metodología para “sistematización de lo desarrollado”, aspecto que refiere la <i>sistematización de experiencias</i>.

Fuente: Elaboración propia (2025).

Tabla 4: Contrastación - Perspectiva del Investigador.

Perspectiva del Investigador
<p>- Corresponde, tanto al Centro de Formación UBTJR y al Equipo de Estudio, como a la División de Formación Estadal de CORPOELEC, promover la ACICP, en tanto estrategia metodológica de la clase trabajadora, para la prosecución de estudios.</p> <p>- La clase trabajadora tiene derecho a organizarse, de manera autónoma y en el contexto de entidad de trabajo, para desarrollar los programas de formación de la UBTJR, mediante el proceso de ACICP. Por su parte aquellas empresas en las que los trabajadores tomen la iniciativa de organizarse como UBTJR, deben facilitar los medios (espacios, tiempo, herramientas tecnológicas) para que éstos cumplan su rol de estudiantes, facilitadores y administradores de proceso educativo.</p> <p>- Es importante promover y masificar el Sistema de Acreditación de Saberes Adquiridos por Experiencia Laboral de la UBTJR. El cual implica la acreditación y certificación del conocimiento y la práctica desarrollado por los trabajadores en el contexto laboral. La concreción de la confluencia entre la educación y el trabajo, es fuente de conocimiento.</p> <p>- Los logros tangibles son el resultado esperado del proceso educativo de los Equipos de Estudio UBTJR-ACICP. Es por ello que el Reglamento del Proceso de Autoformación Colectiva, Integral, Continua y Permanente (Artículo 21) establece que la clase trabajadora organizada en equipos de estudio, debe expresar “la concepción materialista histórica dialéctica del mundo en acciones concretas que transformen la realidad objetiva mediante proyectos”. Esta transformación concreta de la realidad objetiva, la cual implica la develación y abordaje de nudos críticos del proceso productivo y su adecuada sistematización mediante metodología ad hoc, serán los logros tangibles de todo el proceso autoformativo.</p> <p>- Es necesaria una articulación institucional que apunte a la sinergia entre la UBTJR y CORPOELEC. En este proceso de articulación institucional, la percepción de los estudiantes que participan en la UBTJR-ACICP, socializada oportunamente al liderazgo institucional tiene un valor clave para afianzar los lazos cooperativos.</p> <p>- En el marco del compromiso de los equipos de estudio UBTJR-ACICP para la elaboración del Plan de Estudio, se debe contemplar una metodología para sistematizar lo desarrollado. Esto es sistematizar la experiencia educativa y de investigación que se desarrolla en el marco del proceso social de trabajo. La sistematización de experiencias se concibe como un ejercicio intencionado que procura indagar dentro de la vivencia colectiva e identificar saberes, mediante la interpretación y reflexión profunda de lo vivenciado y su apropiación. Para que la sistematización de la experiencia comporte un adecuado nivel de validez, se necesita un rigor metodológico tal que permita generar aportes que favorezcan la mejora del proceso productivo y el acervo técnico, tecnológico y científico de la entidad de trabajo. Se trata de extrapolar el saber inmanente a la experiencia en un saber crítico, que incluso sirva de estímulo para su replicación en experiencias similares.</p> <p>- Es necesario que los equipos de estudio tengan acceso a información oportuna y confiable, sobre los procesos productivos, en el contexto de acuerdos de colaboración con el Ministerio del Poder Popular con competencia en materia de energía eléctrica y el operador y prestador del servicio CORPOELEC, a las instituciones de educación universitaria, Ley Orgánica del Sistema y Servicio Eléctrico (2010). En cuanto a este particular, sin embargo, por razones de seguridad, defensa, estrategia y soberanía nacional, el acceso a la información sobre indicadores de desempeño y condiciones del proceso productivo eléctrico, es restringido; respondiendo a lo que establecen la Políticas de Seguridad de la Información para el Sector Eléctrico Nacional y las Normas para la Clasificación y Tratamiento de los Activos de Información para los Entes Adscritos al Ministerio del Poder Popular para la Energía Eléctrica. A pesar de esto, es necesario que, en el marco de una sana articulación interinstitucional, se puedan alcanzar acuerdos en este sentido.</p>

Fuente: Elaboración propia (2025).

Conclusiones

Una vez cumplidos con los pasos de la metodología propuesta, desde una postura crítica y bajo la orientación metodológica de la hermenéutica gadameriana, se concluye con el enunciado de factores clave que pueden contribuir a la consolidación la metodología ACICP y su condición epistémica:

- Es responsabilidad, tanto del Centro de Formación UBTJR y del Equipo de Estudio, como de la División de Formación Estadal de CORPOELEC, promover la ACICP, por ser esta la metodológica estratégica de la clase trabajadora para la prosecución de estudios en el contexto de proceso social de trabajo.
- Los trabajadores y trabajadoras tiene derecho a organizarse en las entidades de trabajo, para cursar los programas de formación de la UBTJR, aplicando el proceso ACICP. De modo que aquellas empresas en las que los trabajadores tomen la iniciativa de organizarse como UBTJR, deben facilitar los medios (espacios, permiso laboral, recursos tecnológicos) para que éstos participen en rol de estudiantes, facilitadores y administradores de proceso su propio educativo.
- Es perentorio promover, consolidar y masificar el Sistema de Acreditación de Saberes Adquiridos por Experiencia Laboral de la UBTJR. El cual ofrece la acreditación y certificación del conocimiento y la práctica desarrolladas por los trabajadores en su práctica socioproyectiva.
- La confluencia de la educación y el trabajo, adecuadamente sistematizada como experiencia colectiva en la industria, puede ser fuente de conocimiento pertinente.
- El resultado del proceso autoformativo de los Equipos de Estudio de la UBTJR que desarrolla la metodología ACICP, se constituyen en logros tangibles. Es por ello que el Reglamento del Proceso ACICP, contenido en el Reglamento del Proceso de Autoformación Colectiva, Integral, Continua y Permanente, (Universidad Bolivariana de Trabajadores Jesús Rivero, 2012, Artículo 21), establece que la clase trabajadora organizada en equipos de estudio, debe expresar “la concepción materialista histórica dialéctica del mundo en acciones concretas que transformen la realidad objetiva mediante proyectos”. Esta transformación concreta de la realidad objetiva, la cual implica la develación, abordaje y resolución de nudos críticos del proceso productivo, serán los logros tangibles de todo el proceso autoformativo, con la mediación de un adecuado proceso de sistematización de la experiencia.

- Es fundamental una articulación institucional que se oriente al establecimiento de una sinergia entre la UBTJR y CORPOELEC. En este proceso de articulación institucional, la percepción de los estudiantes que participan en la UBTJR, aplicando la metodología ACICP, socializada oportunamente al liderazgo institucional, tiene un valor clave para afianzar estos lazos cooperativos, en función de tributar a la producción de ciencia, tecnología y técnica propia y pertinente, que permita revertir la dependencia tecnológica de sistemas, procesos y equipos de origen foráneo.
- En el marco del compromiso de elaboración del Plan de Estudio de los equipos de estudio UBTJR que desarrollan la metodología ACICP, se debe contemplar la creación o adopción de una metodología para sistematizar la experiencia. Esto significa, sistematizar la experiencia educativa y de investigación que se desarrolla en el marco del proceso social de trabajo. La sistematización de experiencias se concibe como un ejercicio intencionado que procura indagar dentro de la vivencia colectiva e identificar saberes, mediante la interpretación y reflexión profunda de lo vivenciado y su apropiación. Para que la sistematización de la experiencia comporte un adecuado nivel de validez, se necesita un adecuado rigor metodológico tal, que permita generar aportes que favorezcan la mejora del proceso productivo y el acervo técnico, tecnológico y científico de la entidad de trabajo. Se trata de extrapolar el saber inmanente a la experiencia en un saber crítico, que incluso sirva de estímulo para su replicación en experiencias similares.
- Es determinante que los equipos de estudio tengan acceso a información oportuna y confiable sobre los procesos productivos, dinámica que debe estar amparada por acuerdos de cooperación con el Ministerio del Poder Popular con competencia en materia de energía eléctrica, y el operador-prestador del servicio CORPOELEC, a las instituciones de educación universitaria Ley Orgánica del Sistema y Servicio Eléctrico (Asamblea Nacional de la República Bolivariana de Venezuela, 2010). En cuanto a este particular, sin embargo, por razones de seguridad de Estado, orden interno, defensa, estrategia y Soberanía Nacional, el acceso a la información sobre indicadores de desempeño y condiciones del proceso productivo eléctrico, es restringido; respondiendo a lo que establecen la Políticas de Seguridad de la Información para el Sector Eléctrico Nacional y las Normas para la Clasificación y Tratamiento de los Activos de Información para los Entes Adscritos al Ministerio del Poder Popular para la Energía Eléctrica. No obstante esta condición, es necesario que, en el marco de una sana articulación interinstitucional, se puedan alcanzar acuerdos en este sentido.

Referencias

- Asamblea Nacional de la República Bolivariana de Venezuela. (2010). *Ley Orgánica del Sistema y Servicio Eléctrico. Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela, Número 39.573. 14 de diciembre de 2010.*
- Freire, P. (2008). *Pedagogía del oprimido*. Siglo Veintiuno.
- Gadamer, H. (1993). *Verdad y método I*. Sígueme. <https://sonocreatica.org/wp-content/uploads/2021/02/Gadamer-Verdad-y-Metodo-I.pdf>
- Izcara, S., y Andrade, K. (2003). *La entrevista en profundidad: Teoría y práctica*. PROMEP. <https://riuat.uat.edu.mx/bitstream/123456789/1546/1/1546.pdf>
- Jara, O. (2018). *La sistematización de experiencias: práctica y teoría para otros mundos políticos*. CINDE.
- Martínez, M. (2004). *Ciencia y Arte de la Metodología Cualitativa*. Editorial Trillas. https://www.academia.edu/29811850/Ciencia_y_Arte_en_La_Metodologia_Cualitativa_Martinez_Miguelez_PDF
- Martínez, M. (2006). La investigación cualitativa (síntesis conceptual). *Revista de Investigación en Psicología, 9*(1), 123-146. <https://doi.org/10.15381/rinpv.v9i1.4033>
- Rosales, J., Mujica, Á., y Camacho, Y. (2024). El método fenomenológico-hermenéutico de Gadamer. Algunos aportes para el abordaje del círculo de la comprensión. *Cátedra Villarreal, 12*(1). <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/9740034.pdf>
- Universidad Bolivariana de Trabajadores Jesús Rivero. (2012). *Reglamento del Proceso de Autoformación Colectiva, Integral, Continua y Permanente. Resolución 0047 del 14 de septiembre de 2012*.

Guías de turismo agroecológico: Modelo de formación transdisciplinario en interpretación ambiental

Agroecological tourism guides: Transdisciplinary training model in environmental interpretation

Betzaida Cáceres  ¹

Alfonso Fernández  ²

Mildred Paredes  ³

Aura Chirinos  ⁴

Iraima Gutiérrez  ⁵

Universidad Nacional Experimental de los Llanos Occidentales Ezequiel Zamora, Barinas,
Venezuela^{1,2,3,4,5}

betzaidamargarita1969@gmail.com¹

alfjosefer@gmail.com²

prof.mparedes@gmail.com³

auraelenachirinos@gmail.com⁴

gunenaeli@gmail.com⁵

Fecha de recepción: 07/05/2025

Fecha de aceptación: 18/08/2025

Pág: 84 – 102

DOI: [10.5281/zenodo.17466657](https://doi.org/10.5281/zenodo.17466657)

Resumen

El turismo agroecológico, sostenible y multidisciplinario demanda profesionales capacitados que integren conocimientos y habilidades para afrontar desafíos contemporáneos en su práctica. Ante esta problemática, se propone crear un modelo de formación transdisciplinario en interpretación ambiental para guías turísticos en el contexto del turismo agroecológico en Barinas, durante el periodo 2025-2026. Para ello, se empleó un paradigma interpretativo y un enfoque cualitativo, utilizando el método fenomenológico-hermenéutico a través de fases de exploración, campo, interpretación y construcción, seleccionando informantes clave y realizando observaciones y entrevistas. Los hallazgos subrayan la urgencia de una formación que combine conocimientos en ecología y habilidades blandas, destacando la importancia del aprendizaje experiencial en la preparación de guías.



Esta obra está bajo licencia CC BY-NC-SA 4.0.

Así, se diseñó un modelo de formación integral y holístico que busca preparar a guías competentes para promover un turismo sostenible y responsable, al tiempo que se fortalece el patrimonio biocultural de la región. Se concluye que el modelo debe capacitar a los guías en la interpretación de sistemas socio-ecológicos, integrando diversas disciplinas y habilidades interpersonales. Se espera formar profesionales que no solo conserven el patrimonio, sino que también apoyen a las comunidades locales. Las recomendaciones incluyen el desarrollo de un programa teórico-práctico que contemple prácticas en fincas y el fomento de habilidades blandas, promoviendo la sostenibilidad, el conocimiento local y la tecnología, así como el fortalecimiento de vínculos comunitarios y la evaluación del impacto del turismo en la región.

Palabras Clave: formación, interpretación ambiental, sostenibilidad, transdisciplinariedad, turismo agroecológico.

Abstract

Sustainable, multidisciplinary agroecological tourism demands trained professionals who integrate knowledge and skills to address contemporary challenges in their practice. In response to this challenge, we propose creating a transdisciplinary training model in environmental interpretation for tour guides in the context of agroecological tourism in Barinas, during the 2025-2026 period. To this end, we employed an interpretive paradigm and a qualitative approach, utilizing the phenomenological-hermeneutic method through phases of exploration, fieldwork, interpretation, and construction, selecting key informants and conducting observations and interviews. The findings underscore the urgent need for training that combines ecological knowledge and soft skills, highlighting the importance of experiential learning in guide training. Thus, a comprehensive and holistic training model was designed that seeks to prepare competent guides to promote sustainable and responsible tourism while strengthening the region's biocultural heritage. It is concluded that the model should train guides in the interpretation of socio-ecological systems, integrating diverse disciplines and interpersonal skills. The goal is to train professionals who not only conserve heritage but also support local communities. Recommendations include the development of a theoretical and practical program that includes on-farm internships and the development of soft skills, promoting sustainability, local knowledge, and technology, as well as strengthening community ties and assessing the impact of tourism in the region.

Keywords: training, environmental interpretation, sustainability, transdisciplinary, agroecological tourism.

Introducción

El turismo, en sus múltiples manifestaciones, se ha consolidado como una actividad económica de relevancia global, con un impacto significativo en las comunidades locales y el medio ambiente (Arias, 2019). No obstante, la necesidad de transitar hacia modelos más sostenibles y responsables ha impulsado el surgimiento del turismo agroecológico, una alternativa que vincula la actividad turística con la producción agrícola sostenible y la preservación del patrimonio natural y cultural (Fernández, 2023).

Esta forma de turismo va más allá de la simple visita a entornos rurales; se fundamenta en una inmersión activa y respetuosa en las prácticas agrícolas ecológicas, permitiendo a los visitantes comprender de primera mano los procesos de producción de alimentos saludables, el manejo sostenible de los recursos naturales y la importancia de la biodiversidad. Al interactuar directamente con los agricultores y sus familias, los turistas agroecológicos no solo disfrutan de paisajes auténticos y productos frescos, sino que también contribuyen al fortalecimiento de las economías locales y a la valoración de los conocimientos ancestrales.

Además, el turismo agroecológico promueve una conciencia ambiental y social más profunda entre los visitantes, fomentando prácticas de consumo responsable y un mayor respeto por el entorno natural y las tradiciones culturales. Al ofrecer experiencias educativas y participativas, como talleres de agricultura orgánica, recorridos por fincas ecológicas y degustaciones de productos locales, se genera un vínculo significativo entre los turistas y el territorio, incentivando la conservación a largo plazo. En contraposición a las formas de turismo masivo que a menudo generan impactos negativos, el turismo agroecológico se presenta como una estrategia para diversificar la oferta turística, revitalizar las zonas rurales y construir un futuro más equitativo y ambientalmente consciente.

En este contexto, la formación de guías de turismo agroecológico emerge como un elemento crucial para el éxito y la sostenibilidad de esta modalidad turística. Estos profesionales actúan como mediadores entre los visitantes, el entorno natural y las comunidades locales, desempeñando un papel fundamental en la interpretación del patrimonio y la promoción de prácticas agroecológicas (Sánchez et al., 2021). Sin embargo, la complejidad inherente al turismo agroecológico exige un enfoque formativo que trascienda las disciplinas tradicionales y adopte una perspectiva transdisciplinaria. Esta visión integral permite abordar la interconexión entre los aspectos ambientales, sociales, económicos y culturales que caracterizan esta actividad (Fernández, 2024; Marcano, 2020).

La interpretación ambiental, por su parte, se constituye como una herramienta esencial en la labor del guía de turismo agroecológico. A través de técnicas de comunicación efectivas y el conocimiento profundo del entorno, el guía facilita la comprensión y apreciación de los valores naturales y culturales, fomentando una actitud responsable y respetuosa hacia el ambiente

(Briceño y Fernández, 2023; Herrera y Malucin, 2023).

Por lo tanto, la investigación pretende responder a la interrogante ¿Cómo se puede estructurar un modelo de formación transdisciplinario en interpretación ambiental que integre los componentes teóricos, metodológicos y las competencias del perfil del guía turístico, considerando el contexto específico del turismo agroecológico en el estado Barinas? Asumiendo de que es necesario la identificación de las competencias y habilidades para el desempeño de estos profesionales, así como las estrategias pedagógicas más adecuadas para promover un aprendizaje significativo y transformador (Fernández, Cegarra et al., 2025).

Por otra parte, la transdisciplinariedad, como enfoque metodológico (Martínez, 2023), facilitará la integración de conocimientos provenientes de la agronomía, la ecología, la sociología, la comunicación y la pedagogía. Esta convergencia de saberes permitirá comprender la complejidad inherente al turismo agroecológico y, en consecuencia, diseñar un modelo de formación integral. Adicionalmente, se otorgará una atención especial a la dimensión ética de la actividad turística, fomentando valores fundamentales como la responsabilidad social, la equidad de género y el respeto hacia la diversidad cultural (Mc Carthy, 2024).

Asimismo, la formación de los guías de turismo agroecológico se centrará en cultivar un firme compromiso con el desarrollo sostenible y la edificación de un futuro más justo y equitativo (Oehmichen et al., 2020). El modelo de formación propuesto se fundamentará en principios pedagógicos activos, tales como el aprendizaje experiencial, el aprendizaje colaborativo y el aprendizaje basado en problemas. De esta manera, se fomentará la participación activa de los estudiantes en su propio proceso de aprendizaje, promoviendo el desarrollo de habilidades esenciales como el pensamiento crítico, la resolución de problemas y la toma de decisiones (Fernández, 2025).

Por lo tanto, la presente investigación se propone construir un modelo de formación transdisciplinario en interpretación ambiental para guías de turismo agroecológico. Se espera que este modelo constituya una contribución relevante al campo del turismo agroecológico, al proporcionar herramientas y estrategias concretas para la formación de guías competentes, comprometidos y capaces de impulsar un desarrollo turístico más sostenible y responsable.

Método

Este estudio se orientó a generar un modelo de formación transdisciplinario en interpretación ambiental para guías de turismo agroecológico, mediante un enfoque cualitativo basado en el paradigma interpretativo (Martínez, 2004). La investigación adoptó un método fenomenológico-hermenéutico para comprender las experiencias y significados que los guías atribuyen a su práctica. Se utilizaron técnicas como entrevistas en profundidad y observación participante con tres informantes clave, seleccionados por su conocimiento en turismo

agroecológico, interpretación ambiental y formación de guías (Alejo y Osorio, 2016). Los criterios de selección incluyeron su formación académica, experiencia práctica y capacidad para aportar perspectivas relevantes al modelo. Ver Tabla 1.

Tabla 1: Perfil del Informantes Claves

Características	Criterios	Datos Demográficos	Informante Clave
Académicos e investigador en turismo agroecológico y guía de turismo	Conocimiento del turismo agroecológico. Experiencia en interpretación ambiental.	Edad: 40 Sexo: Masculino Profesión u oficio: Licenciado en Turismo Agroecológico, Maestro técnico productivo en INCES E Investigador en el área de turismo agroecológico en la UNELLEZ. Años experiencia: 8 años	P1
Guías turísticos con experiencia en turismo agroecológico	Experiencia como Guía de turismo. Conocimiento del contexto local.	Edad: 57 Años Sexo: Masculino Profesión u oficio: Guía de Turismo, TSU Informática, Literatura en turismo Agroecológico. Años experiencia: 15 años de experiencia como guía de turismo	P2
Expertos en interpretación ambiental y guía de ecoturismo	Habilidades de comunicación. Trayectoria profesional, experiencia en el campo y su capacidad para proporcionar información relevante sobre el objeto de estudio.	Edad: 55 Años Sexo: Femenino Profesión u oficio: Ingeniera en producción animal, zootecnia, Magister en Educación ambiental y Gerencia mención planificación institucional, investigadora en el área de turismo agroecológico y guía ecoturísticos de la UNELLEZ Años experiencia: 20 años de experiencia como guía de ecoturístico y educación ambiental	P3
Total			3

Fuente: Elaboración propia (2025).

La Tabla 1 presenta la codificación de los informantes clave (P1, P2, P3) y los criterios considerados para su selección: experiencia como guías turísticos, trayectoria profesional, experiencia en turismo agroecológico, expertos en interpretación ambiental y su rol como académicos e investigadores. Todos los informantes clave comparten criterios comunes esenciales para la investigación: conocimiento sólido sobre turismo agroecológico, experiencia práctica en interpretación ambiental, conocimiento profundo del contexto local y habilidades de comunicación efectiva.

El proceso metodológico se desarrolló en cuatro fases articuladas con los objetivos específicos: (1) Fase Preparatoria, donde se exploraron los componentes teóricos y metodológicos de la formación transdisciplinaria mediante revisión documental y análisis de marcos conceptuales

sobre interpretación ambiental y turismo agroecológico; (2) Fase de Campo, en la que se detallaron las competencias del perfil del guía turístico a través de entrevistas en profundidad a informantes clave y observación participante en contextos reales de turismo agroecológico en Barinas; (3) Fase Interpretativa, donde se analizaron los datos recolectados mediante categorización y triangulación para identificar necesidades formativas y saberes locales; y (4) Fase Constructiva, en la que se integraron los hallazgos teóricos y empíricos para diseñar el modelo de formación transdisciplinario, asegurando su pertinencia cultural, enfoque agroecológico y aplicabilidad en la práctica guiada.

Para la recolección de información se emplearon técnicas cualitativas complementarias: (1) la observación participante, mediante diarios de campo durante recorridos turísticos reales, permitiendo documentar *in situ* las prácticas interpretativas de los guías y su interacción con el entorno agroecológico; (2) entrevistas semiestructuradas aplicadas a los tres informantes clave (académico, guía experimentado y especialista en educación ambiental), utilizando un guión flexible que exploró sus percepciones, experiencias y propuestas sobre la formación necesaria, grabadas y transcritas para su análisis; y (3) revisión documental de planes formativos existentes y literatura especializada, que sirvió como contraste teórico. Estos instrumentos se triangularon para garantizar validez, combinando datos primarios (vivenciales) con secundarios (teóricos), lo que enriqueció la comprensión multidimensional del fenómeno estudiado.

Para el procesamiento y análisis de la información se implementó una estrategia sistemática en cuatro etapas: (1) Transcripción y organización de los datos obtenidos mediante matrices de categorización, donde se codificaron las entrevistas y observaciones según ejes temáticos predefinidos (competencias técnicas, pedagógicas y contextuales); (2) Análisis hermenéutico de contenido para interpretar los significados subyacentes en los discursos, identificando patrones y relaciones entre las categorías emergentes; (3) Triangulación metodológica que contrastó los hallazgos de las entrevistas, observaciones y revisión documental mediante matrices comparativas, verificando consistencia y complementariedad de los datos; y (4) Síntesis interpretativa que integró los resultados en subcategorías emergentes para visualizar relaciones conceptuales. Este proceso permitió garantizar rigor metodológico mientras se mantenía la riqueza de las perspectivas participantes, fundamentando así el diseño del modelo formativo propuesto.

Resultados y discusión

En el desarrollo de esta investigación orientada a generar un modelo de formación transdisciplinario en interpretación ambiental para guías de turismo agroecológico, se construyó un sistema de categorías y subcategorías analíticas que permitió desentrañar las complejidades del fenómeno estudiado. Como se muestra en la Tabla 2, este proceso reveló las dinámicas interrelacionadas entre los componentes pedagógicos, ecológicos y turísticos, destacando su sinergia para promover la sostenibilidad ambiental en contextos agroecológicos.

Además, la sistematización categorial obtenida, fruto de un riguroso análisis cualitativo, no solo proporciona una comprensión integral del objeto de estudio, sino que establece las bases conceptuales y metodológicas para: (1) orientar el diseño de programas formativos especializados, (2) fundamentar futuras investigaciones en el área, y (3) ofrecer lineamientos prácticos para la gestión sostenible del turismo agroecológico. Esta estructura categorial evidencia particularmente cómo la integración transdisciplinaria fortalece tanto la práctica de la interpretación ambiental como la valoración de los agroecosistemas.

Tabla 2: Categorías y Subcategorías emergentes con su respectiva Triangulación

Actor Clave	Formación Transdisciplinaria en Interpretación Ambiental	Guía de Turismo Agroecológico
P1 (Académico/Investigador)	<ul style="list-style-type: none"> - Interdisciplinariedad del conocimiento - Transdisciplinariedad - Enfoque holístico e integrador - Formación Integral - Integración de conocimientos ancestrales - Ética y compromiso ambiental - Estrategias Educativas Adaptadas - Tejido Socioambiental - Interacción con Expertos y Divulgación de Conocimiento 	<ul style="list-style-type: none"> - Conocimiento de la Biodiversidad Local - Desarrollo de Habilidades de Comunicación - Aprendizaje en Fincas Agroecológicas - Comunicación Efectiva - Atributos Personales (Responsabilidad, Ética) - Aprendizaje Colaborativo
P2 (Guía Turístico Experimentado)	<ul style="list-style-type: none"> - Comprensión integral - Aprendizaje experiencial - Habilidades técnicas y blandas - Pensamiento crítico - Interpretación ambiental - Promoción en redes sociales - Uso de Herramientas Tecnológicas - Desarrollo de Habilidades Creativas e Innovadoras 	<ul style="list-style-type: none"> - Patrimonio natural y cultural - Habilidades de interpretación - Enfoque Práctico - Desarrollo de Habilidades Técnicas - Inteligencia Emocional - Creatividad y Adaptabilidad - Aprendizaje Dinámico
P3 (Especialista en Educación Ambiental)	<ul style="list-style-type: none"> - Gestión efectiva y sostenible - Patrimonio biocultural - Estrategias de conservación - Participación y compromiso - Enfoque en la justicia ambiental - Conciencia ecológica - Valoración de la biodiversidad - Participación Comunitaria 	<ul style="list-style-type: none"> - Conexión espiritual con la naturaleza - Compromiso con la conservación - Trabajo en equipo - Desarrollo de Habilidades Blandas - Habilidades Interpersonales - Amor y Respeto - Aprendizaje Significativo

Nota: Tomada del Proyecto de Creación Intelectual Modelo de formación transdisciplinario en interpretación ambiental para guías turísticos desde el contexto del turismo agroecológico, estado Barinas, año 2025-2026. Código: 507124217.

Fuente: Cáceres et al. (2025).

El análisis de las respuestas de tres informantes resalta dos aspectos fundamentales en la formación de guías. En primer lugar, existe un consenso sobre la necesidad de una formación transdisciplinaria que integre diversas áreas del conocimiento como la ecología, geografía, antropología e historia. Esta perspectiva refleja, la complejidad de los sistemas socio-ecológicos

y la importancia de abordarlos de manera holística para una comprensión profunda y una gestión sostenible del patrimonio biocultural. La integración de estas disciplinas permite a los futuros guías una visión más completa del entorno que interpretarán.

En segundo lugar, se subraya la importancia de cultivar tantas habilidades técnicas (conocimiento de flora, fauna, geografía, patrimonio) como habilidades blandas (comunicación, empatía, liderazgo, adaptación). Estas últimas son cruciales para establecer conexiones significativas con los turistas, transmitir información de manera efectiva y crear experiencias enriquecedoras. Esta visión, destaca el papel catalizador de las habilidades en el sector turístico, donde la capacidad de superar las expectativas y construir experiencias positivas marca la diferencia. Además, las experiencias prácticas, como salidas de campo e interacción con comunidades locales, son consideradas esenciales para consolidar el aprendizaje teórico y desarrollar un compromiso con la conservación del patrimonio, tal como señala Fernández (2024).

En resumen, la convergencia entre la visión actual y la perspectiva de diversos autores subraya la importancia crítica de las habilidades blandas en el éxito empresarial, especialmente en el sector turístico. Al priorizar el desarrollo de estas habilidades en el personal, las empresas pueden crear experiencias turísticas excepcionales que impulsen la satisfacción del cliente y el crecimiento a largo plazo. La Figura 1 muestra la representación gráfica de las categorías y subcategorías emergentes. En este caso, las categorías se representan como nodos en un gráfico, y las conexiones entre los nodos representan las relaciones entre las categorías. Esta visualización puede ayudar a los investigadores a comprender mejor la estructura y las relaciones entre las categorías emergentes.

La Figura 1 representa un modelo de formación transdisciplinario en interpretación ambiental para guías de turismo agroecológico, basado en categorías emergentes identificadas a través de un proceso de categorización e interpretación, abarcando habilidades técnicas y blandas, la conexión espiritual con la naturaleza y el compromiso socio-ambiental, formando guías capaces de interpretar el entorno de manera holística y promover un turismo sostenible y responsable (Fennell, 2021), donde el guía simboliza la orientación y el conocimiento adquirido para desenvolverse en su campo.

Fase I. Componentes teóricos y metodológicos para la Formación Transdisciplinaria en Interpretación Ambiental de los Guías de Turismo Agroecológico

En esta etapa, se presentan los componentes teóricos y metodológicos diseñados para que los formadores de guías de turismo agroecológico aborden, desde una perspectiva transdisciplinaria, el proceso de interpretación ambiental. Estos elementos buscan fusionar el conocimiento académico con herramientas aplicables en campo, facilitando una comprensión integral que conecta saberes científicos, ancestrales y socioambientales.

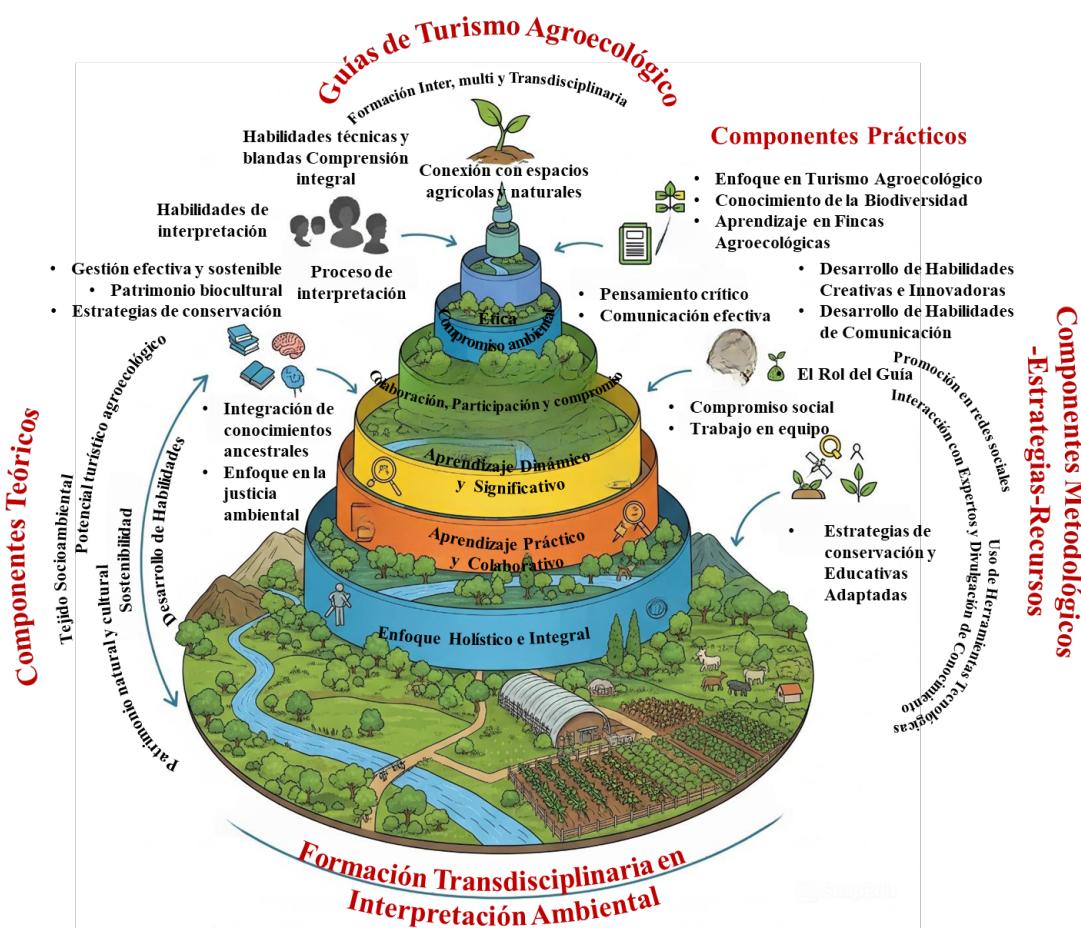


Figura 1: Representación gráfica de las categorías
Fuente: Cáceres et al. (2025).

Para un detalle estructurado, consulte la Tabla 3, donde se articulan las bases conceptuales (ética ambiental, patrimonio biocultural, pensamiento crítico) con estrategias pedagógicas innovadoras (aprendizaje experiencial, tecnologías digitales y trabajo colaborativo), asegurando una formación adaptable y comprometida con la sostenibilidad.

La Tabla 3 integra componentes teóricos y metodológicos para una Formación Transdisciplinaria en Interpretación Ambiental de guías de turismo agroecológico, combinando fundamentos conceptuales (como interdisciplinariedad, ética ambiental y patrimonio biocultural) con estrategias prácticas (aprendizaje experiencial, herramientas tecnológicas y participación comunitaria). Esta estructura busca formar guías con enfoque holístico, capaces de comunicar efectivamente la riqueza natural y cultural, fomentando la conservación mediante métodos innovadores, colaborativos y adaptados a contextos reales, mientras promueven la justicia ambiental y la valoración de saberes ancestrales y científicos.

Tabla 3: Componentes teóricos y metodológicos para la Formación Transdisciplinaria en Interpretación Ambiental de los Guías de Turismo Agroecológico.

Componentes Teóricos	Componentes Metodológicos
1. Fundamentos Transdisciplinarios - Interdisciplinariedad y transdisciplinariedad - Enfoque holístico e integrador - Integración de saberes ancestrales y científicos	1. Enfoque Experiencial y Vivencial - Aprendizaje en fincas agroecológicas - Visitas guiadas y prácticas en campo - Talleres participativos con comunidades locales
2. Ética y Compromiso Ambiental - Justicia ambiental - Conciencia ecológica - Valoración de la biodiversidad	2. Estrategias Educativas Adaptadas - Dinámicas de interpretación ambiental - Uso de storytelling y narrativas atractivas - Gamificación y actividades lúdico-educativas
3. Patrimonio Biocultural - Patrimonio natural y cultural - Conexión espiritual con la naturaleza - Estrategias de conservación	3. Desarrollo de Habilidades Comunicativas - Técnicas de comunicación efectiva - Promoción en redes sociales y medios digitales - Elaboración de guiones interpretativos
4. Pensamiento Crítico e Innovación - Análisis socioambiental - Creatividad y adaptabilidad - Soluciones sostenibles	4. Uso de Herramientas Tecnológicas - Aplicaciones móviles para interpretación ambiental - Realidad aumentada y mapas interactivos - Plataformas para divulgación científica
5. Participación Comunitaria - Tejido socioambiental - Diálogo de saberes (expertos y comunidades) - Inteligencia emocional y habilidades blandas	5. Trabajo Colaborativo - Proyectos grupales con actores locales - <i>Role-playing</i> y simulaciones de situaciones reales - Retroalimentación entre pares y mentores

Fuente: Cáceres et al. (2025).

Fase II. Detallar las competencias de un perfil de guía turístico en la construcción del modelo de formación en interpretación ambiental desde el contexto del turismo agroecológico en el estado Barinas

Tras establecer los fundamentos teóricos y metodológicos pertinentes, el estudio se enfoca en la crucial definición del perfil del guía turístico dentro del modelo de formación en interpretación ambiental, especialmente en el ámbito del turismo agroecológico en Barinas. Este perfil, que se desglosa en la Tabla 4, aporta información detallada acerca de las competencias, habilidades y conocimientos que se consideran imprescindibles para el rol de los guías en este contexto. Se evidencia que el guía turístico en el sector agroecológico no solo debe poseer un vasto conocimiento sobre la flora, fauna y geografía local, sino que también es esencial que comprenda los principios de la agroecología, así como las prácticas agrícolas sostenibles y el rico acervo cultural de la zona. Su función trasciende la simple transmisión de información, ya que debe actuar como un intérprete del patrimonio natural y cultural, facilitando una conexión significativa entre los visitantes y el entorno, mientras promueve la conciencia ambiental.

Adicionalmente, este perfil requiere un buen dominio de habilidades de comunicación

efectiva, liderazgo grupal y la capacidad de resolver problemas y adaptarse a diversas circunstancias. Se espera que el guía no solo informe, sino que también sea un promotor del desarrollo local, apoyando a las comunidades rurales y fomentando el respeto por sus tradiciones y conocimientos ancestrales. En este sentido, la formación de estos guías debe ser integral y multifacética, combinando conocimientos teóricos con experiencias prácticas en el campo, utilizando un enfoque pedagógico que impulse el aprendizaje experiencial y la participación activa de los visitantes.

Resumiendo, el guía turístico en el ámbito del turismo agroecológico en Barinas emerge como un agente de cambio, un educador ambiental y un embajador de la cultura rural, desempeñando un papel fundamental en el desarrollo sostenible de la región, tal y como se sugiere en diversas investigaciones que abordan la importancia de la interpretación del patrimonio y la formación en turismo sustentable (Mc Carthy, 2024; Morales, 2024; Sánchez et al., 2021). Para ello, visualizar la Tabla 4.

Tabla 4: Perfil del guía Turístico Agroecológico para la Formación Transdisciplinaria en Interpretación Ambiental

Componente	Subcomponentes Clave	Descripción
1. Interdisciplinariedad del Guía	Comprensión Integral	Conocimientos en biología, ecología, agricultura, historia y cultura local para ofrecer una visión completa del entorno agroecológico.
	Gestión Efectiva y Sostenible	Capacidad para gestionar grupos de turistas minimizando el impacto ambiental y conocimiento de prácticas sostenibles.
	Patrimonio Biocultural	Entender y comunicar la relación entre biodiversidad y prácticas culturales locales, valorando el conocimiento ancestral.
	Estrategias de Conservación	Conocer y explicar estrategias de conservación, inspirando a los turistas a adoptar prácticas de conservación.
	Colaboración entre Actores	Habilidad para trabajar con diversos actores y facilitar la comunicación.
	Proceso de Interpretación	Capacidad para traducir información compleja en mensajes claros y atractivos.
	Participación y Compromiso	Fomentar la participación activa de los turistas e inspirar un sentido de responsabilidad ambiental.
2. Transdisciplinariedad	Pensamiento Crítico	Capacidad para analizar información, fomentar la reflexión y el debate.
	Comunicación Efectiva	Habilidad para comunicarse claramente con diversas audiencias.
	Enfoque Holístico e Integrador	Comprender la interconexión de sistemas naturales y sociales.
	Aprendizaje Experiencial	Diseñar actividades prácticas y participativas, fomentando la exploración.
	Compromiso Social	Promover la equidad social y la justicia ambiental, apoyando el desarrollo sostenible.
3. Habilidades Técnicas y Blandas	Formación Integral	Conocimientos en ecología, agricultura, turismo, comunicación y leyes ambientales.
	Observador	Capacidad para notar detalles del entorno y situaciones con los visitantes.
	Integración de Conocimientos Ancestrales	Valorar y promover el conocimiento tradicional.
	Enfoque en la Justicia Ambiental	Promover prácticas turísticas justas y equitativas.
	Ética y Compromiso Ambiental	Actuar de manera responsable y ética.

4. Conciencia Ecológica	Transformar la Percepción	Ayudar a los turistas a apreciar el medio ambiente y cambiar actitudes.
	Valoración de la Biodiversidad	Explicar la importancia de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos.
	Conexión Espiritual con la Naturaleza	Fomentar una conexión emocional y el respeto a la naturaleza.
	Trabajo en Equipo	Capacidad para coordinar actividades con otros actores.
	Interpretación Ambiental	Habilidad para traducir información científica en mensajes accesibles.
5. Estrategias Educativas Adaptadas	Claridad y Comprensión	Utilizar un lenguaje claro y adaptar la información a las necesidades de los turistas.
	Tejido Socioambiental	Entender y explicar las interconexiones entre factores sociales y ambientales.
	El Rol del Guía	Actuar como facilitador del aprendizaje y modelo a seguir.
	Promoción en Redes Sociales	Utilizar redes sociales para promover el turismo agroecológico.
	Participación Comunitaria	Involucrar a las comunidades locales en actividades turísticas.
	Potencial Turístico Agroecológico	Identificar y promover atractivos turísticos de fincas agroecológicas.
6. Aprendizaje Experiencial y Exploración	Uso de Herramientas Tecnológicas	Utilizar herramientas tecnológicas para mejorar la experiencia turística.
	Interacción con Expertos	Facilitar el contacto con expertos y compartir información relevante.
	Habilidades Creativas e Innovadoras	Diseñar actividades originales y adaptarse a las necesidades de los turistas.
	Conexión con Espacios Agrícolas y Naturales	Facilitar la interacción directa con fincas y espacios naturales.
	Habilidades de Interpretación	Utilizar diversas técnicas de interpretación para comunicar mensajes.
7. Enfoque en Turismo Agroecológico	Conocimiento de la Biodiversidad Local	Identificar y explicar la flora, fauna y ecosistemas locales.
	Desarrollo de Habilidades de Comunicación	Adaptar el lenguaje y saber escuchar a los turistas.
	Enfoque Práctico	Diseñar actividades de aprendizaje práctico.
	Patrimonio Natural y Cultural	Integrar la interpretación del patrimonio natural y cultural.
	Sostenibilidad	Promover prácticas turísticas respetuosas con el medio ambiente y las comunidades.
8. Aprendizaje en Fincas Agroecológicas	Desarrollo de Habilidades Técnicas	Enseñar técnicas de agricultura ecológica y prácticas sostenibles.
	Desarrollo de Habilidades Blandas	Fomentar el trabajo en equipo, la comunicación y la resolución de problemas.
	Práctica como Auxiliar	Ofrecer la oportunidad de participar en actividades agrícolas.
9. Comunicación Efectiva	Inteligencia Emocional	Comprender y gestionar emociones, creando un ambiente positivo.
	Creatividad y Adaptabilidad	Adaptarse a situaciones imprevistas y resolver problemas creativamente.
	Habilidades Interpersonales	Establecer relaciones positivas y trabajar en equipo.
	Atributos Personales	Ser entusiasta, paciente, responsable y respetuoso.
10. Amor y Respeto	Responsabilidad y Compromiso	Actuar de manera responsable y cumplir con las normas.
	Humildad y Ética	Reconocer la importancia del conocimiento local y actuar éticamente.
	Actitudes Personales Positivas	Ser optimista, positivo y crear un ambiente motivador.

Fuente: Cáceres et al. (2025).

La Tabla 4 presenta un exhaustivo análisis del perfil ideal de un guía turístico agroecológico, resaltando la imperiosa necesidad de una formación transdisciplinaria que incluya la interpretación ambiental como un componente fundamental. Este perfil se edifica sobre diez componentes esenciales, que no solo abarcan la interdisciplinariedad y transdisciplinariedad, sino también una amalgama de habilidades tanto técnicas como blandas, conciencia ecológica, estrategias educativas adaptadas a la diversidad de turistas y un enfoque en el aprendizaje experiencial en fincas agroecológicas. A partir de los trabajos de Arias (2019), se concluye que es primordial que los guías no solo posean un acervo de conocimientos en biología, ecología, agricultura, historia y cultura local, sino que también cuenten con habilidades para gestionar grupos, comunicar de manera efectiva y fomentar la participación activa, en un contexto donde la promoción de la conservación y sostenibilidad cobre vital importancia.

La investigación de Barcudi (2022) refuerza esta perspectiva al señalar que la creación de experiencias turísticas significativas está intrínsecamente ligadas a una conciencia ecológica bien desarrollada. Por otra parte, Briceño y Fernández (2023) proponen que la adaptación de estrategias educativas a las necesidades del público objetivo y el uso de herramientas tecnológicas son elementos imprescindibles para mejorar la formación de guías en una era post-pandemia. Además, la necesidad de integrar conocimientos ancestrales, tal como se sugiere en la obra de Briceño (2024), es fundamental para promover la justicia ambiental y, al mismo tiempo, facilitar una conexión emocional profunda con la naturaleza.

Los hallazgos de Colunge et al. (2025) y Fernández, Lares et al. (2025) concluyen que la eco-pedagogía y la capacitación participativa son aliados estratégicos en la formación de guías turísticos, ya que permiten fomentar una conciencia ecológica más robusta y una implicación activa en las comunidades rurales. Finalmente, la investigación de Sánchez et al. (2021) destaca que la formación del guía turístico, cuando se centra en la interpretación del patrimonio, no solo enriquece la experiencia turística, sino que también contribuye a la valorización de los recursos locales, garantizando así un turismo más responsable y sostenible. En este contexto, el perfil ideal del guía turístico agroecológico se consolida como un pilar esencial para el desarrollo de un turismo que no solo sea ecoeficiente, sino que también impulse el respeto y amor por el entorno.

Fase III. Construir un Modelo de Formación Transdisciplinario en Interpretación Ambiental para Guías Turísticos Agroecológico

En el contexto de la creciente necesidad de un turismo más responsable y consciente, la tercera fase del proyecto se erige como un paso crucial tras la profunda exploración teórica y metodológica en la Fase I, y la definición precisa de competencias en la Fase II. Esta fase se orienta hacia la síntesis de dichos hallazgos con el propósito de construir un modelo de formación transdisciplinaria en interpretación ambiental, específicamente diseñado para la capacitación de guías turísticos agroecológicos en el estado Barinas. Este modelo no sólo se

enfoca en dotar a los guías de herramientas y conocimientos críticos, sino que también busca facilitar la creación de experiencias turísticas que sean enriquecedoras y sostenibles, alineadas con las exigencias del entorno actual.

En consonancia con las ideas propuestas por Arias (2019) sobre la importancia de una formación integral que abarque múltiples disciplinas, se priorizará un aprendizaje experiencial que genere una participación activa de los futuros guías en la conservación del patrimonio biocultural. La inclusión de estrategias educativas adaptadas, el uso de tecnologías innovadoras y la integración de conocimientos ancestrales permitirán una formación que sea tanto completa como ajustada a las realidades contemporáneas (Colunge et al., 2025). Este enfoque holístico, que considera la interconexión de los sistemas naturales y sociales, facilitará que los guías puedan interpretar y comunicar los valores de su entorno, promoviendo prácticas turísticas responsables y contribuyendo al desarrollo sostenible de las comunidades locales.

De esta manera, el modelo pretende no solo fortalecer el turismo agroecológico de Barinas, sino también transformar la percepción de los turistas, fomentando una conexión significativa y respetuosa con la naturaleza y la cultura del lugar, tal como se plantea en los estudios de Briceño y Fernández (2023). En definitiva, este modelo aspira a formar profesionales comprometidos que sean agentes de cambio en la revitalización de la identidad cultural y en la promoción de la sostenibilidad, contribuyendo así a un turismo que empodere tanto a los locales como a los visitantes (Briceño, 2024; Fernández, Cegarra et al., 2025).

La Tabla 5 presenta un modelo de formación que brinda respuesta estratégica a las necesidades de capacitación profesional en el ámbito del turismo agroecológico. Este modelo se estructura de manera integral y transdisciplinaria, abarcando cuatro unidades de aprendizaje que inician con una sólida fundamentación teórica y metodológica sobre la interpretación ambiental y los principios del turismo agroecológico.

Posteriormente, se enfocan en el desarrollo de habilidades tanto técnicas como blandas, que son esenciales para la interacción efectiva con los turistas. La propuesta no se limita a la mera difusión de conocimientos; también promueve la aplicación práctica de lo aprendido en fincas agroecológicas locales, donde los guías pueden experimentar de primera mano los desafíos y oportunidades que este tipo de turismo presenta. Entre sus objetivos prioritarios, se encuentra la promoción de una ética solidaria, la sostenibilidad ambiental y el compromiso social, elementos clave para formar profesionales que no solo sean capaces de comunicar de manera efectiva, sino que también fomenten una participación activa por parte de los turistas. Esta formación integral busca contribuir al desarrollo sostenible de la región, potenciando la valoración de su patrimonio biocultural y socioambiental.

Tabla 5: Modelo de Formación Transdisciplinario en Interpretación Ambiental para Guías Turísticos Agroecológico

<p>Competencia General: Desarrollar un perfil de guía turístico agroecológico en el estado Barinas, capaz de integrar conocimientos interdisciplinarios y transdisciplinarios, habilidades técnicas y blandas, y una profunda conciencia ecológica, para interpretar y promover el patrimonio biocultural y socioambiental de la región, fomentando prácticas turísticas sostenibles y enriquecedoras para los visitantes y las comunidades locales.</p>		
Unidad de Aprendizaje	Contenidos	Logros Específicos:
Unidad 1: Fundamentos de la Interpretación Ambiental y el Turismo Agroecológico	<ul style="list-style-type: none"> - Conceptos básicos de ecología, agricultura y cultura local. - Principios de la interpretación ambiental y su aplicación en el turismo agroecológico. - Importancia del patrimonio biocultural y el tejido socioambiental. - Rol del guía como educador y facilitador. - Interdisciplinariedad y transdisciplinariedad en el turismo agroecológico. - Justicia ambiental, ética y compromiso ambiental. 	<ul style="list-style-type: none"> - Comprender los fundamentos teóricos y metodológicos de la interpretación ambiental. - Identificar los principales componentes del patrimonio biocultural y socioambiental de Barinas. - Reconocer el rol del guía como agente de cambio y promotor de la sostenibilidad. - Comprender los conceptos de interdisciplinariedad y transdisciplinariedad.
Unidad 2: Desarrollo de Habilidades Técnicas y Blandas para Guías Agroecológicos	<ul style="list-style-type: none"> - Técnicas de comunicación efectiva y adaptación a diferentes audiencias. - Estrategias para fomentar la participación y el compromiso de los turistas. - Manejo de grupos y resolución de conflictos. - Habilidades de observación y reconocimiento de la biodiversidad local. - Integración de conocimientos ancestrales y prácticas sostenibles. - Uso de Herramientas tecnológicas y redes sociales. 	<ul style="list-style-type: none"> - Aplicar técnicas de comunicación efectiva para transmitir mensajes claros y atractivos. - Utilizar estrategias para fomentar la participación activa y el aprendizaje experiencial. - Desarrollar habilidades de observación y reconocimiento de la biodiversidad local. - Manejar herramientas tecnológicas y redes sociales para promover el turismo agroecológico.
Unidad 3: Práctica y Aplicación de la Interpretación Ambiental en Fincas Agroecológicas	<ul style="list-style-type: none"> - Diseño y conducción de rutas interpretativas en fincas agroecológicas. - Aplicación de técnicas de interpretación para comunicar los valores del patrimonio natural y cultural. - Desarrollo de actividades prácticas y participativas para los turistas. - Evaluación del impacto de las actividades turísticas en el entorno y las comunidades. - Práctica como auxiliar en fincas agroecológicas. - Interacción con expertos en el área. 	<ul style="list-style-type: none"> - Diseñar y conducir rutas interpretativas en fincas agroecológicas. - Aplicar técnicas de interpretación para comunicar los valores del patrimonio natural y cultural. - Evaluar el impacto de las actividades turísticas en el entorno y las comunidades. - Demostrar las habilidades adquiridas en la práctica como auxiliar.
Unidad 4: Ética, Sostenibilidad y Compromiso Social en el Turismo Agroecológico	<ul style="list-style-type: none"> - Principios de la ética y la responsabilidad en el turismo agroecológico. - Estrategias para promover la sostenibilidad y la conservación del patrimonio. - Importancia de la participación comunitaria y el desarrollo local. - Promoción de la equidad social y la justicia ambiental. - Inteligencia emocional y atributos personales positivos. 	<ul style="list-style-type: none"> - Aplicar principios éticos y de responsabilidad en la práctica del turismo agroecológico. - Implementar estrategias para promover la sostenibilidad y la conservación del patrimonio. - Fomentar la participación comunitaria y el desarrollo local. - Demostrar inteligencia emocional y actitudes personales positivas.

Fuente: Cáceres et al. (2025).

En este sentido, la Ley de Turismo de Venezuela (2014) y la Ley del Plan de la Patria (2019) subrayan la relevancia de estos enfoques formativos en la promoción de prácticas turísticas responsables, mientras que estudios como el de Briceño y Fernández (2023) destacan la necesidad de innovar en la educación superior para adaptarse a un contexto post-pandemia.

Asimismo, se suma la perspectiva de Farias et al. (2024) quien señala la importancia del turismo comunitario como un vehículo para la agroecología, resaltando la conexión entre las prácticas locales y la sostenibilidad. En conjunto, estos elementos perfilan un horizonte esperanzador para el turismo agroecológico en Barinas, apuntando hacia un modelo que no solo busca el beneficio económico, sino que también aspira a un impacto social positivo, contribuyendo así a salvar el invaluable legado patrimonial de la región.

Conclusiones

El modelo de formación transdisciplinaria en interpretación ambiental desde el turismo agroecológico para guías turísticos en Barinas, Venezuela, surge como una estrategia innovadora para impulsar el turismo sostenible en la región. Este enfoque integra disciplinas como ecología, geografía, antropología e historia, permitiendo a los guías comprender las interacciones entre el patrimonio natural y cultural. Además, fomenta prácticas agrícolas sostenibles que benefician al medio ambiente y a las comunidades locales. La formación no se limita a lo técnico, sino que busca desarrollar profesionales capaces de interpretar y comunicar la complejidad socio-ecológica, promoviendo así un turismo más consciente y responsable en la región.

Asimismo, un elemento esencial de este modelo es el desarrollo de habilidades blandas, como comunicación efectiva, empatía y liderazgo, esenciales para crear experiencias turísticas significativas. Mediante aprendizajes experienciales, como salidas de campo y proyectos en fincas agroecológicas, los guías consolidan conocimientos teóricos y fortalecen su compromiso con la conservación biocultural. La estructura formativa incluye unidades teórico-prácticas que abarcan ética, sostenibilidad y compromiso social. Este enfoque holístico no solo enriquece la formación profesional, sino que también fomenta un vínculo emocional con el territorio, esencial para promover un turismo auténtico y transformador en Barinas.

Igualmente, el perfil del guía turístico agroecológico debe ser el de un agente de cambio, combinando competencias interdisciplinarias, conciencia ecológica y estrategias educativas adaptadas al turismo sostenible. Estas habilidades les permitirán interpretar el patrimonio natural y cultural, al tiempo que promueven el desarrollo local y la conexión auténtica entre visitantes y comunidades. La formación debe integrar técnicas de comunicación, resolución de problemas y adaptabilidad, asegurando que los guías sean embajadores de la cultura rural y educadores ambientales. Este perfil, detallado en el marco teórico, subraya la necesidad de una formación integral que equilibre teoría y práctica.

Por lo tanto, la implementación de este modelo busca formar guías capacitados para impulsar un turismo agroecológico sostenible en Barinas, contribuyendo a la conservación del patrimonio biocultural y al desarrollo socioeconómico local. La evaluación continua y adaptación del programa garantizarán su relevancia frente a las dinámicas turísticas cambiantes. A largo plazo, se espera que el turismo no solo genere ingresos, sino que también sea una herramienta para

preservar y valorizar la riqueza natural y cultural de la región. Así, este proyecto no solo transforma la formación de guías, sino que también redefine el impacto del turismo en Barinas.

Referencias

- Alejo, M., y Osorio, B. (2016). El informante como persona clave en la investigación cualitativa. *Gaceta de Pedagogía*, (35), 74-85. https://www.researchgate.net/publication/337428362_El_informante_como_persona_clave_en_la_investigacion_cualitativa#:~:text=El%20informante%20es%20el%20centro,estudiar%20la%20%20E2%80%9Crealidad%20social
- Arias, D. (2019). Extensión universitaria y turismo: una reflexión sobre el proceso de formación de guías de turismo en Talamanca. Costa Rica. *Trama. Revista De Ciencias Sociales Y Humanidades*, 8(2), 94-114. <https://doi.org/10.18845/tramarcsh.v8i2.4944>
- Asamblea Nacional de Venezuela. (2014). *Ley de Turismo*. Ley de Turismo. Publicado en Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela N° 6.152, Decreto N° 1.441 de fecha 18 de noviembre de 2014. <https://www.asambleanacional.gob.ve/storage/documentos/leyes/decreto-n0-1441-mediante-el-cual-se-dicta-el-decreto-con-rango-valor-y-fuerza-de-ley-organica-de-turismo-20211103161045.pdf>
- Asamblea Nacional de Venezuela. (2019). *Ley del Plan de la Patria*. Ley del Plan de la Patria. Publicado en Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela No 6.118 Extraordinario, 4 de diciembre de 2019. <https://sapi.gob.ve/wp-content/uploads/2015/06/leyes/Plan-de-la-Patria-libro.pdf>
- Barcudi, F. (2022). *Análisis del potencial turístico de establecimientos de producción agroecológica del Valle de Calamuchita, provincia de Córdoba* [Bachelor's thesis]. Universidad Siglo 21. <https://repositorio.21.edu.ar/handle/ues21/24339>
- Briceño, C. (2024). Influencia del turismo agroecológico en la revitalización de la lengua Kichwa y la identidad cultural otavaleña. *Córima. Revista de Investigación en Gestión Cultural*, 10(18). <https://doi.org/10.32870/cor.a10n18.7460>
- Briceño, C., y Fernández, A. (2023). Innovación en la formación para el turismo post-pandemia: estrategias de interpretación ambiental y ecoturismo en educación superior. *Cuadernos gestión turística Del Patrimonio*, 2(2), 19-27. <https://cuadernosgestionturisticaelpatrimonio.es/index.php/journal/article/view/16>
- Cáceres, B., Fernández, A., Paredes, M., Chirinos, A., y Gutiérrez, I. (2025). *Modelo de formación transdisciplinario en interpretación ambiental para guías turísticos desde el contexto del turismo agroecológico, estado Barinas, año 2025-2026 (PCI 507124217)*. Resolución N° CA/01/2025/09. Fecha 23/01/2025. Acta N° 01 Ordinaria. Punto N° 25. UNELLEZ. AVAL INSTITUCIONAL.
- Colunge, J., Díaz, E., Colunge, A., y Estrada, D. (2025). Integración del eco-pedagogía en el currículo para fomentar la conciencia ecológica y la sostenibilidad ambiental. *HOLOPRAXIS*, 9(1), 288-312. <https://doi.org/10.61154/holopraxis.v9i1.3896>

- Farias, P., Tanan, E., Dourado, T., Santos, C., y Turco, S. (2024). Turismo comunitário como potencialidade para agroecologia: o caso da comunidade quilombola de Gruta dos Brejões, Morro do Chapéu-Bahia. *Cadernos de Agroecologia*, 19(1). <https://cadernos.aba-agroecologia.org.br/cadernos/article/view/8526>
- Fennell, D. (2021). *Manual de ecoturismo* de Routledge. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781003001768>
- Fernández, A. (2023). Modelo de desarrollo sustentable para la promoción turística Agroecológica del Estado Barinas. *Revista Critica Con Ciencia*, 1(1), 32-45. https://uptvallesdeltuy.com/ojs/index.php/revista_criticaconciencia/article/view/3
- Fernández, A. (2024). Enfoque Transdisciplinario del Guía Turístico Agroecológico para el desarrollo sostenible. *Revista Critica Con Ciencia*, 2(3), 145-158. https://uptvallesdeltuy.com/ojs/index.php/revista_criticaconciencia/article/view/61
- Fernández, A. (2025). Turismo agroecológico: un enfoque transdisciplinario para el desarrollo sostenible en zonas rurales. *SATHIRI*, 20(1), 134-150. <https://doi.org/10.32645/13906925.1335>
- Fernández, A., Cegarra, R., Lares, N., y Díaz, M. (2025). Turismo agroecológico: Estrategias de capacitación participativa en la comunidad rural del sector Curbatí. Barinas. *HOLOPRAXIS. Revista De Ciencia, Tecnología E Innovación*, 9(1), 335-361. <https://doi.org/10.61154/holopraxis.v9i1.3898>
- Fernández, A., Lares, N., Díaz, M., y Gutiérrez., I. (2025). Andamio teórico del turismo agroecológico: Una propuesta Epistemológica, Ontológica y Metodológica en los Llanos Barines. *Metanoia: Revista de ciencia, tecnología e innovación*, 11(1), 49-73. <https://doi.org/10.61154/metanoia.v11i1.3775>
- Herrera, R., y Malucin, J. (2023). *Interpretación ambiental y turismo sostenible en el Parque Nacional Cotopaxi* [Bachelor's thesis]. Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba. <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/11802>
- Marcano, I. (2020). Inter, multi y transdisciplinariedad del turismo. *Telos*, 22(3), 614-625. <https://doi.org/10.36390/telos223.10>
- Martínez, F. (2023). Transdisciplina, educación ambiental y desarrollo comunitario sustentable. *Revista Equidad*, 6(2), 22-34. <http://revistas.unellez.edu.ve/index.php/Revequidad/article/view/2230>
- Martínez, M. (2004). *Ciencia y Arte de la Metodología Cualitativa*. Editorial Trillas. https://www.academia.edu/29811850/Ciencia_y_Arte_en_La_Metodologia_Cualitativa_Martinez_Miguelez_PDF
- Mc Carthy, N. (2024). *Formación en turismo sustentable, sostenible y comunitario, con enfoque teórico-pedagógico y alternativo, orientado a mujeres. Experiencia socio productiva de las madres del barrio, integrantes de la E.P.S.I.C. Cabañas Mamá Rosa* [Tesis de doctorado]. Universidad Nacional Experimental Simón Rodríguez.
- Morales, J. (2024). Una política pública para impulsar el turismo agroecológico. Hacia un cambio de paradigma. Reflexiones, desafíos y oportunidades. *Wani*, (81). <https://doi.org/10.5377/wani.v1i81.19427>

Oehmichen, C., Aveleyra, A., y Escalona, C. (2020). Los guías de turistas en México: intermediación cultural y condición laboral. *Repositorio Dspace*. <http://ru.iiia.unam.mx:8080/xmlui/handle/10684/141>

Sánchez, T., Jiménez, B., y Bordón, Y. (2021). Tour Guide Training based on Heritage Interpretation. *Explorador Digital*, 5(3), 17-37. <https://doi.org/10.33262/exploradordigital.v5i3.1750>

Gestión pedagógica para el fortalecimiento del rendimiento académico en los estudiantes de educación media

Educational management for strengthening academic performance in secondary school students

Savier Acosta  ¹

Deinny Puche  ²

Universidad del Zulia, Maracaibo, Venezuela¹

Universidad Central de Venezuela, Caracas, Venezuela²

savier.acosta@gmail.com¹

deinnypuche@gmail.com²

Fecha de recepción: 04/05/2025

Fecha de aceptación: 04/08/2025

Pág: 103 – 121

DOI: 10.5281/zenodo.17466686

Resumen

El propósito del estudio consistió en analizar gestión pedagógica para el fortalecimiento del rendimiento académico en los estudiantes de educación media de una Unidad Educativa Nacional en Maracaibo, Venezuela. El paradigma utilizado fue el interpretativo, con enfoque cualitativo y el método fenomenológico, los informantes claves fueron 8 docentes. La técnica para recoger la información fue la entrevista semiestructurada y como instrumento un guion de entrevistas, para el análisis se utilizó la triangulación y el software ATLAS.ti. Los resultados subrayaron que la gestión pedagógica incide directamente en el rendimiento académico. Por ello, es necesario planificar, organizar e implementar evaluaciones con enfoques centrados en el estudiante, acompañadas de un monitoreo constante y una adaptación a las necesidades individuales, porque contribuyen a crear un entorno que favorece el aprendizaje. Se concluye que la gestión pedagógica es un factor clave para mejorar el rendimiento académico, ya que integra los procesos de planificación, evaluación, inclusión y el uso de la tecnología. Para su efectividad, se requiere aplicar estrategias contextualizadas, acompañamiento docente y crear las condiciones institucionales adecuadas.

Palabras clave: educación media, estudiantes, gestión pedagógica, rendimiento académico.



Esta obra está bajo licencia CC BY-NC-SA 4.0.

Abstract

The purpose of the study was to analyze pedagogical management for strengthening academic performance in secondary school students at a National Educational Unit in Maracaibo, Venezuela. The paradigm used was interpretive, with a qualitative approach and the phenomenological method. The key informants were eight teachers. The technique used to collect information was semi-structured interviews, and an interview script was used as an instrument. Triangulation and ATLAS.ti software were used for the analysis. The results highlighted that pedagogical management has a direct impact on academic performance. Therefore, it is necessary to plan, organize, and implement student-centered assessments, accompanied by constant monitoring and adaptation to individual needs, because they contribute to creating an environment that favors learning. It is concluded that pedagogical management is a key factor in improving academic performance, as it integrates the processes of planning, evaluation, inclusion, and the use of technology. For it to be effective, contextualized strategies, teacher support, and the creation of appropriate institutional conditions are required.

Keywords: secondary education, students, pedagogical management, academic performance.

Introducción

La gestión pedagógica (GP) desempeña un papel esencial para el logro del desempeño académico (DA) de los estudiantes, dado que incide de manera directa en los procesos educativos. En este sentido, Garavito et al. (2022), sostienen que una gestión eficaz implica la planificación, control y la evaluación de estrategias orientadas tanto a los fines formativos como a las necesidades específicas de los alumnos. Esto evidencia que una gestión adecuada resulta esencial para el desarrollo de prácticas pedagógicas de calidad. Por ello, los profesores deben emplear recursos educativos pertinentes, que se adapten al nivel de aprendizaje y a las particularidades de sus estudiantes.

Asimismo, Carrizo et al. (2020), señalan que una planificación cuidadosa permite atender diversas habilidades y estilos de aprendizaje, favoreciendo así una dirección personalizada. De ahí que la ejecución efectiva de estrategias requiere de la capacidad del docente para involucrar activamente a los alumnos, promover su participación y organizar un ambiente propicio para el aprendizaje. Igualmente, Graffe (2002), sostiene que una GP exitosa involucra la utilización de distintas metodologías, adaptadas a las necesidades particulares de cada alumno, lo que contribuye a un aprendizaje significativo. Además, enfatiza que la evaluación

continua y formativa constituye otro componente fundamental de la gestión porque permite un seguimiento permanente del proceso educativo.

De lo anterior se deduce, que la gestión pedagógica es el conjunto de acciones estratégicas y organizativas que desarrollan los docentes y equipos directivos para garantizar procesos de enseñanza y aprendizaje efectivos, pertinentes y contextualizados. Según Garavito et al. (2022) y Pérez et al. (2023), los procesos que conforman la gestión pedagógica son la planificación rigurosa del contenido curricular, el control y seguimiento de métodos pedagógicos efectivos y la evaluación continua de los procesos de enseñanza y aprendizaje. A continuación se describen cada uno de ellos (Figura 1):

- Planificación: constituye un elemento esencial que proporciona dirección y estructura al desarrollo efectivo de la enseñanza y aprendizaje de los alumnos. En este sentido, Chiavenato (2019), sostiene que la planificación abarca las expectativas, organización de actividades, recursos y mecanismos de evaluación orientados a optimizar la calidad educativa. Así, el proceso implica no solo la formulación de objetivos pedagógicos, sino también una reflexión crítica sobre los métodos empleados y una evaluación continua del progreso alcanzado, lo cual permite ajustar las estrategias didácticas de acuerdo con las necesidades y avances de los alumnos.
- Control: consiste en un monitoreo constante de las actividades pedagógicas, mediante la recolección de datos sobre el desempeño de los alumnos y la evaluación de la efectividad de las metodologías aplicadas. Este proceso permite identificar posibles extravíos entre lo planificado y lo ejecutado, y facilita la adopción de medidas correctivas oportunas para asegurar la calidad de la formación. En este sentido, Acosta y Barrios (2023), señalan que el control proporciona una base objetiva para tomar decisiones informadas, promover la responsabilidad y la rendición de cuentas dentro del entorno académico.
- Evaluación: es un proceso integrado que analiza no solo los resultados alcanzados, sino también las metodologías de enseñanza empleados por los profesores, el logro de los objetivos y la eficacia de las estrategias utilizadas durante las clases para facilitar el aprendizaje. De acuerdo con Espinoza (2022), la evaluación ofrece retroalimentación valiosa para los profesores y alumnos lo que facilita la planificación y ejecución de acciones orientadas a mejorar la calidad de la enseñanza. Asimismo, fortalece la toma de decisiones informadas porque permite identificar las áreas que deben mejorar y potenciar en los estudiantes.



Figura 1: Procesos de la gestión pedagógica.

Fuente: Elaboración propia (2025).

Por su parte, el rendimiento académico constituye un reflejo de los resultados obtenidos por los alumnos en su proceso formativo, expresado en la adquisición de conocimientos y habilidades a lo largo de su capacitación. En esta línea, Estrada (2018), sostiene que el rendimiento funciona como un indicador del éxito educativo, en tanto que un desempeño sobresaliente se asocia con mayores oportunidades de éxito tanto en los estudios como en la vida personal y profesional. Su evaluación se realiza a través de diversos métodos, entre los cuales destacan las calificaciones, las pruebas estandarizadas y las evaluaciones de desempeño.

En este sentido, Demarchi (2020), indica que las calificaciones, son un mecanismo que le permite cuantificar el rendimiento de los alumnos durante las actividades y exámenes. Por el contrario, las pruebas estandarizadas, brindan una referencia comparativa en todo el país o la región y las evaluaciones de desempeño, evalúan cómo se aplica los conocimientos adquiridos en situaciones de la vida real.

De acuerdo, Giraldo y Serrano (2021), el progreso de los estudiantes debe ser monitoreado de manera constante con la finalidad de identificar las fortalezas y debilidades. Por ello, existe la necesidad que los profesores reciban el acompañamiento y la supervisión de los superiores, con la finalidad de fortalecer su desempeño. También, los autores subrayan la importancia de reconocer oportunamente las áreas que demandan mejora y de ofrecer una retroalimentación

constructiva, que permita la adaptación continua de las metodologías de enseñanza que permitan optimizar el rendimiento estudiantil.

A nivel internacional, la gestión pedagógica juega un papel decisivo en la calidad educativa cuando se fundamenta en la autonomía docente, liderazgo colaborativo y el uso inteligente de datos. Así lo plantea la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (2021), al destacar que estos elementos permiten adaptar la enseñanza a las realidades del contexto y responder a la diversidad del estudiantado con propuestas más significativas.

Finlandia es ejemplo de un modelo centrado en la confianza profesional hacia el docente, promoviendo su autonomía, formación continua y una evaluación formativa respetuosa del ritmo individual de los estudiantes. La gestión pedagógica allí se construye desde la colaboración, no desde la imposición, creando ambientes escolares más humanos y eficaces. De forma complementaria, Singapur ha apostado por una planificación curricular rigurosa, el fortalecimiento del talento docente y el uso estratégico de datos para tomar decisiones pedagógicas. Su enfoque está orientado al desarrollo temprano de habilidades cognitivas superiores, como el pensamiento crítico y la creatividad.

Por su parte, Chacón (2014), destaca la importancia de la gestión pedagógica en los sistemas educativos a nivel mundial, enfatizando la necesidad de atender cada uno de los componentes esenciales de la práctica efectiva, los cuales contribuyen al desarrollo de las habilidades intelectuales de los alumnos. En esta misma línea, Pirela et al. (2022), proponen que los procedimientos educativos deben basarse en planes adecuadamente estructurados, los cuales integren de manera coherente todos los elementos de la práctica educativa, considerando las estrategias, materiales, contenidos y la evaluación del proceso.

Igualmente, Carbonell et al. (2021), enfatizan que los métodos educativos desempeñan un papel crucial en el desarrollo de los países, ya que impulsan la transformación social, fomentan el progreso, facilitan la incorporación de tecnologías y avances científicos, y promueven habilidades útiles para la vida. Por ello, la educación debe ser holística porque en el futuro los alumnos serán parte de la sociedad y necesitan desarrollar competencias para desarrollarse armónicamente en su entorno.

En este sentido, Carrizo et al. (2020), destacan la importancia de estudiar los procedimientos de enseñanza de los profesores dentro de su GP, ya que esta responsabilidad recae directamente sobre ellos. Así, una planificación adecuada posibilita el logro de los objetivos cuando se centra en el desarrollo integral de los alumnos, y no solo en la transferencia de información, sino también en la motivación para el aprendizaje y en la contextualización del contenido. Este enfoque fomenta la participación directa de los alumnos en su propio proceso de aprendizaje.

Por su parte, Carbonell et al. (2021) destacan que, en Latinoamérica, la gestión pedagógica

cumple un rol esencial en el logro académico de los estudiantes. Sin embargo, su aplicación no es uniforme; varía significativamente según las políticas, prioridades y realidades de cada sistema educativo. En este marco, Paguay (2020) subraya la importancia de una planificación centrada en el estudiante, orientada a favorecer la construcción activa del conocimiento y a responder a las verdaderas necesidades del aprendizaje.

Por otro lado, E. Martínez et al. (2022) enfatizan que uno de los pilares fundamentales de una gestión pedagógica efectiva es el compromiso con la calidad educativa y el acceso equitativo a la educación. No obstante, advierten que en países como Perú, este ideal se ve afectado por limitaciones estructurales, como la escasez de recursos, infraestructura escolar deficiente y las profundas brechas socioeconómicas, factores que dificultan la implementación de prácticas pedagógicas de alto impacto. Además, la limitada disponibilidad de recursos educativos, formación insuficiente de los profesores y las condiciones precarias de capacitación impactan negativamente en el rendimiento de los alumnos.

Además, Gómez et al. (2022), argumentan que la GP también se ve influenciada por la política educativa local. Los cambios en las metodologías, planes de estudio y las evaluaciones escolares pueden generar ajustes en los mecanismos de control a nivel escolar. En este contexto, es necesario la adaptación de la política educativa y las prácticas pedagógicas al entorno del aula para mejorar el desarrollo institucional y, en última instancia, el rendimiento de los alumnos.

Por su parte, López (2016), subraya que la diversidad cultural y lingüística en América Latina añade un elemento adicional de complejidad a la GP. En este sentido, la adaptación de las estrategias a las características culturales y lingüísticas propias de cada contexto es fundamental para promover un aprendizaje significativo. Asimismo, destaca la importancia de incluir modalidades interculturales y bilingües, especialmente en comunidades indígenas, de manera de asegurar que la educación sea inclusiva y resalte la diversidad.

A la par, Acosta y Finol (2024), señalan que el uso de las tecnologías y la inteligencia artificial también juegan un papel importante en la GP en la región. Por ello, es necesaria la integración eficiente de estas herramientas en la educación, así como la formación adecuada de los profesores en el uso de ellas, para optimizar el RA de los estudiantes.

Por otro lado, Acosta y Barrios (2023), señalan que la GP en Venezuela, debe fortalecer el RA de los alumnos y requiere la articulación de una estrategia educativa bien estructurada. Por ello, es necesario la adaptación del currículo a la realidad de los alumnos, de allí la importancia que los profesores realicen capacitaciones continuas para mantenerse actualizados. De igual manera, deben aplicar evaluación contextualizada ya que es una herramienta formativa que proporciona retroalimentación, permitiendo ajustar las estrategias de aprendizaje de manera dinámica.

Igualmente Acosta (2025), sostiene que es esencial utilizar recursos educativos sólidos y la integración de la tecnología para enriquecer las prácticas de aprendizaje. Su objetivo es no solo desarrollar habilidades cognoscitivas, sino también fortalecer las habilidades socioemocionales y promover la cooperación entre los padres, representantes y la comunidad educativa, creando un ambiente que fomente tanto el conocimiento como el bienestar emocional de los alumnos.

La carencia de estos recursos ha dado lugar a un bajo rendimiento en diversas escuelas nacionales, ya que la gestión educativa de los docentes se limita al cumplimiento de los requisitos mínimos determinados por las instituciones, sin fomentar la innovación ni la creatividad en el entorno escolar. Según Prieto et al. (2022), esta limitación no incentiva a los estudiantes a involucrarse activamente en su aprendizaje, lo cual significa que no se les motiva a aplicar sus conocimientos para resolver problemas tanto dentro del ambiente escolar como en el entorno donde se desenvuelven. El problema de la gestión no se circscribe exclusivamente a los procesos administrativos, sino que también abarca la motivación de los alumnos y su proceso de aprendizaje.

En este contexto, Puche y Acosta (2024), señalan que restringir la GP a la simple ejecución de lo que las instituciones deben hacer conduce a una administración puramente formal. Por ello, es esencial conocer como los profesores aplican los procesos de planificación, control y la evaluación con el fin de realizar sugerencias que permitan mejorar el desempeño de los alumnos y evaluar la eficiencia y los logros alcanzados en el proceso educativo. En consecuencia, la gestión debe centrarse en fomentar las habilidades de los alumnos, así como en evaluar de manera sistemática la efectividad de los métodos implementados.

En este sentido, se ha observado que a pesar de los avances tecnológicos y de las nuevas demandas que impone el mundo actual, en las instituciones de educación media, en Maracaibo, Venezuela, siguen aferradas a formas tradicionales de gestión pedagógica. Se continúa enseñando como si el entorno no hubiese cambiado, desconectando el aprendizaje de la realidad del estudiante. Esta situación podría estar afectando el rendimiento académico, ya que no se aprovechan metodologías activas e innovadoras que despierten el interés, fomenten el pensamiento crítico y preparen para los retos del presente. Por eso, resulta necesario analizar cómo se está gestionando la enseñanza en esta institución y comprender cómo dicha gestión influye, o no, en el desempeño escolar de los estudiantes.

El problema subyacente puede atribuirse a las deficiencias en los procesos de planificación, control y evaluación implementados por los profesores, los cuales impactan directamente en su desempeño y, por ende, en el rendimiento de los alumnos. Como consecuencia, se ha observado un creciente nivel de desmotivación y un bajo rendimiento académico en los alumnos, junto con una capacidad limitada para procesar adecuadamente la información que reciben.

Esta situación se origina en un enfoque de enseñanza excesivamente centrado en la memorización, lo que limita el desarrollo real de competencias y dificulta el cumplimiento de los propósitos formativos establecidos en el proyecto educativo. En lugar de promover una comprensión profunda, se prioriza la repetición de contenidos, lo que empobrece la experiencia de aprendizaje y reduce su impacto en la formación integral del estudiante. Por lo anterior, el estudio tuvo como propósito analizar gestión pedagógica para el fortalecimiento del rendimiento académico en los estudiantes de educación media de una Unidad Educativa Nacional en Maracaibo, Venezuela.

Metodología

El estudio se desarrolló bajo un paradigma interpretativo, orientado a construir una descripción detallada y significativa de la realidad observada, es decir, a abordar el objeto de estudio de manera clara, reflexiva y personal. El procedimiento empleado se caracterizó por su rigor metodológico, lo que permitió comprender las actitudes, comportamientos y pensamientos de los sujetos vinculados con el fenómeno analizado, en este caso, la gestión pedagógica y el desempeño académico de los estudiantes de educación media. De acuerdo con Hernández y Mendoza (2023), el enfoque cualitativo reconoce que la realidad es dinámica, multifacética y centrada en el comportamiento humano, prácticas sociales, comprensión y la construcción de significados, lo cual fomenta relaciones democráticas y comunicativas entre los investigadores.

El método seleccionado para el estudio fue el fenomenológico, según M. Martínez (2014), está orientado a explorar la realidad a partir de la experiencia individual y la interpretación subjetiva de dicha experiencia. Este no se limita a una simple reflexión, sino que actúa como un medio para revelar las dimensiones profundas del pensamiento formativo y educativo. En caso del diseño metodológico, se trató de un estudio no experimental, ya que se observó el fenómeno en su entorno natural, sin intervenir ni manipular variables.

El escenario donde se realizó el estudio fue una Unidad Educativa Nacional de la Parroquia Juana de Ávila, municipio Maracaibo, en el estado Zulia, Venezuela. Por motivos éticos y metodológicos, en el presente estudio se omite el nombre del liceo en donde se desarrolló el estudio, tal decisión fue fundamentada en la necesidad de mantener la confidencialidad y el anonimato de la población investigada, puesto que, dado la reducida cantidad, mencionar el nombre de la institución podría proporcionar la identificación y posibles problemas al personal. Con este mecanismo, se da cumplimiento de los principios éticos inherentes a la investigación científica en el área educativa.

Los informantes clave del estudio fueron ocho docentes de educación secundaria que impartían clases a la mención ciencia y tecnología, seleccionados mediante un muestreo por conveniencia. Para su inclusión, se consideraron varios criterios: ser maestros en ejercicio durante el periodo de investigación, estar asignados al primer año de educación secundaria,

pertenecer a la unidad educativa objeto de estudio, tener al menos dos años de experiencia profesional y participar de manera voluntaria tras otorgar su consentimiento informado.

Para la recopilación de la información, se empleó la técnica de entrevista semiestructurada, la cual permitió establecer una comunicación cara a cara entre los investigadores y los participantes, favoreciendo una comprensión profunda de las percepciones y experiencias relatadas. Como instrumento, se utilizó un guion de entrevista compuesto por nueve preguntas clave, diseñadas para abordar los aspectos centrales del estudio y profundizar en la comprensión de las categorías analizadas.

Posteriormente, la información recopilada fue procesada mediante el programa especializado en el análisis de estudios cualitativos ATLAS.ti. Esta herramienta facilitó la organización de los datos, la codificación de experiencias y significados, la creación de categorías y temas, visualización de redes semánticas, y finalmente, la obtención de resultados interpretativos relevantes para la investigación.

Resultados

Para lograr los resultados del estudio, se tomó en cuenta la perspectiva de la enseñanza y las teorías consultadas para la interpretación de los hallazgos. Este proceso se materializó mediante un método basado en un triángulo interpretativo, que centró el análisis en los criterios de los profesores, la visión de los autores y los argumentos de los investigadores. El análisis de las entrevistas realizadas a los profesores permitió profundizar en los procesos vinculados con la gestión pedagógica y su relación con los logros académicos de los alumnos. Finalmente, se presentaron las categorías emergentes organizadas en la red semántica derivada del proceso de codificación (Figura 2).

Los procesos de la gestión pedagógica, según la opinión del profesorado, son la gestión del aula, que es considerada clave para impulsar de forma notable el progreso completo de la enseñanza. Los docentes señalaron que, al preparar el plan de estudios, este tenía que estar bien armado y sopesar con detalle tanto los temas a tratar como los métodos de enseñanza y los materiales de apoyo, puesto que dichos componentes son el pilar de una instrucción efectiva. Igualmente, indicaron que la planificación de clases se debe orientar a la formulación de actividades que permiten personalizar el aprendizaje y la experiencia educativa según las necesidades del estudiantado.

Asimismo, subrayaron que la evaluación se concibe como un proceso esencial, mediante el uso de diversas herramientas y técnicas para valorar el progreso y desempeño de los alumnos, proporcionando así una visión clara de la evolución académica de los alumnos. La consideración de los distintos estilos de aprendizaje refuerza la importancia de la adaptación a la diversidad, garantizando la atención a las necesidades particulares de los alumnos.

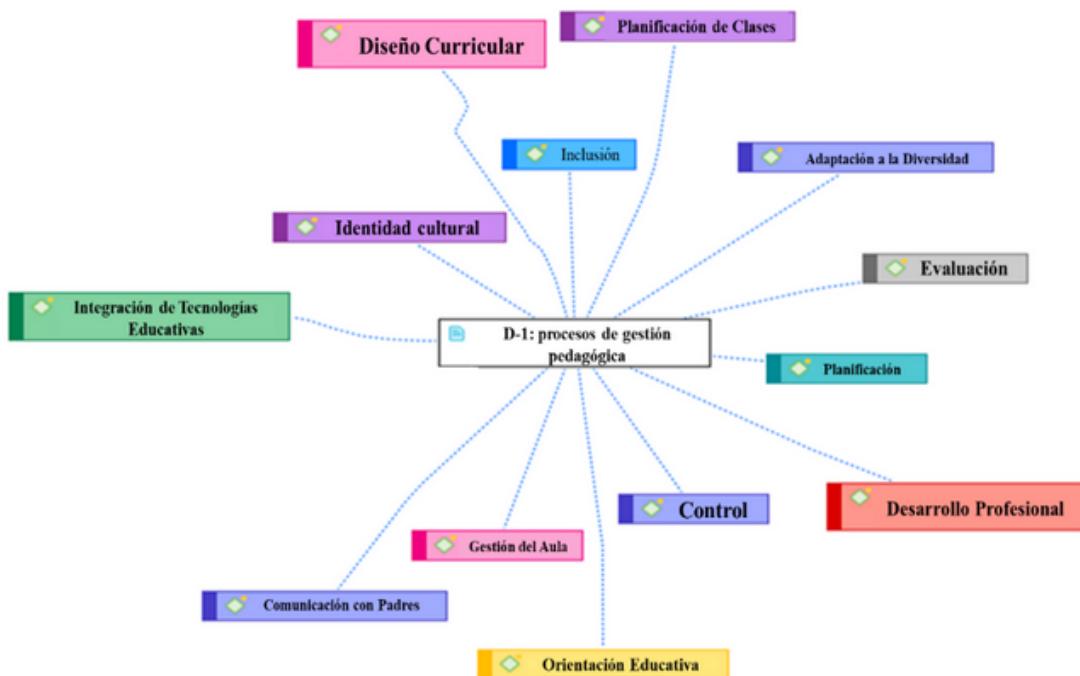


Figura 2: Procesos de la gestión pedagógica.

Fuente: Elaboración propia (2025).

También, subrayaron que la gestión académica pone especial énfasis en el desarrollo profesional, incentivando la formación continua como vía para fortalecer las competencias pedagógicas. En este sentido, la orientación educativa adquiere un rol fundamental, ofreciendo apoyo e instrucciones que favorecen tanto el crecimiento académico como personal del alumnado. Asimismo, indicaron que la adaptación de las estrategias de enseñanza se torna indispensable para mantener un ambiente de aprendizaje efectivo, caracterizado por la participación activa y el respeto mutuo. Además, resaltaron la importancia de establecer canales de comunicación efectivos con los padres y representantes, como mecanismo para informar sobre el progreso escolar y fortalecer los vínculos entre la escuela y el hogar.

Igualmente, señalaron la importancia de la integración de las tecnologías educativas porque sirven de apoyo tanto para la enseñanza como para el aprendizaje. Su relevancia se centró en hacer más fácil el acceso a la información, impulsar metodologías participativas y dar respuesta a las variadas necesidades de los alumnos, sobre todo en lugares donde los recursos de siempre escaseaban. Además, destacaron la importancia de la orientación educativa que es el apoyo continuo que brindan los profesores con el propósito de dirigir a los estudiantes en su progreso académico, individual y colectivo. Su rol resulta fundamental en la evitación de peligros, en la elección de futuras profesiones y en la consolidación de la relación colegio-hogar.

Otro aspecto esencial fue el control, que consiste en la monitorización y valoración de

los procedimientos educativos y de gestión. La trascendencia de esto radicó en garantizar la consecución de las metas de la institución, identificar puntos débiles y concebir programas de optimización que beneficiasen el desempeño del alumnado. También, se indicó la importancia de la identidad cultural ya que es necesario valorar y difundir las tradiciones propias de los alumnos. Al tenerla presente en la gestión escolar, se puede consolidar la identificación con el entorno, el aprecio por la pluralidad y la inclusión de conocimientos de los programas académicos.

Finalmente, la adaptación a la diversidad, lo que implica modificar las estrategias, contenidos y metodologías según las diferentes características, ritmos y estilos de aprendizaje de los alumnos. Esta subcategoría mostró la habilidad de la gestión pedagógica para atender de forma equitativa y justa la diversidad presente en el aula. La inclusión, que asegurar el derecho a recibir una educación de calidad para todos los alumnos, sin ningún tipo de discriminación. En la investigación, la inclusión se reflejó en iniciativas para eliminar obstáculos físicos, actitudinales y pedagógicos que impedían la participación completa de determinados grupos. De este modo, todos estos procesos interactúan de manera armónica para consolidar un ambiente educativo propicio que favorezca el éxito académico de los estudiantes (Figura 3).



Figura 3: Mecanismos de la gestión pedagógica
Fuente: Elaboración propia (2025).

La red semántica revela los mecanismos de la gestión pedagógica, según lo expresado por los profesores el diseño de actividades significativas es crucial para fomentar las vivencias educativas que resonaran con la realidad de los alumnos y los llenen de entusiasmo, dado

que así se logra que se involucren de lleno y se impulsen la generación de saberes prácticos y permanentes. Además, los profesores entrevistados señalaron que la organización del aula es esencial y los recursos deben estar ordenados en el lugar correcto, también, se deben establecer reglas bien definidas y trabajo en equipo, lo cual genera un entorno tranquilo y eficaz para el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Igualmente, los profesores indicaron que la diferenciación instruccional es crucial para moldear la forma de enseñar según cómo aprenden los chicos, notando que cada uno tiene su propio ritmo, manera de entender las cosas y habilidades. Además, señalaron que la gestión de tiempo en clase es fundamental para lograr lo que se busca en la educación. Los maestros dijeron que, si se planea bien, se pueden hacer las cosas sin correr ni desperdiciar minutos.

Los participantes hicieron hincapié en la relevancia de emplear recursos diversos, ya sean tangibles o electrónicos, que se ajustaran a los requerimientos del grupo y ampliar la asimilación de los temas presentados. Los encuestados recalcaron que sostener una comunicación transparente, comprensiva y frecuente con los estudiantes simplificaba la interpretación de las indicaciones, consolidaba la conexión educativa y perfeccionaba el ambiente en la escuela. Finalmente, indicaron que es necesario establecer propósitos, reglas y parámetros desde el principio, porque ayuda a guiar la conducta de los alumnos y a fomentar un pacto mutuo para alcanzar el éxito académico (Figura 4).

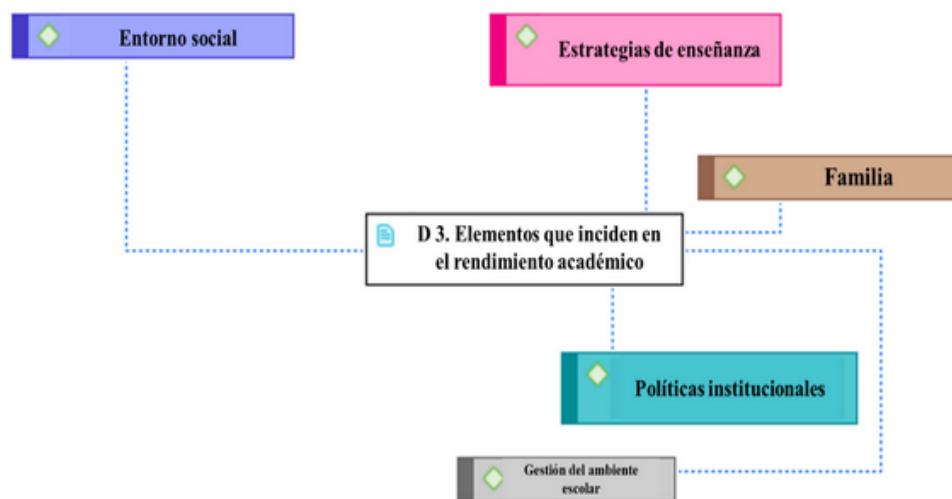


Figura 4: Elementos que inciden en el rendimiento académico.

Fuente: Elaboración propia (2025).

En el caso de los elementos que inciden en el rendimiento académico, los profesores señalaron que se deben utilizar estrategias de enseñanza dinámicas, colaborativas y adaptadas al entorno ya que tienen un impacto tanto en cómo los alumnos asimilan los contenidos de las

materias y en sus ganas de aprender. Asimismo, los informantes hicieron hincapié en que el respaldo de la familia, el control de los deberes y el cariño son elementos clave en los resultados escolares, sobre todo cuando las cosas no son fáciles.

Asimismo, los profesores señalaron que la importancia de las políticas institucionales, porque se establecen normativas internas, los planes de mejora educativa y las acciones de liderazgo institucional que tienen un impacto directo en la calidad del proceso pedagógico y en los logros de aprendizaje. Además, sobre la gestión del ambiente escolar, indicaron que un clima escolar positivo, fundamentado en el respeto, la convivencia y la organización, favorece el desarrollo académico al disminuir los factores de distracción y conflicto. Finalmente, los docentes expresaron que elementos del entorno escolar como la seguridad, el acceso a servicios básicos y la estabilidad económica, influyeron significativamente en la asistencia, el compromiso y el rendimiento de los estudiantes (Figura 5).

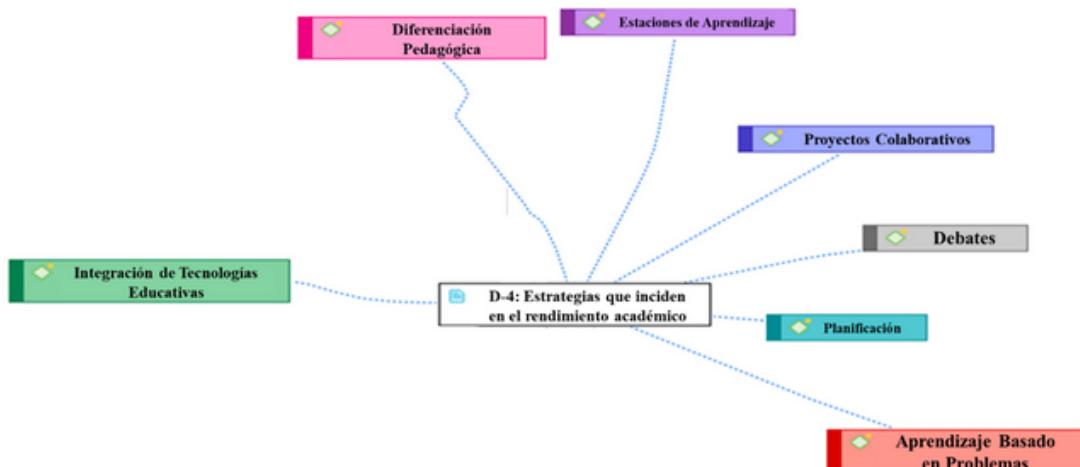


Figura 5: Estrategias para el rendimiento académico
Fuente: Elaboración propia (2025).

En relación con las estrategias que inciden en el rendimiento académico, emerge la diferenciación pedagógica, que según los profesores consultados consiste en adaptar la enseñanza a los ritmos y estilos de aprendizaje de cada alumno permitiendo atender la diversidad en el aula y potenciar el desarrollo individual, mejorando así el rendimiento académico. Según los informantes, las estaciones de aprendizaje facilitan la organización de actividades simultáneas en distintos espacios, promoviendo la autonomía, el trabajo por niveles de competencia y la participación activa de los alumnos.

Asimismo, los participantes señalaron la importancia de los proyectos colaborativos, ya que trabajar en equipo en torno a objetivos comunes fortalece las habilidades como la comunicación, responsabilidad compartida y la aplicación práctica del conocimiento, lo

que impactó positivamente en el desempeño escolar. También, señalaron que los debates planificados, permiten el desarrollo del pensamiento crítico, la argumentación y la expresión oral. Los informantes indicaron que esta estrategia incentivó la reflexión y el análisis, contribuyendo al aprendizaje profundo.

Finalmente, indicaron que es necesario aplicar estrategias como el aprendizaje basado en problemas en situaciones reales para resolver retos ya que favorece la investigación, toma de decisiones y la aplicación de conocimientos en contextos significativos, elevando el rendimiento académico. Asimismo, los informantes indicaron que la integración de las tecnologías dinamiza las clases, facilita el acceso a contenidos diversos y fortalece las competencias tecnológicas, lo que permite a los alumnos aprender de forma más autónoma y eficiente.

Discusión

Los hallazgos obtenidos reflejan que el profesorado otorga un papel central a la gestión pedagógica; en este sentido, Garavito et al. (2022), señala que la GP eficaz se fundamenta en la planificación, el control y la evaluación centrados en las necesidades del estudiantado. En este estudio los docentes de Unidad Educativa Nacional en Maracaibo, que fueron entrevistados, coincidieron con esta perspectiva al otorgar un rol central a la GP como motor del progreso académico de los estudiantes. En consonancia con lo establecido por Carrizo et al. (2020), los docentes subrayaron la importancia de estructurar el plan de estudios con criterios pedagógicos claros, que integre no solo contenidos y materiales, sino también estrategias adaptadas a la diversidad de estilos de aprendizaje. Asimismo, se valoró la evaluación como un proceso formativo, tal como lo destaca Graffe (2002), al señalar su utilidad para monitorear avances y ajustar metodologías.

Por su parte, Giraldo y Serrano (2021), sostienen que la orientación educativa, acompañada de retroalimentación continua y supervisión docente, fortalece tanto el desarrollo cognitivo como socioemocional. Esta visión fue compartida por los profesores, quienes conciben la GP como un proceso integral que trasciende el aula, articulándose con la familia mediante una comunicación efectiva, aspecto también subrayado por Pérez et al. (2023), como clave para fortalecer el vínculo escuela-hogar.

Igualmente, Acosta y Finol (2024), argumentan que la tecnología educativa permite diversificar metodologías y superar limitaciones materiales. En este sentido, los docentes reconocieron su valor como herramienta para ampliar el acceso a la información y enriquecer los procesos de enseñanza. Igualmente, destacaron la importancia del control como mecanismo para evaluar, corregir y asegurar el cumplimiento de metas institucionales, alineándose con el planteamiento de Chacón (2014), sobre la función de la gestión en la mejora de la calidad del aprendizaje.

Por su parte, López (2016), enfatiza la necesidad de atender la diversidad mediante enfoques interculturales y bilingües. Los resultados reflejan que los docentes asumen con compromiso la inclusión, adaptando la enseñanza a las características individuales de sus estudiantes. Asimismo, se valoró la promoción de la identidad cultural como medio para fomentar pertenencia, inclusión y respeto a la pluralidad, en sintonía con Carbonell et al. (2021), quienes relacionan estos elementos con el desarrollo integral de las sociedades.

Igualmente, Moreira y De la Peña (2022), sostienen que la GP debe adaptarse a los cambios sociales y globales. En línea con esta postura, los hallazgos muestran que la GP, cuando es sólida y contextualizada, impacta positivamente en el rendimiento académico (RA). En consonancia, Acosta y Barrios (2023), refuerzan esta idea al proponer que, en Venezuela, la GP debe diseñarse estratégicamente para responder a los desafíos estructurales del sistema educativo nacional.

Además, Garavito et al. (2022), señalan que una GP orientada a fines formativos debe contemplar las particularidades del grupo. En este estudio, los profesores afirmaron que el diseño de actividades significativas, contextualizadas y participativas promueve el compromiso del alumnado y favorece aprendizajes duraderos. Esta visión se complementa con la de Carrizo et al. (2020), al resaltar la necesidad de planificación intencionada que considere diversos ritmos de aprendizaje, fortaleciendo así la calidad educativa.

Asimismo, Graffe (2002), defiende la diferenciación instruccional como base de una GP adaptativa. Los docentes manifestaron que cada alumno aprende de forma distinta, por lo que es indispensable una metodología flexible. Por su parte, Pérez et al. (2023), subrayan que una adecuada distribución del tiempo en clase contribuye al logro de objetivos sin precipitación, idea reiterada por los participantes al destacar la importancia de planificar y evaluar constantemente.

En este sentido, Giraldo y Serrano (2021), destacan el monitoreo continuo y la retroalimentación como prácticas esenciales. En consonancia, los profesores valoraron el uso de recursos físicos y digitales como elementos que enriquecen la experiencia educativa y amplían las posibilidades de comprensión. Igualmente, Chacón (2014), advierte que una GP efectiva debe considerar factores cognitivos y afectivos; los participantes coincidieron al señalar la importancia de una comunicación clara y constante con el estudiantado para fortalecer el vínculo pedagógico.

Asimismo, Moreira y De la Peña (2022), proponen implementar reglas y objetivos desde el inicio del año escolar para orientar la conducta estudiantil. En esta línea, los docentes valoraron esta estrategia como promotora del orden y del compromiso colectivo. Por su parte, Acosta y Barrios (2023), agregan que, en contextos como el venezolano, la GP debe promover una evaluación contextualizada y fomentar la mejora continua a través de la formación docente.

En este sentido, Puche y Acosta (2024), advierten que limitar la GP a aspectos formales reduce su capacidad transformadora. En consecuencia, se reafirma que una gestión eficiente exige planificación, ejecución y evaluación permanente. Coinciendo con Prieto et al. (2022), se señala que una GP mal estructurada disminuye la motivación estudiantil y limita la aplicabilidad de los aprendizajes en contextos reales.

Por su parte, Acosta y Finol (2024), destacan la relevancia del uso de tecnologías apropiadas, mientras que López (2016), enfatiza el respeto a la diversidad cultural. En este estudio, los docentes reafirmaron que una GP centrada en los estudiantes, inclusiva y tecnológicamente actualizada no solo mejora el RA, sino que también contribuye a la formación de ciudadanos críticos y comprometidos. Esta visión integral se alinea con los planteamientos de Gómez et al. (2022) y E. Martínez et al. (2022), quienes promueven una enseñanza adaptativa e inclusiva.

Asimismo, Garavito et al. (2022), plantean que la GP debe responder tanto a las necesidades del contexto como a las del alumnado. Los resultados de este estudio confirman que los docentes perciben la GP como un componente determinante del rendimiento académico, al facilitar estrategias contextualizadas, colaborativas y centradas en el estudiante. Carrizo et al. (2020) y Graffe (2002), coinciden en que la planificación cuidadosa y la evaluación formativa son indispensables para lograr aprendizajes significativos.

En este contexto, Giraldo y Serrano (2021), recuerdan que la GP debe integrar dimensiones didácticas, emocionales y tecnológicas. En este sentido, los profesores enfatizaron la importancia del afecto, estabilidad emocional y el acompañamiento familiar como factores esenciales del desempeño académico, particularmente en contextos adversos. Pérez et al. (2023) y Chacón (2014), refuerzan esta visión al destacar la necesidad de una práctica pedagógica flexible y en constante evolución.

Asimismo, E. Martínez et al. (2022) y Gómez et al. (2022), advierten que factores estructurales como la desigualdad social y la precariedad de servicios afectan el RA. Los profesores reconocieron que una GP efectiva requiere condiciones materiales mínimas y políticas públicas coherentes con la realidad escolar. En este contexto, la formación docente en tecnología se vuelve indispensable para cerrar brechas y garantizar la equidad.

Finalmente, se reconoce que en Maracaibo una gestión pedagógica centrada en la inclusión, la actualización tecnológica y el enfoque contextualizado representa una vía decisiva para mejorar el desempeño académico, superar barreras estructurales y formar sujetos comprometidos con la transformación de su entorno.

Conclusiones

Los hallazgos de este estudio expresan que una adecuada gestión pedagógica constituye un eje fundamental para el fortalecimiento del rendimiento académico estudiantil, al integrar de manera articulada la planificación, control, evaluación formativa, atención a la diversidad, el uso pertinente de tecnologías y la vinculación con las familias. Desde una perspectiva integral, se evidenció que los docentes entrevistados valoran la GP no como una tarea administrativa aislada, sino como un proceso dinámico que debe adaptarse a las transformaciones sociales, culturales y tecnológicas del entorno educativo.

En este contexto, el diseño de estrategias contextualizadas, el acompañamiento académico continuo, la promoción de la inclusión y el desarrollo de vínculos afectivos positivos con el estudiantado son elementos clave para garantizar experiencias de aprendizaje significativas. Además, se destaca que una GP sólida requiere de condiciones estructurales favorables, políticas educativas coherentes y formación docente constante. En el contexto de Maracaibo, estos aspectos se vuelven aún más relevantes ante las limitaciones materiales y los desafíos sociales, por lo que urge repensar la gestión pedagógica como un instrumento de transformación y justicia educativa.

Referencias

- Acosta, S. (2025). Competencias tecnológicas y el desempeño académico de los estudiantes universitarios. *Revista Digital de Investigación y Postgrado*, 6(11), 111-123. <https://doi.org/10.59654/j0x9nc08>
- Acosta, S., y Barrios, M. (2023). Procesos gerenciales para la gestión del cambio en las instituciones educativas. *Revista EDUCARE - UPEL-IPB - Segunda Nueva Etapa 2.0*, 27(2), 48-72. <https://doi.org/10.46498/reduipb.v27i2.1863>
- Acosta, S., y Finol, M. (2024). Inteligencia artificial como mecanismo para mejorar la gestión educativa universitaria. *Revista de Ciencias Sociales*, 30(3), 583-597. <https://doi.org/10.31876/rcc.v30i3.42697>
- Carbonell, C., Gutiérrez, A., Marín, F., y Rodríguez, R. (2021). Calidad en la educación superior en América Latina: revisión sistemática. *Revista Venezolana de Gerencia*, 26(6), 345-360. <https://doi.org/10.52080/rvgluz.26.e6.21>
- Carrizo, C., Pérez, M., y Gaviria, K. (2020). Planificación educativa como herramienta fundamental para una educación con calidad. *Utopía y praxis latinoamericana*, 25(3), 87-95. <https://www.redalyc.org/journal/279/27963600007/27963600007.pdf>
- Chacón, L. (2014). Gestión educativa del siglo XXI: bajo el paradigma emergente de la complejidad. *Omnia*, 20(2), 150-161. <https://www.redalyc.org/pdf/737/73735396006.pdf>
- Chiavenato, I. (2019). *Introducción a la teoría general de Administración*. Mc Graw Hill.

- Demarchi, G. (2020). La evaluación desde las pruebas estandarizadas en la educación en Latinoamérica. *En-Contexto. Revista de Investigación en Administración, Contabilidad, Economía y Sociedad*, 8(13), 107-133. <https://www.redalyc.org/journal/5518/551868969005/html/>
- Espinoza, E. (2022). La evaluación de los aprendizajes. *Conrado*, 18(85), 120-127. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1990-86442022000200120
- Estrada, A. (2018). Estilos de aprendizaje y rendimiento académico. *Boletín Redipe*, 7(7), 218-222. <https://revista.redipe.org/index.php/1/article/view/536>
- Garavito, E., Castro, A., Sosa, F., Huayanca, P., y Sucari, W. (2022). *Gestión pedagógica y calidad educativa*. Instituto Universitario de Innovación Ciencia y Tecnología Inudi Perú. <https://editorial.inudi.edu.pe/index.php/editorialinudi/catalog/download/58/55/77?inline=1>
- Giraldo, S., y Serrano, M. (2021). Ambiente escolar y su importancia en la calidad educativa: una perspectiva neuropedagógica. *Educación y Humanismo*, 23(40), 1-18. <https://doi.org/10.17081/eduhum.23.40.4130>
- Gómez, J., Bazuerto, J., Saldarriaga, K., y Tarazona, T. (2022). Gestión académica resiliente: Estrategias para el contexto universitario. *Revista Venezolana de Gerencia*, 27(97), 11-28. <https://doi.org/10.52080/rvgluz.27.97.2>
- Graffe, G. (2002). Gestión educativa para la transformación de la escuela. *Revista de pedagogía*, 23(68), 495-517. https://ve.scieno.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-97922002000300007
- Hernández, R., y Mendoza, C. (2023). *Metodología de la Investigación: Las rutas cuantitativas, cualitativas y mixtas. Segunda edición*. McGraw-Hill Interamericana Editores, S.A. de C.V.
- López, N. (2016). Inclusión educativa y diversidad cultural en América Latina. *Revista Española De Educación Comparada*, (27), 35-52. <https://doi.org/10.5944/reec.27.2016.15034>
- Martínez, E., Quispe, R., Gutiérrez, J., y García, C. (2022). Gestión educativa y competencias: concepciones del docente universitario. *Revista Venezolana de Gerencia*, 27(7), 266-280. <https://doi.org/10.52080/rvgluz.27.7.18>
- Martínez, M. (2014). *Nuevos fundamentos en la investigación científica*. Editorial Trillas.
- Moreira, S., y De la Peña, G. (2022). Análisis de la Gestión Pedagógica y su incidencia en el proceso de enseñanza y aprendizaje. *Dominio de las Ciencias*, 8(3), 569-587. <https://dominiodelasciencias.com/ojs/index.php/es/article/view/2826>
- Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. (2021). *Reimaginar juntos nuestros futuros: un nuevo contrato social para la educación*. Resumen (ED-2021/WS/20) [Documento de programa o de reunión]. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000379381_spa
- Paguay, F. (2020). *El rol de la planificación en la gestión universitaria: Experiencias y resultados*. Universidad del Magdalena.

- Pérez, R., Sánchez, R., y Chacón, M. (2023). La Gestión Pedagógica Como Camino Para Mejorar El Proceso Enseñanza - Aprendizaje. *CONECTIVIDAD*, 4(2), 50-65. <https://doi.org/10.37431/conectividad.v4i2.57>
- Pirela, J., Pérez, L., y Pardo, L. (2022). Tendencias y retos de la formación docente en Iberoamérica. *Revista de Ciencias Sociales*, 28(4), 315-334. <https://doi.org/10.31876/rcs.v28i4.39133>
- Prieto, D., Martelo, R., y Franco, D. (2022). Ética del gerente educativo y desempeño docente en educación media general. *Revista de Ciencias Sociales*, 28, 158-171. <https://doi.org/10.31876/rcs.v28i.38153>
- Puche, D., y Acosta, S. (2024). Habilidades del gerente educativo y desempeño docente en educación media general. *GACETA DE PEDAGOGÍA*, (50), 174-192. <https://www.revistas.upel.edu.ve/index.php/gaceta/article/view/2854>

Transformando la comprensión lectora: la gamificación como estrategia innovadora en la EBN Bicentenario “Samuel Robinson”

Transforming reading comprehension: gamification as an innovative strategy at EBN Bicentenario “Samuel Robinson”

Janeth Pavique  ¹

Ministerio del Poder Popular para la Educación Universitaria, Distrito Capital, Venezuela¹
janethpaviquem@gmail.com¹

Fecha de recepción: 21/04/2025

Fecha de aceptación: 19/08/2025

Pág: 122 – 138

DOI: [10.5281/zenodo.17466710](https://doi.org/10.5281/zenodo.17466710)

Resumen

Los avances tecnológicos exigen que la educación evolucione al mismo ritmo que ellos, ameritando la preparación de los estudiantes con las habilidades necesarias para que enfrenten un mundo en constante cambio. En este contexto, la comprensión lectora es un pilar fundamental por su impacto significativo en el aprendizaje de otras áreas escolares. El presente artículo expone el impacto de la gamificación en el desarrollo de la comprensión lectora en estudiantes de quinto grado de la Escuela Básica Nacional (EBN) Bicentenario “Samuel Robinson”. La metodología se basó en una investigación acción participativa y transformadora con un enfoque sociocrítico. Se trabajó con dos grupos de estudiantes de 5to grado de las secciones A y B (56 estudiantes), el primer grupo no utilizó la gamificación y el segundo sí (una sopa de letras y un crucigrama, diseñados en Educima. También, un juego interactivo de preguntas, desafíos y retos desarrollado en Genially). Durante un periodo bimestral, se aplicaron instrumentos cuantitativos validados y pruebas estandarizadas de comprensión lectora. Los resultados fueron positivos y demostraron mejoras significativas en el grupo gamificado en comparación con el grupo control, respaldando la premisa de que la gamificación basada en teorías constructivistas del aprendizaje digital promueve un entorno educativo más activo y significativo.



Esta obra está bajo licencia CC BY-NC-SA 4.0.

Además, el estudio destaca la relevancia de incorporar herramientas tecnológicas innovadoras en contextos educativos, favoreciendo la participación y la autogestión del aprendizaje, mediante métodos interactivos y lúdicos, lo que puede impulsar significativamente la competencia lectora de los estudiantes y favorecer un aprendizaje integral adaptado a las demandas del siglo XXI.

Palabras clave: acción participativa, aprendizaje significativo, comprensión lectora, enfoque sociocrítico, gamificación, investigación.

Abstract

Technological advances demand that education evolves at the same pace, meriting the preparation of students with the necessary skills to face a world in constant change. In this context, reading comprehension is a fundamental pillar because of its significant impact on learning in other school areas. This article presents the impact of gamification on the development of reading comprehension in fifth grade students of EBN Bicentenario “Samuel Robinson”. The methodology was based on a participatory and transformative action research with a socio-critical approach. We worked with two groups of 5th grade students from sections A and B (56 students), the first group did not use gamification and the second did (1 word search and 1 crossword puzzle designed in Educima and 1 interactive game of questions, challenges and challenges developed in Genially). During a bimonthly period, validated quantitative instruments and standardized reading comprehension tests were applied. The results were positive and showed significant improvements in the gamified group in comparison with the control group, supporting the premise that gamification based on constructivist theories of digital learning promotes a more active and interactive educational environment and meaningful. In addition, the study highlights the relevance of incorporating innovative technological tools in educational contexts, favoring participation and self-management of learning, through interactive and playful methods, which can significantly boost students' reading competence and favor comprehensive learning adapted to the demands of the 21st century.

Keywords: gamification, reading comprehension, participatory action research, socio-critical approach, meaningful learning.

Introducción

Este artículo se propone explorar y evidenciar, a través de datos empíricos y análisis estadístico riguroso, las mejoras alcanzadas en el rendimiento lector de los 56 estudiantes

de quinto grado secciones A y B, con edades comprendidas entre 9 y 11 años, de la EBN Bicentenario “Samuel Robinson”, ubicada en Ciudad Caribia, Caracas, al integrar gamificación en sus clases de Ciencia, Tecnología e Innovación, llevadas a cabo por la profesora Janeth Pavique en el Centro Bolivariano de Informática y Telemática (CBIT) ubicado en la mencionada institución educativa.

En este contexto, en el real escenario educativo, la integración de tecnologías digitales y estrategias innovadoras se vuelve imperativa para responder a los desafíos que plantea la enseñanza y el aprendizaje. La comprensión lectora, como habilidad crucial en el proceso educativo, requiere de estrategias didácticas que motiven e involucren activamente a los estudiantes.

En este sentido, la gamificación se ha constituido en una alternativa prometedora que, mediante el uso de elementos lúdicos, transforma la experiencia de aprendizaje en un proceso interactivo y participativo. El presente estudio se enmarca en la línea de investigación acción participativa y transformadora con un enfoque sociocrítico, respondiendo a la necesidad de rediseñar prácticas pedagógicas tradicionales en la EBN Bicentenario “Samuel Robinson”.

La justificación de este trabajo radica en demostrar que la implementación de actividades gamificadas no solo dinamiza el proceso de enseñanza, sino que además incide positivamente en los niveles de comprensión lectora, aspecto clave para el desarrollo indispensable del estudiante. Con base en teorías constructivistas del aprendizaje digital (Landers, 2015; Manzano et al., 2021), Buckley y Doyle (2014), Alsawaier (2018) y Thaiyanon et al. (2024) exponen que a través de la teoría del aprendizaje gamificado se han demostrado la integración de elementos de juego en contextos educativos que promueven la participación, la motivación intrínseca y mejores resultados en comprensión lectora y otras competencias cognitivas. También, plantean que el conocimiento se construye en contextos significativos y colaborativos, lo cual se alinea perfectamente con las metodologías de juego y participación activa.

En este orden de ideas, se abordarán las ventajas y limitaciones tecnológicas encontradas durante el proceso, estableciendo una base para futuras investigaciones en el ámbito de la innovación educativa.

Fundamentos teóricos

La Gamificación en el contexto educativo

La Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (2019) ha estado promoviendo a través de su proyecto Juegos para el Aprendizaje, la incorporación de habilidades de aprendizaje social y emocional en los estudiantes mayores de 13 años, a través de juegos digitales en los sistemas educativos formales e informales, con el fin de alcanzar el

Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS) 4.7 de las Naciones Unidas.

En este contexto, la gamificación en el ámbito educativo ha cobrado gran relevancia en los últimos años, posicionándose como una estrategia eficaz para mejorar no solo el rendimiento académico, sino también aspectos motivacionales y de participación (Ortiz et al., 2018; Sánchez, 2019; Ulloa y Carcausto, 2024).

La gamificación en la educación mejora la motivación y el rendimiento mediante dinámicas interactivas, según Gaviria (2021), destacando la capacidad para estructurar experiencias de juego que potencian la retención de conocimientos mediante narrativas envolventes y el desarrollo de habilidades colaborativas a través de mecánicas diseñadas para perfiles estudiantiles específicos, priorizando la construcción de aprendizajes significativos mediante la interacción lúdica contextualizada.

La integración de la gamificación, puede incrementar e intensificar la concentración de los estudiantes, llevándolos a estar motivados para trabajar en equipo, y a involucrarse de manera efectiva (Licorish et al., 2018; Magadán y Rivas, 2022). Haciendo énfasis en los estudiantes de primaria, se pueden incluir una cantidad grande de juegos que podrían ayudar en la comprensión lectora, ya sea de textos académicos más complejos como por ejemplo la historia de Simón Bolívar y Manuela Sáenz o un cuento que es de fácil comprensión, como *El Principito*, siempre teniendo en cuenta la edad de los alumnos.

Desde los principios del constructivismo, el aprendizaje se concibe como un proceso de construcción activa del conocimiento, donde el estudiante participa de manera dinámica y contextualizada. Es necesario romper con el modelo tradicional de enseñanza centrado en el profesor y la repetición, tal y como indica Freire (2010), con la finalidad de avanzar hacia un aprendizaje significativo centrado en el estudiante. En este orden de ideas, Freire (2010) propone en cambio una educación liberadora, emancipadora que fomente el pensamiento crítico y la participación activa de los estudiantes en el proceso de aprendizaje y es aquí donde entra este estudio como parte de este avance.

En este marco, la propuesta de integrar la gamificación como mecanismo de juego para la comprensión lectora se fundamenta en la premisa de que las experiencias lúdicas promueven la exploración, la reflexión crítica y la resolución de problemas, favoreciendo la internalización de conceptos.

Ventajas de la Gamificación en el entorno educativo

En el contexto venezolano diversos estudios evidencian las ventajas de la gamificación, Alvarado (2019) señala que la gamificación se consolida como una estrategia pedagógica innovadora que revitaliza la motivación y el compromiso estudiantil en contextos venezolanos,

la gamificación no solo impulsa el aprendizaje de contenidos, sino que también contribuye al desarrollo de habilidades blandas como la colaboración y la resolución de problemas, fortaleciendo una formación integral. Sin embargo, advierte que la implementación exitosa requiere superar retos como la falta de recursos tecnológicos y la capacitación docente, aspectos que deben considerarse para garantizar su efectividad.

En este orden de ideas, Ruíz y Terrones (2023) evidencian que la implementación de estrategias gamificadas en estudiantes de primaria produce mejoras significativas en el desarrollo del pensamiento crítico, incluyendo habilidades de interpretación, análisis, evaluación e inferencia. Este hallazgo respalda la inclusión de actividades gamificadas en el aula para fomentar competencias lectoras críticas, tal como se propone en el artículo actual, donde se registran avances en comprensión inferencial y crítica mediante juegos digitales y físicos.

Asimismo, Ruíz y Terrones (2023) expresan que la gamificación incrementa tanto el rendimiento académico como la motivación, aspectos fundamentales para un aprendizaje efectivo y sostenido. Esta evidencia apoya la premisa del presente artículo de que la gamificación no solo dinamiza el proceso de enseñanza, sino que también favorece la participación activa y el compromiso con la lectura.

Además, Fernández y García (2022) resaltan la gamificación como estrategia didáctica para la enseñanza en la educación básica venezolana, enfatizando su capacidad para promover un aprendizaje activo y significativo, que se adapta a las necesidades del contexto nacional. Esta perspectiva se alinea con el uso de tecnologías libres y actividades gamificadas en el artículo, que buscan una educación inclusiva y contextualizada.

Desde una perspectiva sociocrítica, autores contemporáneos enfatizan el rol del entorno social y cultural en la formación del conocimiento, lo que refuerza la necesidad de métodos didácticos que faciliten la interacción entre pares y la contextualización del aprendizaje (Mujica y Martínez, 2020).

En este sentido, la gamificación se convierte en una herramienta tecnológica que permite a los estudiantes negociar significados y fomentar su autonomía, permitiendo que desarrollen la comprensión lectora (Thaiyanon et al., 2024). En las revisiones sistemáticas sobre la gamificación en el área educativa se encuentra evidencia empírica acerca de su eficacia, destacando mejoras en el aprendizaje de los estudiantes, con el uso de indicadores académicos específicos como la comprensión lectora y el vocabulario (Fernández y García, 2022; Thaiyanon et al., 2024). Adicionalmente, se han desarrollado modelos teóricos que integran la gamificación con pedagogías digitales, proponiendo un aprendizaje basado en proyectos colaborativos y soluciones innovadoras (Gaitán, 2024).

En el contexto de la comprensión lectora, se ha observado que estrategias lúdicas permiten

a los estudiantes interactuar con el texto de forma dinámica, promoviendo un análisis profundo y significativo (Cuasapud y Maiguashca, 2023; Vera y Báez, 2024). Estas aproximaciones teóricas y empíricas respaldan el uso de herramientas tecnológicas gamificadas en la evaluación formativa, ya que facilitan la monitorización continua del aprendizaje, promueven la motivación y ofrecen un panorama prometedor para la innovación educativa.

Diversos estudios evidencian que plataformas gamificadas, como Kahoot, Quizizz y ClassDojo, permiten a los docentes obtener retroalimentación instantánea, identificar dificultades específicas y ajustar las estrategias pedagógicas en tiempo real, favoreciendo un proceso de evaluación más dinámico, participativo y centrado en el aprendizaje del estudiante (González et al., 2021).

En este orden de ideas, Buñay y Quizhpi (2025), exponen que la comprensión lectora es una competencia fundamental en la formación de los estudiantes de educación básica, ya que condiciona el acceso a nuevos conocimientos y el desarrollo del pensamiento crítico a través del uso de herramientas tecnológicas.

La comprensión lectora en Venezuela: diagnóstico y desafíos

La comprensión lectora en estudiantes de primaria venezolanos enfrenta retos multidimensionales, particularmente en los niveles inferencial y crítico. Estudios como el de Guerrero et al. (2015) revelaron que el 72 % de los estudiantes de quinto grado superaron deficiencias literales mediante estrategias estructuradas, pero persisten brechas en el análisis contextual y la emisión de juicios fundamentados. En zonas rurales, solo el 10.92 % alcanza competencias lectoras adecuadas, frente al 25.56 % en áreas urbanas. Estos datos subrayan la urgencia de metodologías que combatan la desmotivación y la pasividad frente a textos complejos.

En este orden de ideas, la comprensión lectora en Venezuela enfrenta una crisis profunda y multifacética que afecta especialmente a estudiantes de primaria y bachillerato, con datos recientes que evidencian serias deficiencias y brechas educativas. Estudios llevados a cabo en el 2023 a más de 12 mil estudiantes de instituciones públicas y privadas del país revelaron que el 55,04 % de los jóvenes reprobaron en comprensión lectora y habilidades verbales, con una calificación promedio insuficiente de 9,11 sobre 20 (Asociación Civil Con la Escuela, 2024; Gallardo, 2024). En primaria, según J. Herrera (2023) mencionado por Gallardo (2024), aproximadamente el 85 % de los estudiantes de sexto grado no comprenden adecuadamente los textos, situación agravada por el impacto negativo de la pandemia y carencias estructurales previas.

Asimismo, las diferencias regionales son marcadas: en zonas urbanas, alrededor del 42,9 % de estudiantes alcanzan niveles competentes de fluidez lectora, mientras que en áreas rurales

esta cifra es mucho menor, evidenciando una creciente brecha de aprendizaje. Esta desigualdad se suma a la crisis general del sistema educativo venezolano, que ha perdido más de 1,2 millones de estudiantes y 166 mil docentes en los últimos años, debido a la migración y condiciones precarias en las escuelas (Asociación Civil Con la Escuela, 2024; Universidad Católica Andrés Bello, 2024).

Además, informes oficiales y gremios docentes coinciden en que la mayoría de los estudiantes no logra completar ejercicios básicos que requieren comprensión lectora, con un 84,2 % de niños de tercer grado y 85,4 % de sexto grado ubicados en el nivel más bajo de habilidad verbal (Asociación Civil Con la Escuela, 2024; Gallardo, 2024). Esta situación refleja la urgente necesidad de políticas educativas que atiendan la deserción, mejoren la formación docente y adopten metodologías innovadoras para revertir el deterioro del aprendizaje.

Finalmente, esta problemática no es exclusiva de Venezuela, sino que se inscribe en un contexto regional de América Latina y el Caribe no podrán comprender un texto simple, según un informe conjunto del Banco Mundial – UNICEF (2022).

Las cifras y análisis anterior evidencian la gravedad del reto en comprensión lectora en Venezuela, en nuestros estudiantes de Educación Primaria, subrayando la necesidad de intervenciones integrales que consideren factores sociales, económicos y pedagógicos para mejorar los aprendizajes y reducir las brechas educativas.

Gamificación como estrategia transformadora

En este estudio la gamificación emerge como herramienta tecnológica y pedagógica clave al integrar mecánicas lúdicas con objetivos curriculares. Su eficacia se sustenta en tres pilares:

- **Motivación intrínseca:** Sistemas de recompensas (insignias, XP) y narrativas interactivas aumentan el compromiso estudiantil.
- **Aprendizaje activo:** Los estudiantes construyen conocimiento mediante retos escalables y colaborativos, alineados con el constructivismo (Brown, 2021; Jonassen, 2020).
- **Pensamiento crítico:** Plataformas como Genially y Educima fomentan la resolución de problemas en contextos simulados, desarrollando habilidades analíticas.

Metodología

El diseño metodológico se enmarca en la investigación acción participativa y transformadora, con un enfoque sociocrítico orientado a la transformación de la práctica pedagógica. Esta metodología permite la interacción constante entre los investigadores, docentes y estudiantes, fomentando la reflexión conjunta sobre el proceso de enseñanza y aprendizaje.

La muestra se integró por dos grupos de estudiantes de quinto grado de la EBN Bicentenario “Samuel Robinson”, del periodo escolar 2024-2025. El grupo 5to grado A, conformado por 30 estudiantes, fue el grupo control y se expuso a la metodología tradicional sin elementos gamificados, solo emplearon como herramienta tecnológicas videos, cuentos creados por la autora y el uso del procesador de textos Writer. Por otro lado, el grupo de 5to grado B, integrado por 26 estudiantes, recibió la intervención gamificada, en la cual se implementaron tres actividades: una sopa de letras y un crucigrama diseñados en la plataforma Educima, junto con un juego interactivo realizado en Genially que incluía preguntas, desafíos y retos.

Es necesario mencionar que los temas abordados en ambos grupos fueron diferentes, en el grupo control se trabajaron temas sobre Simón Bolívar, Manuela Sáenz y Juana la Avanzadora, y en el grupo gamificado se trabajó con el video del cuento *El Principito*. El periodo de estudio abarcó dos meses (bimestral), durante los cuales se aplicaron instrumentos de recolección de datos tanto en la fase pre-intervención como en la post-intervención. Entre estos instrumentos se incluyeron pruebas estandarizadas de comprensión lectora, diseñadas y validadas para evaluar cinco indicadores claves: comprensión literal, inferencial, crítica, vocabulario y fluidez lectora. Además, se emplearon cuestionarios de percepción y escalas de actitud para complementar la información cuantitativa.

Los datos se sometieron a análisis mediante estadística descriptiva (medias, desviaciones estándar y porcentajes) e inferencial, utilizando pruebas t de Student para comparar las diferencias entre los grupos antes y después de la intervención, estableciéndose un nivel de significancia de $p < 0.05$ (J. Herrera, 2023; Martínez, 2020).

La implementación de la gamificación se realizó con base en los procedimientos utilizados para la gamificación en el aula, considerando el uso de tecnologías digitales y metodologías constructivistas, asegurando una integración coherente y fundamentada en teorías contemporáneas de aprendizaje. Durante el proceso se llevaron a cabo el diseño, aplicación y evaluación de las actividades gamificadas. Dicho proceso permitió ajustar y mejorar las estrategias de enseñanza en tiempo real, garantizando la participación activa de los estudiantes.

La triangulación de datos a través de instrumentos cuantitativos y la aplicación de pruebas estandarizadas fortalece la validez de los resultados, permitiendo una reflexión crítica sobre las prácticas pedagógicas y creando un puente entre la teoría y la praxis educativa.

Resultados

Se analizaron los datos de 56 estudiantes de quinto grado, distribuidos en dos grupos: grupo control ($n = 30$) y grupo experimental ($n = 26$). Se evaluaron cinco indicadores clave de comprensión lectora: comprensión literal, inferencial, crítica, vocabulario y fluidez lectora, así

como las actitudes hacia la lectura. Durante el periodo bimestral de estudio se registraron cambios drásticos en los indicadores de comprensión lectora en ambos grupos. A continuación, se presentan los datos estadísticos recogidos en las fases pre y post intervención, organizados en tablas comparativas que reflejan las diferencias en los cinco indicadores: comprensión literal, inferencial, crítica, vocabulario y fluidez lectora.

Tabla 1: Grupo 5to to grado A (Sin Gamificación)

Indicador	Pre Intervención	Post Intervención
Comprensión Literal	62 %	65 %
Comprensión Inferencial	58 %	60 %
Comprensión Crítica	55 %	57 %
Vocabulario	60 %	62 %
Fluidez Lectora	59 %	61 %

Fuente: Elaboración propia (2025).

Tabla 2: Grupo 5to to grado B (Con Gamificación)

Indicador	Pre Intervención	Post Intervención
Comprensión Literal	63 %	78 %
Comprensión Inferencial	59 %	75 %
Comprensión Crítica	56 %	73 %
Vocabulario	62 %	80 %
Fluidez Lectora	60 %	77 %

Fuente: Elaboración propia (2025).

Tabla 3: Comparación de ambos grupos

Indicador	Grupo Control (Pre)	Grupo Control (Post)	Grupo Gamificado (Pre)	Grupo Gamificado (Post)
Comprensión Literal	62 %	65 %	63 %	78 %
Comprensión Inferencial	58 %	60 %	59 %	75 %
Comprensión Crítica	55 %	57 %	56 %	73 %
Vocabulario	60 %	62 %	62 %	80 %
Fluidez Lectora	59 %	61 %	60 %	77 %

Fuente: Elaboración propia (2025).

Según los resultados obtenidos en la fase pre-intervención, ambos grupos mostraron niveles similares en los indicadores evaluados. Por ejemplo, la comprensión literal fue del 62 % en el grupo A y del 63 % en el grupo B; la comprensión inferencial fue del 58 % y 59 %, respectivamente; y la fluidez lectora del 59 % y 60 % (Tabla 1, Tabla 2 y Tabla 3). Estas cifras

reflejan una base comparable entre ambos grupos al inicio del estudio.

Tras la intervención de dos meses, el grupo B, que utilizó la metodología gamificada, presentó mejoras sustanciales en todos los indicadores. La comprensión literal aumentó del 63 % al 78 %, la comprensión inferencial del 59 % al 75 %, la comprensión crítica del 56 % al 73 %, el vocabulario del 62 % al 80 % y la fluidez lectora del 60 % al 77 %. En contraste, el grupo A mostró incrementos modestos, con comprensiones literales que pasaron del 62 % al 65 %, inferencial del 58 % al 60 %, crítica del 55 % al 57 %, vocabulario del 60 % al 62 % y fluidez lectora del 59 % al 61 % (Tabla 1).

Los resultados cuantitativos de las pruebas estandarizadas de estas progresiones se presentan a continuación para una mejor visualización del impacto de la gamificación, en la Figura 1:

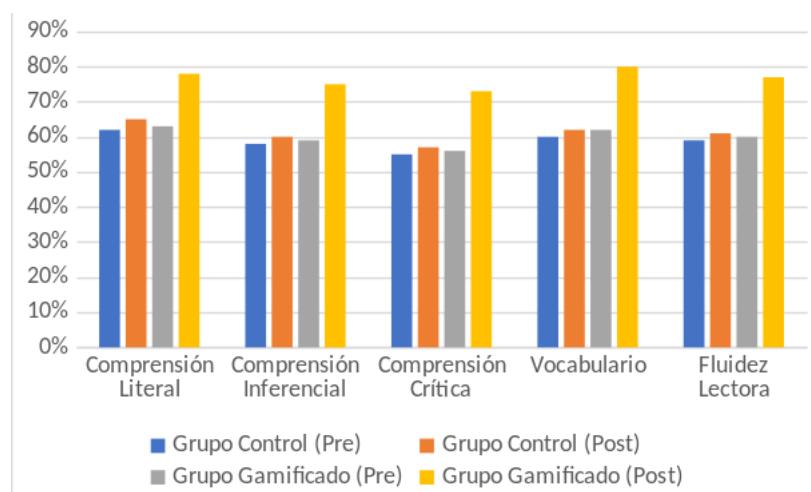


Figura 1: Pruebas estandarizadas

Fuente: Elaboración propia (2025)

En este orden de ideas, la prueba t para muestras relacionadas indicó que las mejoras en el grupo B fueron estadísticamente significativas en todos los indicadores evaluados ($p < 0.05$), evidenciando el impacto positivo de la gamificación en la comprensión lectora. Por su parte, el grupo A no mostró diferencias significativas entre las fases pre y post intervención ($p > 0.05$), lo que sugiere que la metodología tradicional tuvo un efecto limitado en el desarrollo de estas habilidades. Además, al comparar ambos grupos en la fase post intervención mediante la prueba t para muestras independientes, se encontraron diferencias significativas a favor del grupo gamificado (grupo B) en todos los indicadores ($p < 0.05$), confirmando la eficacia de la intervención gamificada frente a la metodología tradicional.

Los resultados evidencian que la implementación de actividades gamificadas contribuyó significativamente a mejorar la comprensión lectora en sus diferentes dimensiones y la fluidez

lectora en los estudiantes de 5to to grado B de la EBN Bicentenario “Samuel Robinson”. En contraste, la metodología tradicional aplicada en el grupo control produjo mejoras mínimas y no significativas.

Estos hallazgos resaltan que la incorporación de dinámicas lúdicas tiene el potencial de transformar la manera en que los estudiantes interactúan con los textos y los videos cuentos. Además, subrayan la importancia de integrar estrategias innovadoras y tecnológicas en el aula para potenciar el aprendizaje, incrementar la motivación y promover un mayor compromiso por parte de los estudiantes.

Es crucial destacar que los elementos de juego facilitan la construcción activa del conocimiento, incentivando la motivación y la participación estudiantil (Gaitán, 2024). Desde una perspectiva sociocrítica, se puede argumentar que la gamificación rompe con modelos tradicionales de enseñanza, permitiendo a los estudiantes ejercitarse sus capacidades cognitivas en entornos que simulan problemáticas reales y desafíos que requieren el uso de pensamiento crítico (Freire, 1970; P. Herrera et al., 2025). Sin embargo, el estudio también puso en manifiesto algunas limitaciones tecnológicas, entre ellas, se destaca la infraestructura tecnológica limitada del entorno escolar, la variabilidad en la familiaridad de los estudiantes con las herramientas digitales empleadas (Educima, Genially), y problemas intermitentes de acceso a internet, que afectaron la consistencia de la intervención, tales como la disponibilidad y funcionamiento adecuado de las plataformas Educima y Genially, así como la capacitación de docentes en el uso de estas herramientas, factores que en algunos momentos afectaron la fluidez de la intervención.

Otro punto relevante a considerar es el proceso de adaptación inicial de los estudiantes al nuevo método, que en ciertos casos generó una curva de aprendizaje técnica. No obstante, la constante retroalimentación y asesoría pedagógica permitieron superar estas barreras, optimizando el proceso y se observó una tendencia sostenida en la mejora lectora.

Se recomienda, para futuras investigaciones, abordar las limitaciones tecnológicas mediante programas de capacitación profesional y la actualización constante de las herramientas digitales, a fin de garantizar su óptimo desempeño. Asimismo, es indispensable ampliar la muestra y extender el periodo de estudio para confirmar la sostenibilidad de los resultados.

Para futuras investigaciones es necesario que se analicen con mayor profundidad cómo estas limitaciones pueden modificarse o superarse para optimizar el uso de la gamificación en contextos educativos diversos.

Conclusiones

Las conclusiones de este estudio confirman que la gamificación, combinada con narrativas poderosas como los videocuentos de Juana la Avanzadora, de Simón Bolívar y Manuela

Sáenz, y *El Principito*, son mucho más que una simple estrategia educativa: representan una puerta abierta hacia un aprendizaje vibrante, significativo y transformador para los estudiantes.

La experiencia vivida por los estudiantes del grupo de 5to grado B, quienes participaron en las actividades interactivas o gamificadas diseñadas en la plataforma Educima, demuestra cómo la integración de juegos, desafíos y operaciones matemáticas contextualizadas puede despertar en ellos una motivación genuina, un compromiso activo y una comprensión profunda que trasciende el aula.

Por otro lado, el grupo 5to grado A, que trabajó con los videocuentos de manera tradicional, y haciendo uso de la comprensión lectora solo empleando el procesador de textos Writer para responder preguntas relacionadas con lo visto y leído en los video cuentos, también evidenció avances valiosos en la comprensión y reflexión histórica, reafirmando el poder de las historias para conectar con las emociones y la identidad de los estudiantes. Sin embargo, la diferencia en niveles de participación y entusiasmo entre ambos grupos evidencia que la gamificación no solo complementa, sino que potencia de manera significativa el proceso de aprendizaje.

Este estudio invita a docentes, investigadores y diseñadores educativos a repensar sus prácticas y a explorar con creatividad cómo las tecnologías y estrategias lúdicas pueden humanizar y revolucionar la educación. Lo que conlleva a plantear esta interrogante: ¿Se está realmente aprovechando todo el potencial que la gamificación y las narrativas digitales ofrecen para formar estudiantes críticos, empáticos y agentes de cambio en sus comunidades, o en su país?

Queda abierta, entonces, esta interrogante apasionante para futuras investigaciones: ¿Cómo puede la integración de la gamificación con narrativas históricas y literarias ser diseñada para fomentar no solo habilidades cognitivas, sino también un compromiso activo con la transformación social y cultural en contextos diversos?

Entre las implicaciones prácticas se proponen las siguientes recomendaciones derivadas de este estudio:

- Capacitación docente en el uso de plataformas digitales interactivas vinculadas con estrategias gamificadas para garantizar una implementación efectiva.
- Adaptación de los materiales gamificados a las características culturales y contextuales del estudiantado.
- Incorporación de evaluaciones formativas continuas para monitorear el progreso del aprendizaje durante la intervención.
- Motivación para el trabajo colaborativo y autoaprendizaje, reforzando la participación activa de los estudiantes.

- Consideración de la infraestructura tecnológica disponible para planificar adecuadamente la incorporación de tecnologías.

Referencias

- Alsawaijer, R. (2018). Gamification and Student Motivation. *The Effect of Gamification on Motivation and Engagement*. <https://doi.org/10.1108/IJILT-02-2017-0009>
- Alvarado, A. (2019). *Gamificación: Cómo el aprendizaje a través del juego está innovando la educación en Venezuela*. Universidad Metropolitana. <https://www.unimet.edu.ve/gamificacion-como-el-aprendizaje-a-traves-del-juego-esta-innovando-la-educacion/>
- Asociación Civil Con la Escuela. (2024). *Reducir la brecha de aprendizaje de la lectura entre las zonas rurales y urbanas de Venezuela es un reto clave*. Diario El Universal. <https://www.eluniversal.com/venezuela/177147/mejorar-la-lectura-en-ninos-y-adolescentes-es-un-reto-para-la-educacion>
- Banco Mundial – UNICEF. (2022). *Cuatro de cada cinco niños y niñas en América Latina y el Caribe no podrán comprender un texto simple*. UNICEF. <https://www.unicef.org/lac/comunicados-prensa/cuatro-de-cada-cinco-ninos-y-ninas-en-america-latina-y-el-caribe-no-podran-comprender-un-texto-simple>
- Brown, A. (2021). Digital learning and constructivism in contemporary education. *Journal of Educational Psychology*, 113(4), 678-690.
- Buckley, P., y Doyle, E. (2014). Gamification and Student Motivation. *Interactive Learning Environments*, 24(6), 1162-1175. <https://doi.org/10.1080/10494820.2014.964263>
- Buñay, M., y Quizhpi, E. (2025). Efectos de la herramienta digital Genially en la comprensión lectora en educación básica: un estudio cuasi experimental con enfoque mixto. *Ciencia Latina Revista Multidisciplinar*, 9(2). <https://ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/view/17346>
- Cuasapud, J., y Maiguashca, M. (2023). Estrategias lúdicas para la mejora de la lectoescritura en alumnos de Educación General Básica. *Revista Científica UISRAEL*, 10(1), 151-165. <https://doi.org/10.35290/rcui.v10n1.2023.694>
- Fernández, L., y García, P. (2022). Gamificación como estrategia didáctica para la enseñanza de las ciencias en la educación básica venezolana. *Educación y Sociedad*, 20(3), 211-229. <https://revistas.unica.cu/index.php/edusoc/article/view/2407>
- Freire, P. (1970). *Pedagogía del oprimido*. Siglo XXI Editores.
- Freire, P. (2010). *Pedagogía de la Autonomía*. Caminos.
- Gaitán, V. (2024). *Gamificación: el aprendizaje divertido*. Blog Educativa. <https://www.educativa.com/blog-articulos/gamificacion-el-aprendizaje-divertido/>
- Gallardo, A. (2024). Mariano Herrera: 85 % de los estudiantes de sexto grado no tienen comprensión lectora. Diario El Impulso. <https://www.elimpulso.com/2024/01/18/mariano-herrera-85-de-los-estudiantes-de-sexto-grado-no-tienen-comprension-lectora-18ene/>

- Gaviria, D. (2021). *Pedagogía de la Gamificación*. Universidad Católica de Pereira. <https://repository.ucp.edu.co/bitstream/10785/8803/1/DDMPDH182.pdf>
- González, M., López, R., y Martínez, A. (2021). Gamificación y evaluación formativa: impacto en la motivación y el rendimiento académico en educación básica. *Revista Iberoamericana de Tecnología Educativa*, 18(2), 45-60. <https://doi.org/10.1234/rite.v18i2.2021>
- Guerrero, N., Marcano, L., y Ortega, M. (2015). *Estrategias para desarrollar la comprensión lectora en los y las estudiantes del quinto grado “Elías Toro” en la Parroquia El Valle, Distrito Capital* [Trabajo Especial de Grado]. Universidad Central de Venezuela. <http://saber.ucv.ve/bitstream/10872/18376/1/COMPLETA.pdf>
- Herrera, J. (2023). La gamificación y su impacto en el aprendizaje de la comprensión lectora. *Revista Latinoamericana de Innovación Educativa*, 15(1), 78-95. <https://ciencialatina.org/index.php/ciencialata/article/view/17346>
- Herrera, P., Huepe, M., y Trucco, D. (2025). *Educación y desarrollo de competencias digitales en América Latina y el Caribe*. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). <https://www.cepal.org/es/publicaciones/81377-educacion-desarrollo-competencias-digitales-america-latina-caribe>
- Jonassen, D. (2020). *Constructivism: Theory, perspectives, practice*. Information Age Publishing.
- Landers, R. (2015). Developing a Theory of Gamified Learning: Linking Serious Games and Gamification of Learning. *Simulation & Gaming*, 45, 752-768. <https://doi.org/10.1177/1046878114563660>
- Licorish, S., Owen, H., Daniel, B., y George, J. (2018). Student's perception of Kahoot!'s influence on teaching and learning. *Research and Practice in Technology Enhanced Learning*, 13, 9. <https://doi.org/10.1186/s41039-018-0078-8>
- Magadán, M., y Rivas, J. (2022). Gamificación del aula en la enseñanza superior online: El uso de Kahoot. *Campus Virtuales*, 11(1), 137-152. <https://doi.org/10.54988/cv.2022.1.978>
- Manzano, A., Camacho, P., Guerrero, M., Guerrero, L., Aguilar, J., Trigueros, R., y Alias, A. (2021). Between Level Up and Game Over: A Systematic Literature Review of Gamification in Education. *Sustainability*, 13, 2247. <https://doi.org/10.3390/su13042247>
- Martínez, C. (2020). *Ciudadanía crítica en la formación inicial de profesores de estadística* [Tesis de maestría]. Universidad de Antioquia. https://www.researchgate.net/publication/341580639_CIUDADANIA_CRITICA_EN_LA_FORMACION_INICIAL_DE_PROFESORES_DE_ESTADISTICA
- Mujica, A., y Martínez, J. (2020). Los diseños curriculares fundamentados en la sociocrítica. Acciones y reflexiones para la planificación curricular. *Revista Multidisciplinaria Dialógica*, 17(3), 169-181. <http://historico.upel.edu.ve:81/revistas/index.php/dialogica/article/viewFile/9131/5642>
- Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. (2019). *Juegos para aprender*. <https://mgiep.unesco.org/games-for-learning>

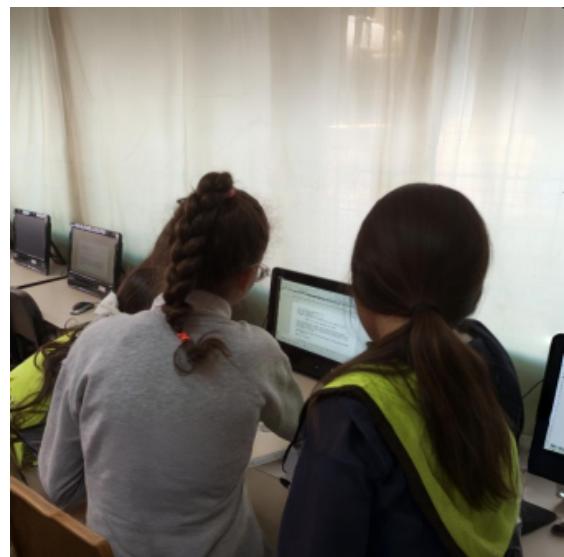
- Ortiz, A., Jordán, J., y Agredal, M. (2018). Gamificación en educación: una panorámica sobre el estado de la cuestión. *Educação e Pesquisa*, 44, 1-17. <https://doi.org/10.1590/S1678-4634201844173773>
- Ruiz, M., y Terrones, M. (2023). Gamificación en el desarrollo del pensamiento crítico de niños de educación primaria en Venezuela. *Revista Arbitrada Interdisciplinaria KOINONIA*, 8(2), 51-65. <https://ve.scielo.org/pdf/raiko/v8s2/2542-3088-raiko-8-s2-51.pdf>
- Sánchez, C. (2019). Gamificación en la educación: ¿Beneficios reales o entretenimiento educativo? *Revista Docentes 2.0*, 5, 1-15. <https://ojs.docentes20.com/index.php/revista-docentes20/article/download/5/5>
- Thaiyanon, N., Namwong, O., y Robillos, R. (2024). The development of grade 5 students' reading comprehension using gamification within brain-based learning. *Journal for Developing the Social and Community*, 11(1), 881-898. <https://so03.tci-thaijo.org/index.php/rdirmu/article/view/276024>
- Ulloa, D., y Carcausto, W. (2024). Efecto de la gamificación en el aprendizaje activo: Revisión sistemática. *Horizontes*, 8(33), 931-944. <https://doi.org/10.33996/revistahorizontes.v8i33.774>
- Universidad Católica Andrés Bello. (2024). *Estudio revela deficiencias en comprensión lectora y matemáticas en bachilleres venezolanos*. NTN24. <https://www.ntn24.com/noticias-actualidad/estudio-revela-deficiencias-en-comprension-lectora-y-matematicas-en-bachilleres-venezolanos-459048>
- Vera, V., y Báez, M. (2024). Estrategias didácticas innovadoras para el fomento de hábitos lectores en estudiantes de educación básica. *Revista InveCom*, 5(1), e501064. <https://doi.org/10.5281/zenodo.11553641>

Evidencias fotográficas



(a) Estudiante visualizando el video cuento de Juana la Avanzadora

Fuente: Pavique (2025).



(b) Estudiantes realizando la actividad de comprensión lectora sobre el video cuento de Juana la Avanzadora en las computadoras

Fuente: Pavique (2025).



(c) Visualización del video cuento de Simón Bolívar y Manuela Sáenz

Fuente: Pavique (2025).



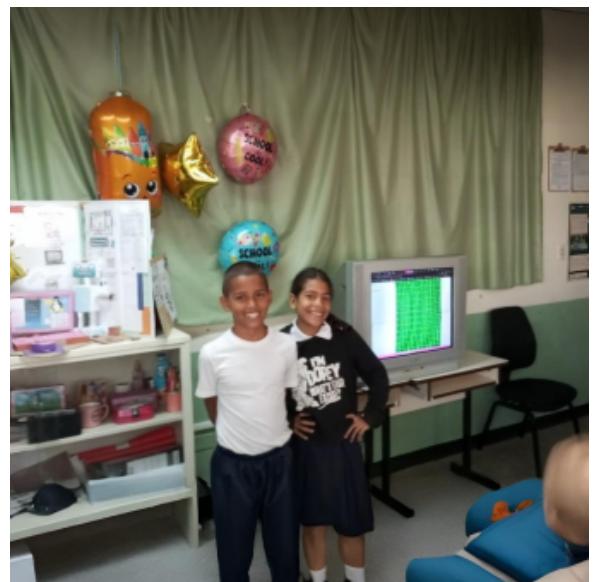
(d) Estudiantes de 5to grado A realizando la actividad de comprensión lectora sobre el video cuento de Simón Bolívar y Manuela Sáenz

Fuente: Pavique (2025).



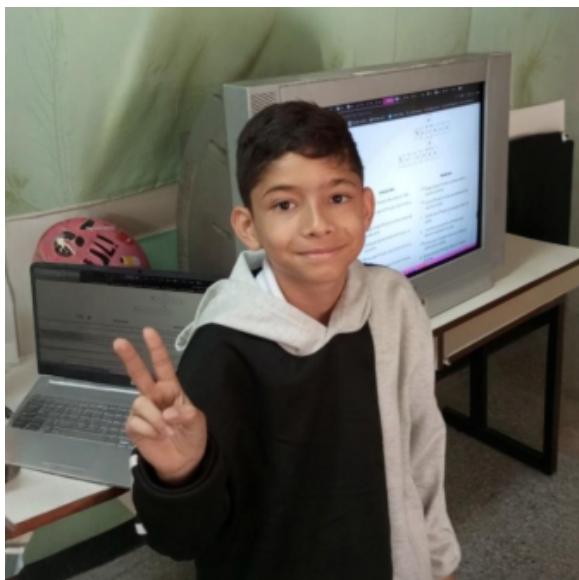
(a) Estudiantes de 5to grado B visualizando el video cuento *El Principito*

Fuente: Pavique (2025).



(b) Estudiantes de 5to grado B realizando la Sopa de Letras: *El Principito*

Fuente: Pavique (2025).



(c) Estudiante de 5to grado B respondiendo preguntas sobre el video cuento *El Principito*, a través de un Crucigrama

Fuente: Pavique (2025).



(d) Estudiantes de 5to grado B jugando en Genially: Aventuras con *El Principito*. Aventuras en el espacio

Fuente: Pavique (2025).

Ensayos sobre la Creación de Conocimiento



La formación de docentes en Universidades Politécnicas Territoriales (UPT) venezolanas

The training of teachers at Venezuelan Territorial Polytechnic Universities

Luis Molina  ¹

Universidad Politécnica Territorial de Mérida Kléber Ramírez, Mérida, Venezuela¹
luisamolinag48@gmail.com¹

Fecha de recepción: 13/03/25

Fecha de aceptación: 16/06/25

Pág: 140 – 161

DOI: [10.5281/zenodo.17466731](https://doi.org/10.5281/zenodo.17466731)

Resumen

La formación docente universitaria tiene como objetivo proporcionar herramientas académicas, humanistas, tecnológicas, científicas, ambientales, culturales y sociales que permitan al equipo de profesores desarrollar las competencias académicas y pedagógicas de enseñanza aprendizaje universitario para hacer el desarrollo profesional que necesita el siglo XXI y sus grandes retos. El objetivo de este ensayo es presentar un plan de formación docente universitario instaurado en la Universidad Politécnica Territorial de Mérida Kléber Ramírez (UPTMKR), para formar docentes que sean capaces de transformar los escenarios educativos universitarios desde su participación renovadora, académicas y pedagógica. Este Plan de Formación es creado como un subsistema educativo universitario para docentes para desarrollar los Programas Nacionales de Formación (PNFs) que se gestionan en la institución. Se establece en tres fases: Formación Inicial, Formación Avanzada y Formación Permanente, desarrollándose cada propuesta basada en los principios de desarrollo profesional docente, calidad académica, contextualización del rol del docente en la institución y el territorio y la producción de Investigación y Desarrollo (I+D) de la Universidad.

Palabras clave: formación docente universitaria, gestión educativa, planificación universitaria, universidades politécnicas territoriales venezolanas.



Esta obra está bajo licencia CC BY-NC-SA 4.0.

Abstract

University teacher training aims to provide academic, humanistic, technological, scientific, environmental, cultural and social tools that allow the team of teachers to develop the academic and pedagogical competencies of university teaching-learning to carry out the professional development that the 21st century and its great challenges need. The objective of this essay is to present a university teacher training plan established at the Territorial Polytechnic University of Mérida Kléber Ramírez (TPUMKR), to train teachers who are capable of transforming university educational scenarios from their renewing, humanistic and pedagogical participation. This Training Plan is created as a university educational subsystem for teachers to develop the National Training Programs (NTPs), that are managed in the institution. It is established in three phases: Initial Training, Advanced Training and Permanent Training, each proposal being developed based on the principles of teacher professional development, academic quality, contextualization of the teacher's role in the institution and the territory and the production of Research and Development (R+D) of the University.

Keywords: university teacher training, educational management, university planning, venezuelan territorial polytechnic universities.

Introducción

Este documento se centra en la formación docente en las Universidades Politécnicas Territoriales (UPT) de Venezuela, particularmente en la UPT del Estado Mérida Kléber Ramírez (UPTMKR). Resalta la complejidad de la formación de los docentes universitarios para cumplir con las necesidades del entorno educativo y la sociedad. Se enfatiza la necesidad de un enfoque crítico y reflexivo en la gestión académica, que integre la evolución y pertinencia ante el dinámico contexto social.

Desde una perspectiva teórica, se exploran diferentes modelos de formación que enfatizan la importancia de un conocimiento pedagógico crítico y el aprendizaje continuo. La formación integral del docente es vista como fundamental para el desarrollo de ciudadanos comprometidos, aportando a la calidad de la educación y el progreso social. Las conclusiones resaltan la relevancia de un modelo de formación flexible y actualizado, que articule la teoría con prácticas efectivas y que fomente el desarrollo profesional constante, preparando a los docentes para enfrentar los desafíos del contexto educativo y las exigencias sociales contemporáneas. Se comprende que, en la actualidad el hecho de ejercer la profesión docente en cualquier nivel del sistema educativo venezolano, es un desafío complejo, junto a una continua revisión y transformación dinámica, pues establece exigencias más allá del conocimiento

profundo del área o disciplina profesional obtenida.

La investigación reconoce que la formación docente debe ser un proceso continuo, que se organice en tres fases: Inicial, Avanzada y Permanente. Estas etapas están destinadas a fortalecer la capacidad de los profesores para adaptarse a nuevas metodologías y tecnologías, asegurando que su práctica pedagógica esté alineada con las necesidades actuales de los estudiantes y de la sociedad. Ante este planteamiento, se abordan los fundamentos teóricos de la formación docente universitaria en la Universidad Politécnica Territorial de Mérida Kléber Ramírez (UPTMKR) como escenario de estudio, enfatizando la importancia de la teoría pedagógica, el pensamiento complejo, y su aplicación práctica para mejorar la calidad educativa. La metodología de formación docente en tres fases: inicial, avanzada y permanente, cada una diseñada para fomentar el crecimiento profesional y adaptarse a los cambios sociales y tecnológicos.

Por tal razón, se considera esencial que los docentes universitarios se conviertan en agentes de transformación, capaces de redefinir sus prácticas educativas dentro de la gestión académica en la formación profesional. Además, que se responde a la pertinencia social de los Programas Nacionales de Formación (PNFs), destacando el papel del docente en el proceso educativo y su impacto en la comunidad con los proyectos socio comunitarios y territoriales, a fin de contribuir con el desarrollo del país. Según el resumen presentado al principio del párrafo, el objetivo fundamental del presente ensayo es ofrecer una reflexión sobre el proceso de formación del docente universitario en la Universidad Politécnica Territorial del estado Mérida Kléber Ramírez (UPTMKR), para formar docentes que sean capaces de transformar los escenarios educativos universitarios desde su participación renovadora, humanística y pedagógica.

Aproximación a la formación docente en las UPT

La formación de los docentes universitarios en el caso que compete, como es en las Universidades Politécnicas Territoriales, es mucho más compleja, ya que debe responder a las necesidades profesionales y del desarrollo de la sociedad en la que está inmersa la universidad, para responderle con pertinencia y conocimiento actualizado. Desde esta visión, los docentes constituyen un factor preponderante para el logro de un sistema educativo universitario de calidad, y en este sentido, su formación debe ser motivo de análisis, reflexión, estudio y diseño propositivo, en correspondencia con la realidad educativa, considerando las condiciones del territorio y el momento histórico en que esta se desarrolla. De acuerdo a lo afirmado, Levy y Morandi (2022), exponen que la labor de enseñar reivindica persistentemente disponer de componente de la comunicación y problematización de opiniones, reflexiones y deliberaciones concernientes a la enseñanza, “que no emergen del saber conceptual, sino que constituyen el conocimiento pedagógico, un conocimiento que resulta fundamental en la tarea de enseñar” (p. 11).

Del mismo modo, Según Vargas (2021), concluye en su estudio, que la formación docente:

... se constituye en un proceso, necesario para garantizar la adecuada preparación de los profesionales en las universidades. Esta demanda en los momentos actuales está condicionada por un auge creciente de la matrícula, el cambio de estrategias de formación ante las nuevas necesidades de sistematización del conocimiento, que cada vez se renueva con mayor velocidad y complejidad (p. 1).

Lo cual, puede dilucidar la presencia de las transformaciones y cambios en el escenario social y educativo de las UPT, que han mostrado el interés de utilizar alternativas para cubrir la planta docente con profesionales que en su momento, no estarían capacitados para cumplir con la actividad docente universitaria, frente a los requerimientos de métodos de la indagación como una exigencia de nuevas tareas que, dentro de las corrientes didácticas de planificación, investigación o de evaluación requiere asumir nuevos roles ante la complejidad del proceso formativo, según lo aportado por De la Cruz (2000) y Addine (2004).

Para contribuir con la formación del docente universitario que responda a las exigencias del contexto, se reivindica la aplicación de un enfoque novedoso y en constante actualización, que a su vez considere las condiciones culturales, sociales, históricas de la región donde está ubicada dicha institución. Por eso Castillo et al. (2016), establecen que para lograr dicho encargo se deben considerar enfoques y modelos muy específicos de la formación docente universitaria, en virtud que:

El aprendizaje es la adquisición de conocimientos que generan cambios de manera individual o colectiva. Visto así, el conocimiento es adquirido de manera continua tanto al interior como al exterior de la institución. Asimismo, en la sociedad del conocimiento es esencial tener acceso, usar y comunicar la información, así como utilizar de manera adecuada el tiempo y plantearse un aprendizaje constante (p. 9).

En esta interesante trama, el subsistema de educación universitaria es concebido como un conjunto de instituciones y procesos que tienen la responsabilidad de actualizar y desarrollar el talento humano necesario para el impulso al progreso de nuestro país, considerando el ejercicio del pensamiento crítico reflexivo, inmersos en procesos de aprendizaje continuo. Así como, de la formación integral a lo largo de toda la vida con el fin de desarrollar valores académicos y sociales de acuerdo con las necesidades reales del entorno social. Esto, lo expresa la Ley Orgánica de Educación (2009) en los artículos 32 y 33 en los que se da relevancia a la formación de ciudadanos sensibles y comprometidos con nuestro país.

En este sentido, los profesores universitarios han de responder a este mandato legal, siendo que en su mayoría están formados con un evidente signo académico, demandan una compacta formación y de condiciones que admitan desenvolverse ante una práctica formativa que se respalda, a consecuencia de la política inclusiva, en la relación procesos, matrícula y calidad,

como bien hace mención Quiñonez (2020). De manera tal que, el desarrollo actual de la sociedad venezolana se está haciendo más apresurado en la creación del discernimiento disciplinar, como del acceso al equivalente saber, lo que favorecerá permutaciones de flexibilidad de aplicación en los métodos de formación docente, como también mencionan Castillo et al. (2016), cuando se refieren al conocimiento tanto científico como tecnológico:

... así como el desarrollo de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación permitirán un desarrollo más acelerado del conocimiento y del acceso al mismo, lo que contribuirá a cambios de flexibilidad en los procesos de formación y mayor grado de interacción e intercambio entre las comunidades académicas lo que coadyuvará en el mejoramiento de la calidad educativa (p. 13).

Es por estas razones, que se requiere de investigaciones y de acciones permanentes que den respuesta dentro del quehacer pedagógico actual, a la problemática de la formación docente.

Acercamiento teórico de la formación docente en las UPT

En el marco de la perspectiva teórica, se describe el interés por la generación de un plan de formación que considera diferentes perspectivas sobre varios modelos de formación docente (Arredondo et al., 1989; Díaz, 2013; Imbernón, 2011; Medina, 1999; Torelló, 2011), para acercarse como modelo crítico social, que discurre sobre los grandes retos para la educación universitaria venezolana, en el caso particular de la UPTMKR, a fin de asegurar y garantizar el derecho a la educación con calidad, pertinencia y equidad social. En la presente investigación se discute el plan de formación del docente, puede estar estructurado en varias fases o períodos, como corresponde al inicial, avanzada y permanente.

Sustento teórico de la formación docente universitaria

Los fundamentos teóricos de la formación docente universitaria están circunscritos en aspectos simbólicos y el pensamiento complejo, que permiten explicar e interpretar la construcción y estudio del saber disciplinario en la formación profesional, colocando en el centro del debate de la teoría educativa, sus contextos, el discurso y de las reglas de desarrollo, producción y uso.

A partir de lo cual, surge la interrogante, ¿La validez de esta teoría está determinada por sus resultados, por lo que se hace, lo que se produce y por cómo puede aplicarse? las respuestas al respecto conducen a si la trascendencia de cualquier teoría educativa aplicada a la UPTMKR, se determina por su pertinencia o utilización práctica con la posibilidad de abordar, acompañar, controlar y orientar la gestión educativa del docente universitario; situación esta que indudablemente demandan los Programas Nacionales de Formación (PNFs), para el progreso y gestión académica de las UPT. En el entendido que, el objetivo de la teoría consiste en comprender y reflexionar sobre el conocimiento como un proceso de construcción

social, humano y humanizado, mediante el cual el ser humano se comprende a sí mismo, comprendiéndose en relación y en colectivo y frente al mundo social ecológico en habita, según lo planteado por Díaz (2013), al referir lo expresado por Carr (1996).

A partir de estas deferencias, la teorización forma parte del proceso de auto transformación y de cambio social, en el que han de involucrarse los diversos hacer y acontecimientos académicos en las UPT, a través del cual las personas se rehacen a partir de sí mismas y desde su vida social; por eso lo transcendente de la teoría no está en pretender transformar al mundo, sino en transformarse a sí mismo en primera instancia; lo cual atañe al docente, considerando los valores, los cuales también, afectan los supuestos que estructuran la práctica educativa cotidiana en el hecho formativo profesional, que conlleva a generar teoría de la praxis docente.

Dicha teoría, asume dos perspectivas: la primera desde la filosofía cuya orientación es de tendencia fenomenológica, pues establece la vinculación teoría-práctica, en términos de la teoría y significados que sustentan la práctica que subyace en la dinámica de aplicación curricular de los PNFs; que, al reflexionarse sobre estos hechos, pueden transformarla. En cuanto a la segunda, esta ocurre desde un punto de vista normativo, como el conjunto de formulaciones que guían y delimitan la acción vinculante que asegura la relación teoría práctica, aun cuando su constitución sea producto del rediseño crítico de la misma práctica, que a su vez la convalida y justifica, generando nuevas aproximaciones teóricas.

Así entonces, el saber educativo se presenta como una construcción del ser humano que vivencia los procesos inherentes a la formación docente, con una información organizada y sistematizada, sin carácter de linealidad; donde la dinámica compleja de la actuación docente contribuye a la elaboración y re elaboración del saber, como expresión de la cultura científica, tecnológica y humanista de los contextos de actuación, a partir de las interacciones entre sus componentes. Ante estas consideraciones, Díaz (2013) expone sobre los fundamentos teóricos del saber, que los docentes generan “teorías que pueden contribuir con la constitución de una base de conocimientos y este proceso representa un referente importante cuando se elaboran los programas de formación” (p. 107); por ser expertos de teorías, ellos mismos construyen y reconstruyen en la dinámica propia de su práctica educativa, en el proceso formativo profesional.

Acontecimientos éstos que, junto a la propia historia del docente, de sus prácticas renovadoras, de los procesos didácticos como de aprendizaje, dentro del marco del conjunto de relaciones epistémicas a partir de las expresiones intelectuales se suscitan, cuando en la interacción participativa emerge una nueva realidad para ser dialogizada en el acto educativo formativo. Creándose de esta manera, una conciencia multidimensional compleja que permite comprender los saberes parciales existentes, donde la totalidad es la no verdad, ni menos que sus partes integradas; ya que, la fundamentación del pensamiento complejo como parte de esta teoría, se cimienta en tres principios: (a) el dialógico, (b) el de recursión y (c) el hologramático (Morín, 1990 referido en Díaz, 2013).

Vistos de esta forma, los fundamentos epistemológicos en la formación docente, tienen como objetivo modificar el pensamiento positivista de los docentes para ver, pensar y actuar en su hacer cotidiano desde una postura inter y transdisciplinaria dentro de un modelo educativo integracionista, de forma diferente e innovadora, que induzca a transformar el modelo educativo universitario de la mano con los documentos rectores de los PNFs, para articular el proceso educativo con la investigación, la auto capacitación y lograr con ello, mejores métodos de enseñanza y construcción del conocimiento.

La enseñanza profesional del docente universitario desde esta perspectiva de la investigación, permite el desarrollo de proyectos académicos, con unas mejores orientaciones epistémicas de la educación, considerando los fundamentos ontológicos, para lograr la auto interiorización de valores y saberes, mejorando así, situaciones formativas con autenticidad en el desarrollo de su quehacer académico en convivencia armónica y en paz con el colectivo educativo, proporcionando conocimientos al estudiante y con proyección en la dinámica cotidiana del sistema educativo. Este modelo permitirá orientar la construcción y desarrollo del buen vivir, respetando la Constitución de la República Bolivariana de Venezuela (1999), la Ley Orgánica de Educación (2009), el Plan de la Patria 2019-2025, para formar ciudadanos solidarios, justos, equitativos, con principios, fines, criterios, premisas, valores, conceptos y contextos que contribuyan a gestar una mejor calidad de vida, y con una visión contrastada del mundo para explicar la naturaleza del hombre desde su saber y enseñanza.

Lo anteriormente expuesto, insta a la formación docente en la universidad por medio de procesos participativos de construcción del conocimiento en colectivo, que conlleven a lo que afirma Barrientos (2016), que se brinde oportunidades donde el profesor universitario comprenda con claridad que, su rol formativo ocurre “para desarrollar seres humanos integrales, inteligentes y con un profundo amor a la vida. Amar a la vida es amar el aprendizaje y ello implica una expresión natural de la alegría de vivir” (p. 177). Lo cual se alcanza, con procesos formadores desde la UPTMKR, dirigidos a los profesores universitarios, de la mano de docentes colegas expertos formadores, con habilidades y destrezas competentes integralmente dentro de un enfoque emancipador de la formación universitaria; cuyo modelo de gestión docente, potencie la dinámica formativa más enérgica de hacer genio y figura en los demás; en efecto, la formación docente se comprende como un proceso evolutivo metacognitivo humano.

Sistematica y derivación

La educación es un mecanismo vital para el desarrollo social cultural humano, ya que no solo transmite conocimientos, sino que también contribuye a conformar la cultura, respondiendo a las peticiones sociales y profesionales, se adecúa a la tecnología. Sin embargo, la sociedad está en invariable progreso, por lo que a los docentes les corresponde ser flexibles y no solo representar el conocimiento, sino igualmente hacer frente con los estudiantes para idear, construir y

reconstruir significados desde su propia cultura. De allí, que la formación docente es una pieza clave, es un camino que dura toda la vida, engloba todas las políticas y procedimientos enfocados en preparar a los docentes para que puedan adquirir los conocimientos, actitudes, destrezas y habilidades necesarias para desarrollar de manera eficaz su labor en el aula y la comunidad de aprendizaje (Peñalver, 2005).

A partir de esta premisa, la aplicación integral de un plan de formación docente se ha sistematizado estructurando tres fases, como son:

1. Fase de Formación Docente Inicial
2. Fase de Formación Docente Avanzada
3. Fase de Formación Docente Permanente

Estas fases de formación inicial, avanzada y permanente del docente, han de propiciar el surgimiento y confluencia motivacional de los profesionales que imparten la docencia en la universidad, con la finalidad de originar cambios de actitud, dar solución a problemas curriculares mediante el estudio, la investigación, la experimentación y la reflexión sobre la propia práctica docente, y no convertirse únicamente en un recetario técnico. El interés estriba en que se pueda amalgamar la teoría y la práctica incrementando esta última en las prácticas docentes, y en el propio plan de formación.

Por lo cual, se tiene que establecer experiencias formativas en los diversos tipos de formación permanente, según su tiempo de ejercicio y la tarea docente. Al respecto, la coordinación de formación docente ha de facilitar los mecanismos adecuados para que la obligatoriedad no genere conflictos en el docente, pues este proceso ha de ser flexible y ha de permitir que las instancias encargadas de la formación inicial colaboren institucionalmente en la formación en ejercicio de los docentes (Alliaud, 2014).

La creación deriva en un plan de formación docente, que se estableció para dirigir la estrategia de ejecución, haciendo diferenciación entre docentes contratados que inician su actividad docente en la institución y los docentes ordinarios o fijos, con amplia experiencia docente y poseedores de un recorrido en la docencia universitaria.

La ejecución del plan se inicia con la formación de los docentes contratados, que se describe a continuación:

La Formación Docente Inicial

La Formación Docente Inicial, es considerada una de las fases más importantes para el desarrollo integral de la formación docente en la UPTMKR. La misma, constituye la apertura

del proceso de socialización fuera del aula de clase tradicional, hacia el desarrollo de la inteligencia y la personalidad del docente. Este es un componente obligado para la apropiación de la concepción filosófica de la institución, sus principios, la misión y visión territorial de impulsar el desarrollo endógeno sostenible, como una política de formación profesional fundamental del estado en materia de educación universitaria.

En esta fase se aplican las estrategias participativas como: el aprendizaje basado en proyectos, el estudio de caso, la simulación, el aprendizaje en sitio. Se ejecuta un proceso de revisión curricular con el propósito de adaptar los currículos a las nuevas tendencias de la educación universitaria. Esta formación puede ser ofrecida a través de programas de formación profesional, tales como el de licenciatura en educación, a través de especializaciones en docencia universitaria, diplomados y cursos de posgrado en educación o programas de formación continua para profesores universitarios en ejercicio de la docencia.

Es fundamental que los docentes contratados de la UPTMKR, reciban una formación consistente y actualizada para garantizar la calidad de la educación universitaria y contribuir al desarrollo académico y profesional de los estudiantes o participantes. Esta fase de formación, suele incluir estudios específicos en pedagogía, didáctica, psicología educativa, evaluación del aprendizaje, entre otros temas relacionados, para que adquieran las competencias necesarias para planificar, implementar y evaluar procesos de enseñanza y aprendizaje efectivos en el nivel universitario. También, se les prepara para trabajar con estudiantes adultos, operar diversas metodologías de enseñanza, utilizar recursos tecnológicos en el aula y promover un ambiente de aprendizaje inclusivo y colaborativo.

Representa ser ésta, una etapa clave para el desarrollo integral de la práctica docente de un profesional universitario, en razón de poder activar y consolidar los conocimientos obtenidos y las experiencias vividas, sean capaz en gran disposición de fortalecer su desempeño. Entonces, es imprescindible incluir la planificación y evaluación como elementos fundamentales en los planes de formación docente.

La planificación en la formación docente

Planificar la instrucción es uno de los compromisos más importantes del trabajo que desarrollan la UPT dentro de su gestión institución; la misma que deben asumir los docentes en el ámbito universitario, correspondiéndose con la programación curricular. Esta se convierte en una parte importante de las competencias básicas del ejercicio profesional, orientada al desarrollo de proyectos formativos que, a su vez, organiza la actuación docente como un conjunto de acciones previsibles e interconectadas, por medio de la puesta en práctica en un plan lógico y articulado. Con frecuencia, la planificación se ha reducido a un mero listado de los temas a tratar y las prácticas a realizar con algunas anotaciones sobre la evaluación, planificar la enseñanza, por tanto, esta visión debe transformarse, pues significa tomar en consideración

las determinaciones legales, como la establecida en el Documento rector de los Programas Nacionales de Formación (2014), en el desarrollo de los contenidos inherentes de cada disciplina.

En consecuencia, planificar es diseñar el programa del quehacer de la vida docente universitaria sobre la base del PNF, pues implica un proceso mental que lleva al docente a interpretar y analizar de una manera sistemática su labor para activar el aprendizaje de sus participantes, examinando en primera instancia la concepción de los mismos, de la universidad, contrastando esta información con el enfoque y los lineamientos de los PNFs de la UPTMKR, verificando congruencia, fijando metas para consolidar la formación inicial en este aspecto, representando clave fundamental para ser un docente profesional. Por lo que la planificación de la docencia universitaria es un proceso fundamental para garantizar la calidad de la enseñanza y el aprendizaje en el ámbito universitario.

A continuación, se presentan algunos aspectos clave a considerar en la planificación de la docencia en la UPTMKR.

1. Objetivos de Aprendizaje: Es importante definir los objetivos de aprendizaje que se desean alcanzar con los participantes, deben ser específicos, medibles, alcanzables, relevantes y con un tiempo determinado.
2. Contenidos y Competencias: Se deben seleccionar en cada trimestre o semestre, considerando las necesidades y expectativas de los participantes, así como los estándares académicos y profesionales del área de conocimiento.
3. Metodologías de Enseñanza: Se deben elegir las más adecuadas para lograr los objetivos de aprendizaje. Es importante diversificar las estrategias pedagógicas, fomentar la participación activa del participante y promover el aprendizaje autónomo.
4. Evaluación del Aprendizaje: Se deben establecer criterios claros y transparentes para evaluar el aprendizaje de los participantes. Debe ser formativa, continua y orientada al desarrollo de competencias, y no solo centrada en la calificación final.
5. Recursos y Materiales: Es necesario identificar los recursos y materiales didácticos que se utilizarán en el trimestre o semestre, libros de texto, material audiovisual, y recursos tecnológicos. Estos recursos deben estar alineados con los objetivos de aprendizaje y las metodologías empleadas.
6. Ambiente de aprendizaje: Se debe crear un ambiente de aprendizaje inclusivo, colaborativo y motivador que favorezca el desarrollo integral de los participantes. Promover la participación activa, el respeto mutuo y la diversidad de ideas en el aula.
7. Seguimiento y Retroalimentación: El seguimiento debe ser continuo en el proceso de enseñanza y aprendizaje, con una retroalimentación oportuna a los profesores para mejorar su desempeño académico.

En virtud de lo cual, la Planificación Docente debe responder a las exigencias del sistema de formación, por lo tanto, es pertinente que se planifique una formación permanente que se corresponda con esas exigencias, de acuerdo con la coyuntura que atraviesa el sistema, en un proyecto educativo que contemple los elementos implicados en la formación permanente de los docentes de la UPTMKR.

En recapitulación, la planificación de la docencia universitaria requiere una cuidadosa preparación y reflexión por parte del docente, con el objetivo de crear experiencias educativas significativas y efectivas que contribuyan al desarrollo académico y profesional de los participantes (Lanz, 2004). La necesidad de actualización docente es otra condición imprescindible para evitar la obsolescencia del sistema de formación universitario, los cambios sociales, de la vida familiar, necesidades sociales, económicos y avances tecnológicos de redes sociales que viven los estudiantes, dado que, exige que los programas de formación docente cumplan una función de instrumento de constante transformación del sistema educativo para adaptarlo a la compleja estructura social profesional; demanda de readaptación técnica periódica, tanto en aspectos psico educativos como en contenidos científicos, debido a que los profesores son los agentes principales de la transmisión de conocimientos en períodos de reformas educativas y demanda profesional.

Formación Docente Avanzada

La formación avanzada es el proceso a través del cual, se relacionan los conocimientos científicos, con la experiencia de la vida cotidiana, donde el docente se apropiá de creencias, teorías, valores para construir un conocimiento personal educativo. Es en esta fase, donde la presencia del docente es esencial para promover el proceso de enseñanza y aprendizaje, en la cual, presenta una propuesta de la formación avanzada, se conjugan la vinculación de los docentes contratados y ordinarios de la institución, para la participación activa en el aprendizaje del pensamiento crítico, constructivista e involucrando la teoría de la complejidad con los procesos metacognitivos en el marco de los proyectos socio-productivo e integradores, como lo establecen los documentos rectores de los PNFs que gestiona de la UPTMKR. Es esta, una fase con enfoque de capacitación actualizadora que busca desarrollar y perfeccionar las competencias y habilidades de los docentes y, su implementación asegura que los docentes estén preparados para controlar los desafíos del aula de clases, promoviendo un aprendizaje significativo para el desarrollo integral de sus estudiantes en los diferentes trayectos de formación profesional. Aspectos que incluyen a su vez:

1. Profundización en Contenidos Específicos: con especialización en áreas temáticas, como matemáticas, ciencias, lenguaje, etc. Actualización en investigaciones y modelos pedagógicos.
2. Metodologías Innovadoras: Capacitación en enfoques pedagógicos modernos, como el aprendizaje basado en proyectos, el aprendizaje colaborativo y el uso de tecnologías

digitales, desarrollando estrategias para la enseñanza diferenciada y la atención a la diversidad.

3. Desarrollo de Competencias digitales: Formación en manejo e implementación de herramientas tecnológicas como Inteligencia Artificial (IA) en enseñanza y aprendizaje en aula, para la capacitación y mejora de métodos de evaluación formativa y retroalimentación constructiva.
4. Investigación Educativa: Aplicación de la investigación acción participativa, investigación en la enseñanza por proyecto, aplicando la didáctica inversa y la reflexión crítica de su praxis educativa, desplegando el desarrollo de liderazgo para asumir roles situacionales de la propia práctica docente, como de los procesos administrativos de gestión institucional universitaria, para lograr producción de investigación y desarrollo (I+D) en el marco de la educación universitaria, y la didáctica integral.
5. Formación Continua: Promoción de una cultura de aprendizaje permanente entre los equipos docentes, mediante la asistencia y participación en conferencias, talleres, seminarios, coloquios, cursos de actualización e integración a redes profesionales de educación y gestión universitaria.

Elementos orientadores para la formación docente avanzada

El docente actual que hace vida académica en las UPT, debe involucrarse directa y activamente en el avance científico del siglo XXI, siendo que es a partir de su gestión que puedan contribuir sustancialmente con los cambios sociales, económicos, climáticos y la contextualización del nuevo desarrollo psico formativo de los estudiantes. Algo que según Izquierdo (2002), en la formación docente deben organizarse tres componentes: Cultural, Científico y Psicopedagógico, a saber:

El Componente Cultural: En el que el docente debe conocer el desarrollo del ambiente cultural local, nacional e internacional estudiantil y su evolución para lograr articular el proceso histórico cultura territorial y el proceso de aprendizaje. Para lograrlo el docente debe profundizar en el conocimiento especializado complejo y desarrollar habilidades cognitivas e interpersonales de adaptabilidad a contextos críticos y complejos. Esto permitirá cumplir, según menciona Levy y Morandi (2022), con la Resolución 01 (1996) emanada del Ministerio de Educación, la cual se considera que:

El trabajo del docente es considerado como una actividad intelectual y técnica, realizada durante un proceso de acción y reflexión cooperativa, de indagación y experimentación personal y grupal, donde el educador es un intelectual autónomo y cooperativo en permanente proceso de desarrollo profesional con estrategias de enseñanza aprendizaje (p. 15).

El Componente Científico: en este se incluye la formación en investigación científica que le permitirán crear estrategias didácticas para la formación de los estudiantes. Se realiza a través de planes formación en Investigación y Desarrollo I+D mediante talleres, diplomados, maestrías o postgrados e integración a redes de investigadores universitarios mediante el desarrollo proyectos interinstitucionales nacionales e internacionales. Le permitirá al docente, una transferencia de conocimiento actualizada y coherente con el desarrollo científico, tecnológico universitario territorial, nacional e internacional. Además, permitirá una actualización de currículos y creación de materiales pedagógicos con la integración del desarrollo tecnológico del siglo XXI.

Para el desarrollo de esta fase, la UPTMKR cuenta con los Programas Nacionales Avanzados (PNFA), cuya misión es el desarrollo de los diferentes Postgrados de la Institución, cuyo propósito es el de fortalecer y profundizar la pertinencia académica, socio-política, socioeconómica y la ética de los estudios avanzados. Actualmente, se cuenta con Maestría en Gestión Pública, Maestría en Producción Sostenible del Cacao y sus derivados, y Postgrados en tres grandes líneas de investigación, desarrolladas a través del Programa de Estudios Abiertos (PROEA - UPTMKR), como son Pedagogía Crítica, Gestión para la Creación Intelectual y Ecología para el Desarrollo Humano, ejecutados como un continuo de formación y creación del conocimiento desde la especialidad, la maestría y el doctorado.

Cabe destacar que el Vicerrectorado Académico de la UPTMKR, a través de la Coordinación del Programa de Formación Docente avanzado, crea planes de formación docente universitarios con contenidos especializados en áreas prioritarias de desarrollo social, humanístico, educativo, tecnológico e investigación científica. Este Programa se materializa en un programa interno de postgrado en Docencia Universitaria generado para la planta de docentes, ejecutándose de carácter presencial, con estrategias multimodales, distribuida en módulos de formación. Se cuenta en su ejecución con procesos de interpretación, análisis, reflexión y generación de conocimiento desde la propia práctica docente, con producción I+D de alta calidad académica.

Formación docente permanente

En torno a la formación docente permanente, un componente esencial es la auto superación, la cual se constituye en la base y fuente para las restantes formas organizativas del conocimiento, por lo que Montero (2006) afirma que:

De ahí que, tanto las actividades específicas de superación que se diseñen por las universidades, como las del propio sistema de trabajo metodológico de la institución educativa, deben caracterizarse por el desarrollo de acciones que promuevan la activa participación de los docentes, así como el intercambio de experiencias y la búsqueda de nuevos conocimientos por ellos mismos (p. 75).

Esta fase de formación, es mucho más que un proceso de actualización dado que le posibilita

al docente realizar investigación desde su práctica formativa y profesional de una manera significativa, integral y productiva, pertinente y adecuada a los contextos sociales de la nueva universidad. Está articulada al ejercicio mismo de la práctica pedagógica y/o andragógico, su praxis intrínseca y extrínseca de la institución universitaria.

Además, esta fase, es considerada como un aspecto propulsor del desarrollo de la política educativa del país, en razón de responder a la necesidad de actualizar al docente de manera continua, donde Blanchard y Fernandes (2021) aporta en su estudio que estos procesos de formación permanente, “constituye un elemento decisivo para la modernización de la totalidad del sistema educativo” (p. s/n), dado que, como propuesta, establece indicadores que evalúan la importancia del conocimiento, la praxis educativa y la producción universitaria del docente como elemento transcendental para alcanzar la evolución y transformación de la institución de acuerdo a las necesidades del país y el territorio.

Se destaca que mediante el desarrollo psicopedagógico formativo profesional del docente, se distingan tres componentes esenciales:

1. Las áreas o campos disciplinares, cuyos contenidos deben transmitir y recrear, esta perspectiva académica permite afirmar que el docente puede formular necesidades de formación directamente relacionadas con el saber científico del que proceden las asignaturas y áreas privilegiadas en el currículo universitario.
2. El saber educativo, es un instrumento teórico y práctico que le permite entender su práctica y orientarla, esta perspectiva profesional se basa en el dominio de reglas, operaciones, que Koch y Miranda (2008), establecen como “modelos y estrategias que orientan la toma de decisiones profesionales. Las necesidades que podría plantear el docente en esta dirección tienen que ver con los enfoques y modelos pedagógicos y curriculares, con la didáctica y con los componentes fundamentales” (p. s/n), del proceso formativo, los contenidos, el clima del aula, los recursos, como de la evaluación, otros materiales e interacciones.
3. La práctica formativa, debe ser comprendida en su sentido heurístico, de tal forma que, como actividad compleja, cambiante, incierta y a veces conflictiva, esté siempre presente como objeto de investigación con necesidades prácticas que conducen a expresar el conocimiento con que se cuenta y se requiere para indagar y comprender esa práctica.

Desde esta perspectiva, la formación permanente de docentes de la UPTMKR, es imprescindible para reformar aspectos fundamentales del sistema educativo y en la institución, es una formación que se hace inaplazable cuando se requiere un nuevo arquetipo de profesor, un nuevo concepto del aprendizaje del estudiante, una nueva forma de entender la relación enseñanza-aprendizaje, una novedosa manera de concebir el conocimiento y todo ello, enmarcado en una nueva estructura académica dentro de un nuevo marco curricular.

Ante lo planteado, el inicio de la profesionalización en la carrera docente supone un salto muy importante, ya que muchas veces se transita de estudiante a profesional con plena responsabilidad, asumiendo los rasgos característicos de su profesión para formar futuros profesionales. Por estas aseveraciones, se hace necesario estratificar la formación permanente en sucesivas etapas de desarrollo formativo continuo, cada una de las cuales se corresponda con una determinada programación de la formación permanente del docente. Dado que, de no ser así, se lograría encontrar con que el nuevo profesional asuma rápidamente actitudes donde se le imposibilite actuar ecuánimemente acerca de su rol, función, tarea y encargo social, al cual ha accedido voluntariamente, para formar parte del cuerpo de catedráticos de la UPT.

Se debe establecer entonces, una etapa dedicada al profesor novel, que le permita diferenciar entre ellos y otros con muchos años de ejercicio con una racionalización y una planificación de la formación permanente que ha de secuenciarse en las diversas etapas por las que atraviesa un profesor. Durante los años de su ejercicio profesional, y la primera etapa se inicia sin duda con su entrada en la coordinación de formación del docente. Haciendo incidir en la necesidad de flexibilización de la promoción profesional de los docentes, actualmente en exceso burocratizada, ya que siempre ha partido de criterios de tipo administrativo como la antigüedad o la titulación académica.

Cuestión de efectos

Considerando la pertinencia de la formación como un continuo, en el docente universitario, Araujo (2016), expone en su estudio que la UNESCO, en su documento de trabajo titulado “la educación en el siglo XXI. Visión y acción” (UNESCO, 1997), ha señalado que la calidad, la pertinencia y la integralidad, instituyen los trascendentales retos y desafíos de la educación universitaria contemporánea; así mismo, afirma que “ser pertinente es estar en contacto con las políticas, con el mundo del trabajo, con los demás niveles del sistema educativo, con la cultura y las culturas, con los estudiantes y profesores, con todos, siempre y en todas partes” (p. 83); la autora conjuntamente, señala que debe concurrir una correspondencia lógica entre lo que la sociedad posee como expectativa de las instituciones universitarias con lo que éstas crean y desarrollan.

Igualmente, refiere el aporte de (Corzo y Marcano, 2007), cuando aseveran que la significación de pertinencia conlleva tácito dos compendios, como son el de la “eficiencia, relacionada con el funcionamiento y la eficacia, relativa a los logros”. así, se entiende que para determinar la pertinencia académica y profesional se debe considerar la evaluación de la calidad institucional, en función del “deber ser”, “quehacer” y “ser” (p. 83).

Al mismo tiempo, Araujo (2016), apoyada en lo que Flórez (2002), concluye sobre su estudio referido a esta disertación que, “el grado de pertinencia social de un programa de formación se mide por el impacto social que genera y esto justifica socialmente la existencia

de las instituciones” (p. 83), siendo el caso de la UPTMKR, que cumple con el encargo social para articularse con las potencialidades y carencias del territorio y contribuye para potenciar las técnicas idóneas para fomentar, fortalecer y consolidar el territorio como exclusiva razón de ser, y manera semejante Marcano (2010) señala que a través de un currículo con emblemática altura de pertinencia y compromiso social, las instituciones de educación universitaria consiguen retroalimentarse de los espacios sociales que las rodean, al concentrar en el currículo dificultades oportunas y prioritarias de la sociedad, a fin de aprender, examinar y proponer opciones de solución, siendo un entrenamiento renovado en el hacer académico.

Bajo esta mirada de la formación académica profesional de docentes que, como talento humano formativo en la UPTMKR, responda a la realidad que demanda la sociedad de su territorio, su desarrollo debe realizarse un enfoque crítico-reflexivo centrado en la investigación-acción, recusando las siguientes interrogantes:

¿Qué nivel de pertinencia desde el punto de vista académico y de formación profesional existe en los docentes de formación inicial? Como también, ¿Hasta qué punto, están conscientes las UPT acerca de los cambios curriculares que está experimentando este subsistema educativo? Y, por tanto, ¿Cómo se están atendiendo las necesidades educativas que demanda la sociedad y los nuevos lineamientos emanados de los órganos educativos nacionales? Finalmente, ¿Qué mecanismos de articulación e integración entre los cambios curriculares del sistema educativo universitario, se han venido desarrollando en la formación inicial, avanzado hasta el permanente?

Para dar respuestas a estas interrogantes el docente - investigador alcanzará con el establecimiento de los siguientes propósitos:

El Propósito General, se ha centrado en generar un contexto teórico sobre los Componentes de la Formación Docente para la UPTMKR, en la Vinculación de la Formación Inicial, Avanzada hasta la Permanente, que oriente a las UPT venezolanas.

Como Propósitos Específicos, se han dispuesto: 1. Fundamentar los componentes de la Formación Docente que oriente los procesos de gestión universitaria, así como de 2. Establecer los Componentes de la formación Docente Inicial para las UPT, que permitan, 3. Determinar los elementos Orientadores para la construcción de un plan de Formación Docente en Educación universitaria para las UPT, lo que a su vez conlleva a 4. Reflexionar sobre la viabilidad y pertinencia de la formación continua del Docente en las UPT. A partir del logro de estos propósitos, se establecen los Componentes Generadores de la Formación Docente, que se presentan a continuación.

Componentes generadores de la formación docente

Esta propuesta del plan de formación docente para la UPT, expone con claridad el rol actual del docente frente a los retos provenientes de la dinámica del contexto universitario dentro del principio de territorialidad que las identifica y enaltece, como de la disciplina que enseña y educa, de la cultura universitaria en su propia dinámica generadora de conocimiento y del proceso mismo de formación profesional, los cuales inducen necesidades de formación que orientan la demanda de actualización.

En efecto, el proceso de formación docente de la UPT satisface las necesidades de formación docente y aporta al debate en el ámbito nacional e internacional. En la formación docente inicial, el docente es concebido como un actor fundamental del proceso educativo, sobre quien descansa la transmisión y reconstrucción del conocimiento, que permite al individuo desarrollar las comprensiones que la transformación de la sociedad demanda. Afirmar para ejercer ese rol protagónico en la educación, significa reconocer la institución educativa universitaria que cuenta o debe contar con una identidad propia y particularmente, en sus primeros espacios como el aula de clase, la biblioteca o el laboratorio, de otros espacios de desarrollo, de recursos, materiales y medios simbólicos de distribución y recreación de saberes, como áreas vivas de interacción humana con el conocimiento, donde se ponen en juego los múltiples factores y condiciones que facilitan la enseñanza y el aprendizaje o generan problemas relacionados con ellos.

La formación docente en este contexto, tiene como punto de referencia, al docente en ejercicio y su incidencia sobre el proceso de enseñanza aprendizaje. También es imprescindible que, este sea un proceso concreto, definido y obligatorio para todo docente en ejercicio académico por sus excesivas funciones en la actualidad. Por eso, el proceso surge de las necesidades formativas de los futuros facilitadores, podría establecerse un Currículo coherente y congruente con la visión y misión de la UPT, un plan de estudios o planes de formación permanente, que examinasen armónicamente los contenidos, las metodologías, la evaluación, las simulaciones, las prácticas. Todo ello, con el fin de dotar a los nuevos docentes como mediadores y facilitadores, y a los ya experimentados, con una sólida formación científica, tecnológica, humanista, psicopedagógica que asegure la innovación cultural universitaria competente.

Es importante del mismo modo, que en el momento de diagnosticar y elaborar el plan de formación, se considere la creación de pautas, que permitan una mejor y consciente formación inicial y permanente, asegurando con ello, una amplia participación de sectores sociales y de profesionales calificados, todos implicados en la formación del docente en ejercicio, entre los cuales deben considerarse las coordinaciones de investigación y extensiones, territorialidad, educativas, pedagógicas de la universidad, pero también, los diversos organismos públicos y privados calificados para formación educativa (UNESCO, 1997).

En este orden de ideas, las tareas educativas y especialmente, las dedicadas a la formación docente, debe ser realizada por especialistas que ejercen su actividad en el medio universitario: equipos psicopedagógicos, inspectores técnicos de educación universitaria, investigadores, científicos y profesionales expertos en tecnología digital. Estos facilitadores deben ser altamente calificados, con experiencia objetiva sobre el perfil y la función del docente de realizar trabajo colectivo en comunidades e instituciones del país.

Ante estas ideas, es imprescindible tener en cuenta que, para iniciar cualquier plan de formación docente, se debe realizar un diagnóstico de la población docente y sus necesidades prioritarias de formación, para poder dotar de las condiciones, herramientas y estrategias fundamentales para la formación docente. No es fácil delimitar el tipo de profesor que precisa nuestra sociedad, pero en cualquier caso deberá extraerse de un conjunto de estudios que parten, a su vez, de variables múltiples, complejas e interrelacionadas, en este sentido si bien se obtiene ya algunos datos parciales procedentes de investigaciones concretas y sectoriales, podrían nutrir aún más las propuestas a desarrollar. Aun cuando en la actualidad, numerosos aspectos permanecieran todavía sin clarificar o están por investigar, se han venido ejecutando procesos significativos que apuntan hacia una realidad esperada, por lo que los movimientos hacia la cristalización de los propósitos iniciales se están distanciando del terreno de las suposiciones o hipótesis, y se avanza sobre estudios totales o parciales acerca el tema en cuestión.

Abarca sobre estas consideraciones, el análisis de diversos aspectos y exige el uso de métodos y técnicas muy variadas. Es una tarea pendiente que implica un gran reto, y en el que el docente de la Universidad Politécnica Territorial del estado Mérida Kléber Ramírez ha de participar vivamente. El análisis actual de la formación del docente ha de contemplar, por una parte, la formación recibida por la mayoría de los docentes actuales y, por otra parte, su formación dentro de un modelo que tiene en cuenta el contexto en el que se mueve la relación educativa universitaria.

En torno a los resultados obtenidos en la UPTMKR, en relación con los procesos de acompañamiento y evaluación del desempeño docente, se destaca la importancia de un enfoque ontológico y epistemológico integrado en el currículo universitario, que fomente una didáctica participativa y relevante para la formación de los docentes. Se enfatiza la necesidad de una agenda futura que incluya tecnologías y metodologías innovadoras, alineadas con la andragogía y la neurociencia, para mejorar el conocimiento práctico de los profesores en áreas como planificación, evaluación y liderazgo.

Finalmente, se plantea que la educación universitaria enfrenta desafíos significativos, como la desconexión curricular y la falta de herramientas teóricas entre los docentes. La formación continua se presenta como un componente esencial para enfrentar estos problemas,

proponiéndose la creación de planes de formación permanente que sean flexibles y adaptados a las realidades específicas de los docentes y su entorno. La investigación resalta que un buen educador debe dominar tanto el conocimiento teórico como práctico, promoviendo una cultura de colaboración que enriquezca la relación dentro de la comunidad universitaria, se aboga por una gestión consciente y dialéctica del proceso formativo, esencial para elevar la calidad de la educación universitaria y responder a las demandas de un contexto social complejo.

Conclusiones reflexivas

Esta propuesta del plan de formación docente para la UPT, expone con claridad el rol actual del docente frente a los retos provenientes de la dinámica del contexto universitario dentro del principio de territorialidad que las identifica y enaltece, como de la disciplina que enseña y educa, de la cultura universitaria en su propia dinámica generadora de conocimiento y del proceso mismo de formación profesional, los cuales inducen necesidades de formación que orientan la demanda de actualización.

Una vez desarrollado el presente documento, partiendo de los fundamentos teóricos de la formación docente universitaria, se destaca la importancia de un enfoque de gestión académica que integre el pensamiento complejo y la reflexión crítica dentro de la práctica formativa profesional. Esto, indudablemente, argumenta la validez de las teorías educativas, como las aplicadas en la UPTMKR, residiendo en su eficacia práctica y en la capacidad para transformar al docente que hace vida profesional en la institución, más allá que en su potencial para cambiar el mundo. Ante estas circunstancias innovadoras del sector, fragmenta el proceso de formación docente en tres fases: inicial, avanzada y permanente, cada una diseñada para responder a las necesidades cambiantes de la educación.

En efecto de lo cual, se enfatiza que la planificación de la formación profesional en el estudiantado es esencial y debe ser un proceso dinámico que se adapte a los contextos socio comunitarios y territoriales, las demandas tecnológicas actuales. Se subraya también la reflexión acerca de la necesidad de actualización continua y permanentemente al docente universitario para evitar la obsolescencia del conocimiento, que asegure una práctica docente, con un enfoque en la formación integral del estudiantado que incluya aspectos culturales, científicos y psicopedagógicos.

En virtud de lo cual, se han discutido los retos que enfrenta la educación universitaria contemporánea, tales como la pertinencia, la calidad y la necesidad de articular la formación docente con las expectativas sociales e institucionales, proponiendo un modelo que contemple las características del entorno educativo asegurando también acrecentar el patrimonio intelectual de la universidad dentro de su territorio.

En este contexto, los resultados y avances en la formación docente en la Universidad

Politécnica Territorial del Estado Mérida Kléber Ramírez (UPTMKR), enfatizan la importancia de los procesos de acompañamiento formativo en el docente y la evaluación de su desempeño académico. Se destaca la urgencia de integrar enfoques alternativos desde lo andragógico y neurocientífico en la formación docente, dado que esto, mejora las competencias en instrucción, planificación, evaluación e investigación.

Se destaca la relevancia de la gestión docente para fortalecer la relación entre la universidad y la comunidad, asegurando la calidad de la educación y el bienestar de los ciudadanos venezolanos que reciben formación en las aulas de esta alma mater. Por lo que la perspectiva de formación docente se justifica, para que estén mejor equipados y se enfrenten a los problemas sociales y contextuales de la realidad territorial, proponiendo que una educación universitaria de calidad depende de una sólida base teórica y metodológica disciplinar y transdisciplinar que conjuguen las ciencias con la tecnología y la didáctica docente. Esta reflexión sobre la formación continua, constituye un elemento clave para el desarrollo profesional y humano de los docentes, lo cual es fundamental para afrontar los cambios en el ámbito educativo y social. Además, se propone establecer una agenda que fomente el uso de tecnologías y metodologías innovadoras, promoviendo un nuevo paradigma educativo que responda a las complejidades actuales.

Referencias

- Addine, F. (2004). *Didáctica: Teoría y práctica*. Pueblo y educación.
- Alliaud, A. (2014). *Los Sistemas de Formación Docente en el MERCOSUR: Planes de estudio y propuestas de formación continua, 1a ed.* Teseo.
- Araujo, M. (2016). Pertinencia académica profesional en la formación de docentes para Educación Inicial en el estado Trujillo: Una propuesta a partir de la investigación-acción. *Educere, 20*(65), 81-89. <https://www.redalyc.org/pdf/356/35646429009.pdf>
- Arredondo, M., Uribe, M., y Wuest, T. (1989). *Notas para un modelo de docencia*.
- Barrientos, P. (2016). La naturaleza de la formación docente. *Horizonte de la Ciencia, 6*(11), 169-177. <https://www.redalyc.org/journal/5709/570960869015/html/>
- Blanchard, M., y Fernandes, L. (2021). Claves y proceso para configurar la identidad del 'docente educador' desde la formación inicial. *Acta Scientiarum. Education, 43*(1), e56997. <https://doi.org/10.4025/actascieduc.v43i1.56997>
- Carr, W. (1996). *Una teoría para la educación*. Morata.
- Castillo, E., León, G., Montes, M., y Oliveros, L. (2016). Comunicación y educación. La innovación del trabajo académico en la universidad pública. *RICSH, 5*(9), 55-73. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.23913/rics.h.v5i9.63>
- Constitución de la República Bolivariana de Venezuela. (1999). *Constitución de la República Bolivariana de Venezuela*.
- Corzo, L., y Marcano, N. (2007). Evaluación institucional, calidad y pertinencia de las instituciones de educación superior. *Omnia, 13*(2), 7-29.

- De la Cruz, M. (2000). Formación pedagógica inicial y permanente del profesor universitario en España: Reflexiones y propuestas. *Revista interuniversitaria de formación del profesorado*, 38, 19-35.
- Díaz, V. (2013). La reflexión epistemológica en la práctica pedagógica como entidad reveladora de la formación docente. En V. Izarra y R. Ramírez (Eds.), *Docente, Enseñanza y Escuela* (pp. 21-37, Vol. 2390). Universidad Pedagógica Experimental Libertador.
- Documento rector de los Programas Nacionales de Formación. (2014). *Programa nacional de formación en construcción civil*. Caracas Venezuela.
- Flórez, R. (2002). Currículo y Pedagogía: Nuevas Tendencias Curriculares. *Conferencia dictada en el V Congreso de Currículo educación superior venezolana*. Caracas.
- Imbernón, F. (2011). Un nuevo desarrollo profesional del profesorado para una nueva educación. *Revista De Ciências Humanas*, 12(19), 75-86. <https://doi.org/10.31512/rch.v12i19.343>
- Izquierdo, C. (2002). *El profesor y su mundo*. Trillas.
- Koch, T., y Miranda, C. (2008). Necesidades de formación permanente de docentes técnicos. *Estudios Pedagógicos de docentes técnicos*. https://www.academia.edu/67447707/Las_necesidades_de_formaci%C3%B3n_permanente_del_docente
- Lanz, R. (2004). *La universidad se reforma II. Colección Debate sobre la Reforma*. Universidad Central de Venezuela.
- Levy, E., y Morandi, G. (2022). *Formación docente universitaria: un desafío postergado. El derecho a la formación docente en la universidad. Un debate latente para una política pendiente*. Editorial CLACSO.
- Ley Orgánica de Educación. (2009). *Gaceta Oficial N° 38.712*. Caracas, Venezuela. Gráficas 2021 C.A.
- Marcano, M. (2010). Aproximaciones teóricas para el desarrollo de competencias investigativas en educación superior. *Anuario del doctorado en Educación*. <http://erevistas.saber.ula.ve/index.php/anuariodoctoradoeducacion/article/view/3873>
- Medina, R. (1999). *La Formación del profesorado en una sociedad tecnológica*. Cincel.
- Montero, L. (2006). Las instituciones de la formación permanente, los formadores y las políticas de formación en el estado de las Autonomías. En J. M. Escudero y A. L. G. (Eds.) (Eds.), *La formación del profesorado y la mejora de la educación* (pp. 155-194). Octaedro.
- Morín, E. (1990). *Introducción al pensamiento complejo*. Gedisa.
- Peñalver, L. (2005). *La formación docente en Venezuela. Un estudio diagnóstico*. IESALC – UNESCO.
- Quiñonez, E. (2020). Plan de formación docente para la gestión pedagógica en el área de posgrado. *Polo del Conocimiento*, 5(1), 715-737. <https://polodelconocimiento.com/ojs/index.php/es/article/view/1245>
- Torelló, O. (2011). El profesor universitario: sus competencias y formación. *Profesorado. Revista de Currículum y Formación de Profesorado*, 15(3), 195-211. <https://www.redalyc.org/pdf/567/56722230013.pdf>
- UNESCO. (1997). *Políticas para el cambio y el Desarrollo en la Educación Superior*. Documento previo a Conferencia de la Educación Superior Mundial.

Vargas, L. (2021). *Sistema de instrumentos didácticos para apoyar docencia universitaria de la investigación y el desarrollo de las investigaciones*. Consejo De Publicaciones. Dirección General de Promoción y Divulgación de Saberes Editorial Universidad Bolivariana de Venezuela.

Experiencias de Conocimiento Libre



Observaciones con la Cámara Schmidt del Eclipse Lunar 2025 para la Creación del Conocimiento

Observations with the Schmidt Camera of the 2025 lunar eclipse for knowledge creation

José Sánchez  ¹

Giuliat Navas  ²

Gregore Rojas  ³

Luis Vivas  ⁴

Nomar Villa  ⁵

Centro de Investigaciones de Astronomía Francisco J. Duarte, Mérida, Venezuela^{1,2,3,4}

josiubaldo@gmail.com¹

giuliatnavas@gmail.com²

gregorerojas@gmail.com³

lvivas982@gmail.com⁴

nomarv.cida@gmail.com⁵

Fecha de recepción: 16/05/2025

Fecha de aceptación: 12/08/2025

Pág: 163 – 179

DOI: [10.5281/zenodo.17467683](https://doi.org/10.5281/zenodo.17467683)

Resumen

La astrofotografía, una fusión de ciencia y arte, se ha convertido en una herramienta esencial para el estudio detallado de fenómenos astronómicos, como los eclipses lunares. La evolución de los detectores CMOS, caracterizados por su alta eficiencia cuántica y versatilidad en la sensibilidad ISO, permiten capturar variaciones dinámicas de brillo y color inherentes a estos eventos. La presente investigación documenta el eclipse lunar total del 13-14 de marzo de 2025 desde el Observatorio Astronómico Nacional Llano del Hato en Venezuela, utilizando el Telescopio Cámara Schmidt. Se presenta, además, una estrategia de ajuste dinámico del ISO para optimizar la captura en cada fase. La metodología incluyó una observación detallada de las distintas etapas del eclipse, desde la sutil inmersión penumbral hasta la totalidad, con su característica coloración rojiza producto de la refracción atmosférica terrestre. Se emplearon técnicas de calibración fotométrica del color con *PixInsight* (PCC), basadas en datos astrométricos y fotométricos de catálogos estelares, para asegurar una representación cromática precisa.



Esta obra está bajo licencia CC BY-NC-SA 4.0.

El pre-procesamiento de las imágenes involucró la creación de imágenes maestras de bias, dark y flat con MaxIm DL, seguido del apilamiento con Sequator para la reducción de ruido y el aumento de la señal. Los resultados se presentan en secuencias temporales y visuales, detallando la cronología del eclipse en la hora local de Venezuela (HLV) y la progresión de sus fases. La calibración fotométrica, validada mediante el análisis de estrellas de campo, permitió obtener imágenes de la Luna con una representación de color astronómicamente consistente, fundamentales para un análisis científico riguroso de las variaciones lumínicas y cromáticas del eclipse contribuyendo significativamente al conocimiento de nuestro universo.

Palabras Clave: astrophotografía, calibración fotométrica, eclipse lunar total, sensor CMOS.

Abstract

Astrophotography, a fusion of science and art, has become an essential tool for the detailed study of astronomical phenomena such as lunar eclipses. The advancement of CMOS detectors, characterized by their high quantum efficiency and versatility in ISO sensitivity, allows for the precise capture of dynamic variations in brightness and color inherent to these events. This research documents the total lunar eclipse of March 13-14, 2025, from the National Astronomical Observatory Llano del Hato in Venezuela, using the Schmidt Camera Telescope. Additionally, a dynamic ISO adjustment strategy is presented to optimize image capture at each phase of the eclipse. The methodology included a detailed observation of the various eclipse stages, from the subtle penumbral immersion to totality, with its characteristic reddish coloration caused by Earth's atmospheric refraction. To ensure accurate color representation, photometric color calibration techniques were applied using PixInsight (PCC), based on astrometric and photometric data from stellar catalogs. The image pre-processing involved the creation of master bias, dark, and flat frames with MaxIm DL, followed by stacking with Sequator to reduce noise and enhance signal quality. The results are presented in temporal and visual sequences, detailing the eclipse's chronology in Venezuela's local time (HLV) and the progression of its phases. The photometric calibration, validated through field star analysis, provided lunar images with an astronomically consistent color representation, fundamental for rigorous scientific analysis of the eclipse's luminous and chromatic variations, contributing significantly to the understanding of our universe.

Key words: astrophotography, photometric calibration, total lunar eclipse, CMOS sensor.

Introducción

La fotografía, concebida como la ciencia y el arte de capturar imágenes mediante un medio sensible a la luz, encuentra en la astrofotografía una fascinante intersección con el rigor científico. Esta disciplina permite trascender la contemplación estética del cosmos, revelando estructuras, colores y fenómenos celestes invisibles al ojo humano, contribuyendo significativamente a la investigación astronómica y expandiendo nuestra comprensión de la belleza intrínseca del universo (Cardozo, 2023), siendo una herramienta poderosa para entender y expandir nuestro conocimiento sobre el universo y el espacio exterior. El cielo nocturno, con su inmenso manto de puntos luminosos, ha cautivado históricamente la atención humana, y la astrofotografía surge como la intersección entre la astronomía y la fotografía, empleando equipos especializados para inmortalizar los cuerpos celestes (Marx y Pfau, 1992) y expandir nuestra visión o conocimiento sobre ellos.

El campo de la astrofotografía ha experimentado un avance sustancial gracias a la evolución tecnológica y la microelectrónica (Duarte et al., 2011). Los detectores CMOS (*Complementary Metal-Oxide Semiconductor*) y CCD (*Charge Coupled Device*), pilares de esta disciplina, se basan en el efecto fotoeléctrico. Su arquitectura integra numerosos fotodiodos por píxel, generando una corriente eléctrica proporcional a la luz incidente, optimizada mediante microlentes que concentran la luz en cada celda fotosensible.

Un parámetro crítico para los detectores CMOS y CCD en la astrofotografía es la eficiencia cuántica (EC), que cuantifica la capacidad del sensor para convertir fotones incidentes en una señal electrónica detectable. La EC representa la fracción de fotones que libera un electrón al impactar la superficie fotosensible; por ejemplo, una EC del 50 % implica la generación de 50 electrones por cada 100 fotones incidentes. El sensor CMOS de la Fujifilm GFX 50R, utilizado en esta investigación, alcanza una EC de 50 % (Della, 2024). Este nivel de rendimiento subraya la necesidad de emplear telescopios de gran apertura y tiempos de exposición prolongados para capturar la tenue luz de objetos astronómicos distantes (débiles). En este proceso, el telescopio, la montura y los sistemas de guía juegan un papel fundamental, ya que garantizan la estabilidad y precisión necesaria para obtener imágenes de alta calidad (Neira, 2023). Los sensores CMOS contemporáneos ofrecen ventajas adicionales, como un ruido de lectura inferior y una mayor velocidad de lectura en comparación con los CCD, necesarios para la detección de detalles tenues y la captura de eventos dinámicos como los eclipses lunares.

La inherente versatilidad de los sensores CMOS modernos, particularmente en la precisa configuración de su sensibilidad ISO en el telescopio Cámara Schmidt, demostró ser un factor determinante en la documentación del eclipse lunar, observado desde el Observatorio Astronómico Nacional Llano del Hato (OAN) en Venezuela. La estrategia de ajustar dinámicamente la sensibilidad ISO del sensor CMOS, propuesta en esta investigación como una metodología efectiva para la documentación fotográfica de eventos astronómicos con un

amplio rango de luminosidad, permitió al equipo de observación adaptarse a las significativas variaciones lumínicas experimentadas durante las distintas fases del eclipse, optimizando así la calidad de las imágenes obtenidas.

Mediante la captura de fotografías individuales con valores ISO optimizados para cada nivel de brillo lunar, se previno la saturación en las fases parciales y se logró registrar la tenue coloración rojiza y los detalles sutiles durante la totalidad, compensando la incapacidad del ojo humano para acumular luz (Neira, 2023). La capacidad intrínseca del sensor CMOS para modular la sensibilidad en cada exposición individual resultó fundamental para obtener una crónica visual exhaustiva de la progresión del eclipse lunar sobre el cielo venezolano. La capacidad inherente de los sensores CMOS para capturar secuencias rápidas de imágenes (aunque en este caso se optimizaron fotografías individuales por ISO), también ofrece la posibilidad de documentar con detalle el avance gradual de la sombra terrestre sobre el disco lunar. Es importante destacar que la astrofotografía de objetos celestes está amparada por tratados internacionales, permitiendo su captura sin restricciones legales (Navas y Rojas, 2024) facilitando su observación y estudio con fines pacíficos, promoviendo el acceso libre al conocimiento astronómico y el avance de la investigación científica.

Observación del eclipse lunar

La observación detallada del eclipse lunar del 13-14 de marzo de 2025 se realizó desde el Observatorio Astronómico Nacional (OAN), situado en el sector Llano del Hato, municipio Rangel, estado Mérida, Venezuela (latitud N $8^{\circ} 47' 11''$, longitud O $70^{\circ} 52' 18,8''$, altitud 3600 msnm). Esta ubicación privilegiada ofrece condiciones atmosféricas favorables para la astronomía, con cielos generalmente oscuros y menor turbulencia atmosférica que en altitudes inferiores. Un eclipse lunar, evento astronómico de gran interés, ocurre cuando la Tierra se interpone directamente entre el Sol y la Luna, proyectando su sombra sobre la superficie lunar y oscureciéndola temporalmente (NASA Science, 2025). Las diversas fases de este eclipse fueron registradas detalladamente mediante el Telescopio Cámara Schmidt del OAN.

La latitud del observatorio influye significativamente en la trayectoria aparente de la Luna en la bóveda celeste nocturna, determinando su altura máxima sobre el horizonte local y la duración de su visibilidad durante la observación. En este contexto, y con el fin de optimizar la observación y la captura de imágenes del eclipse lunar total de marzo de 2025, se llevó a cabo una planificación exhaustiva, basada en predicciones astronómicas precisas del evento y las coordenadas geográficas del OAN. De acuerdo al patrón de visibilidad mostrado en la Figura 1, los habitantes del continente americano, en especial los venezolanos, tuvieron la oportunidad de observar el eclipse lunar. En contraste, los residentes de Europa, Asia y África no pudieron experimentar el fenómeno. Este mapa detalla la visibilidad del eclipse lunar (13-14 de marzo de 2025), mostrando las regiones de contacto desde su centro sub-lunar ($102^{\circ}13'W$).

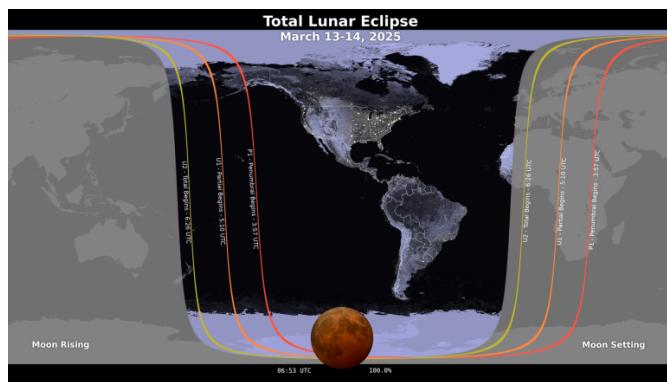


Figura 1: Mapa de la Tierra.

Fuente: NASA Science (2025).

Eclipses lunares

Los eclipses lunares son fenómenos astronómicos notables que ofrecen la ventaja de ser observables desde una extensa área terrestre, llegando a cubrir la Luna por completo durante la totalidad por más de una hora (Aupí, 1999). Su ocurrencia está intrínsecamente ligada a la fase de Luna Llena, cuando nuestro satélite natural se alinea en el lado opuesto de la Tierra respecto al Sol. Esta precisa configuración geométrica, con la Tierra interpuesta entre ambos cuerpos celestes, es esencial para que la sombra terrestre se proyecte sobre la superficie lunar, dando lugar a este evento. La exacta alineación de estos tres cuerpos celestes (Figura 2), determina el tipo de eclipse resultante: total, parcial o penumbral, así como la magnitud del oscurecimiento visible desde la Tierra.

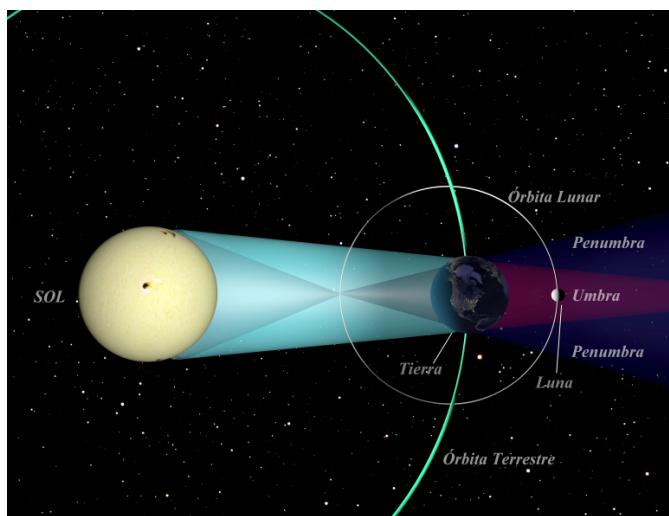


Figura 2: Geometría de un eclipse lunar (ilustración artística).

Fuente: Elaboración propia (2025).

Se observan los conos de la umbra y penumbra generados por la Tierra y la alineación perfecta entre el Sol, la Tierra y la Luna, para la ocurrencia de un eclipse lunar.

El eclipse lunar (Figura 3) comienza cuando la Luna llena ingresa en la penumbra, que es la parte mas clara de la sombra, donde la luz del Sol es parcialmente bloqueada por la Tierra. En esta fase inicial, la luminancia del disco lunar disminuye de manera gradual, aunque es apenas perceptible para un observador casual ubicado dentro del patrón de visibilidad en la Tierra. Este cambio marca el inicio de la fase parcial del eclipse. Durante este periodo, se observa un oscurecimiento progresivo y definido, con un contorno curvo que va ocultando paulatinamente los detalles topográficos de la Luna. A medida que la Luna avanza en su órbita, una porción cada vez mayor de su disco ingresa en la umbra, la zona mas oscura de la sombra, donde la luz del Sol queda completamente bloqueada por la Tierra.

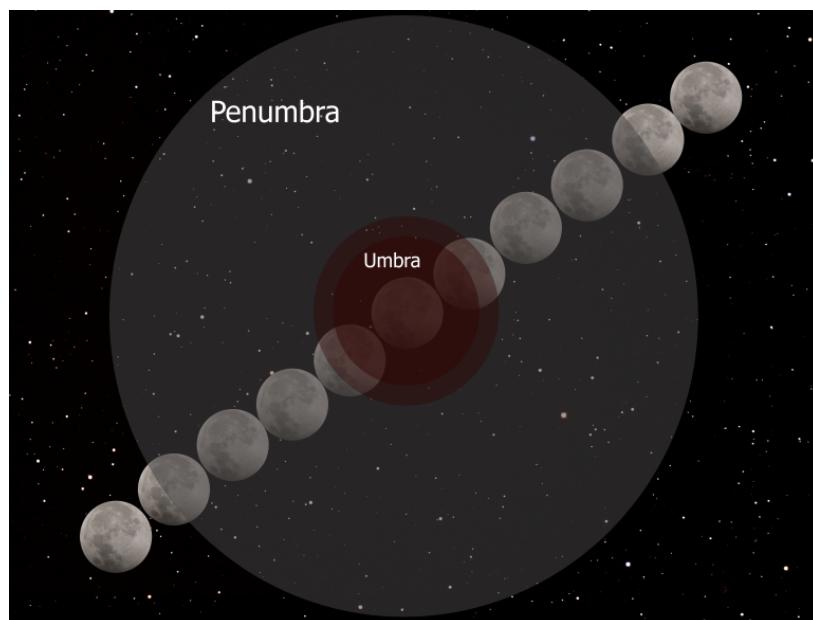


Figura 3: Representación de las fases de un eclipse lunar total. Muestra el recorrido de la Luna a través de la penumbra y la umbra durante la noche del 13 al 14 de marzo 2025.

Fuente: Elaboración propia (2025).

El máximo eclipse lunar (fase de totalidad) ocurre cuando el disco lunar se sumerge por completo en la umbra. Lejos de desaparecer, nuestro satélite natural adquiere tonalidades rojizas o cobrizas. Este efecto se debe a la refracción de la luz solar al atravesar la atmósfera terrestre, que desvía las longitudes de onda más largas (rojas) hacia la umbra, iluminando tenuemente la Luna. Tras la totalidad, el eclipse se invierte gradualmente. La Luna comienza a salir de la umbra, y su superficie iluminada por el Sol reaparece progresivamente al atravesar nuevamente la penumbra. La sombra oscura se retira metódicamente hasta desaparecer completamente del disco lunar. El eclipse concluye cuando la Luna emerge totalmente de la penumbra y recibe la

luz directa del Sol, recuperando su característico brillo de Luna Llena. La duración e intensidad de cada fase dependen de la alineación específica de estos tres cuerpos celestes: Sol, Tierra y Luna.

Telescopio y cámara usada

La Cámara Schmidt persiste como un diseño de telescopio específicamente concebido para la astrofotografía, destacando por su habilidad para capturar imágenes de alta calidad de objetos de cielo profundo, a pesar de no ser óptimo para la observación visual o la fotografía planetaria (Aupí, 1999). El Telescopio Cámara Schmidt de 1 metro del OAN, constituye el instrumento fundamental para las observaciones de la presente investigación. Su configuración óptica, basada en un espejo primario esférico de 1.5 metros y una lente correctora frontal de 1 metro, se encuentra específicamente optimizada para la adquisición de imágenes de extensas regiones celestes con elevada fidelidad. La robusta estructura mecánica del telescopio, fundamentada en una montura ecuatorial de doble horquilla diseñada para astrofotografía de larga exposición y análisis detallado, facilita un seguimiento sideral preciso, compensando la rotación terrestre mediante un sistema motorizado calibrado a 23 horas y 56 minutos por rotación.

Este conjunto de equipos integra una cámara FUJIFILM GFX 50R, dotada de un sensor CMOS de formato medio de 51.4 megapíxeles (8256 x 6192 píxeles) con matriz de Bayer RGB de 14 bits por canal y el procesador X-Processor Pro (FUJIFILM, 2024). Esta sinergia permitió la adquisición de imágenes de alta resolución y notable fidelidad cromática del eclipse lunar. La luz incidente en el sensor de $5.3 \mu\text{m}$, tras la distancia focal de 2948.9 mm del telescopio, cubrió un campo de visión de $52' \times 39'$ (minutos de arco) (Della, 2024). Gracias a esta configuración óptica y del sensor, el Telescopio Cámara Schmidt, con su amplio campo visual, logró registrar el disco lunar con un tamaño aparente de $29.70'$ durante la noche del 13 al 14 de marzo de 2025. En esa fecha, la Luna llena se encontraba a una distancia aproximada de 402,051 km de la Tierra, cerca de su apogeo 405,500 km.

Metodología de observación y adquisición de datos

La observación detallada del eclipse se planificó meticulosamente considerando las predicciones astronómicas del evento y la ubicación estratégica del OAN. El máximo del eclipse ocurrió a las 6:38 horas UT (Tiempo Universal), equivalentes a 2:38 HLV (Hora Local Venezuela), momento en el que la Luna presentó una Ascensión Recta (RA) de 11h 38m 23.0s y un ángulo horario de 1.75 h. En esa posición, se encontraba al oeste del meridiano de observación, cerca de las constelaciones de Leo y Virgo. La declinación (Dec) de la Luna en su máximo eclipse fue de $+2^\circ 40' 52.8''$, ubicándose ligeramente al norte del ecuador celeste. Desde la latitud del OAN ($8^\circ 47' 11''$ Norte), esta declinación implicó que la Luna pasó a unos 6.1° al sur del cenit de un observador ecuatorial, situándose relativamente cerca del cenit

del observatorio durante su paso. Aprovechando estas condiciones de visibilidad óptimas, se procedió a la adquisición de datos fotográficos del eclipse lunar implementando una estrategia de ajuste de la sensibilidad ISO de la cámara según las diferentes fases del evento, tal como se detalla en la Tabla 1. Para la estimación de la escala de Danjon ($L=2$ a $L=3$, indicativo de un eclipse moderadamente brillante con coloración rojo-marrón a rojizo-anaranjada) se siguió la descripción presentada en *Fotografiar el cielo* (Aupí, 1999), según la guía de Fred Espenak/NASA.

Tabla 1: Parámetros de Observación para GFX 50R (Telescopio Cámara Schmidt)

GFX 50R (Telescopio Cámara Schmidt)							
FASE	ISO	Tiempo de Exposición	Coloración General	Variaciones de Color	Visibilidad de Detalles Superficiales	Escala Danjon	HLV
Llena	320	1/8000s	-	-	-	-	22:39:00
Primer contacto	320	1/8000s	-	-	-	-	01:06:37
25 % de sombra	320	1/8000s	-	-	-	-	01:29:12
50 % de sombra	400	1/8000s	-	-	-	-	02:02:52
75 % de sombra	1600	1/6400s	-	-	-	-	02:12:09
Totalidad 100 %	12800	1/160s	Rojo-marrón oscuro con tonos violáceos/grisáceos	Sí, notables a lo largo del disco	Contornos de los mares lunares vagamente discernibles, cráteres no prominentes	$L = 2$	02:18:19
Totalidad 100 %	12800	1/160s	Rojo-anaranjado intenso	Sí, con un limbo más claro y rosado/violáceo	Mares lunares claramente visibles, algunos cráteres grandes discernibles	$L = 3$	03:55:38

Fuente: Elaboración propia (2025).

Parámetros fotográficos (ISO y tiempo de exposición) empleados durante las fases del eclipse lunar total (13-14 de Marzo de 2025), observado desde Mérida, Venezuela.

La coloración rojizo-marrón a rojizo-anaranjada observada en la Luna durante la totalidad del eclipse se debe al fenómeno de refracción de la luz solar a través de la atmósfera terrestre, tal como se describe en *Fotografiar el cielo*, Aupí (1999): “Si la Tierra fuese un planeta sin atmósfera la Luna no enrojecería; pero la capa de aire que rodea al globo refracta una pequeña parte de los rayos solares que llegan a la Luna y la colorean” (p. 138).

Este proceso de refracción hace que las longitudes de onda más largas del espectro visible, principalmente el rojo, se curven con mayor eficacia hacia la Luna. La Figura 4 evidencia una clara predominancia de los canales rojos, lo que confirma este efecto óptico. Por otro lado, las longitudes de onda más cortas, como el azul y el violeta, se dispersan en mayor medida dentro de la atmósfera terrestre, lo que da lugar a la característica coloración rojiza que adquiere la Luna durante la fase total de un eclipse lunar. Esta tonalidad queda respaldada por la distribución de color observada en nuestro histograma.

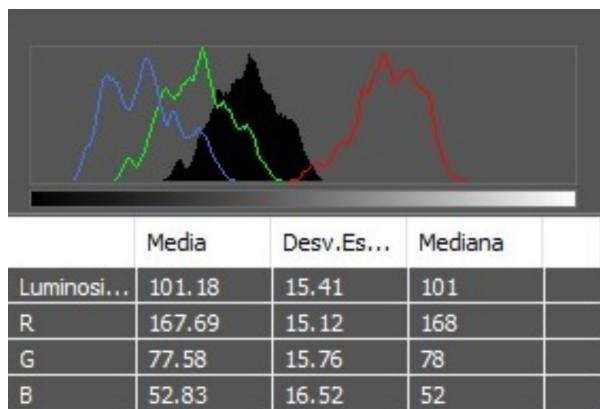


Figura 4: Histograma de la imagen de la Luna. Eclipse lunar del 14 de marzo de 2025 a 2:38 horas HLV, analizado con HyperUtility.

Fuente: Elaboración propia (2025).

Tratamiento de los datos

Boukhayma (2018) en su investigación la idea central es que, al buscar disminuir el ruido en los sistemas de lectura de los sensores de imagen CMOS (CIS), se ha determinado que el ruido electrónico inherente a la lectura es la causa más significativa. La necesidad de imágenes de calibración como bias, darks y flats debe evaluarse en función de la duración de las exposiciones y los objetivos de calidad de imagen.

Con el fin de corregir el ruido electrónico inherente al proceso de lectura del sensor, se capturó una serie de cuadros de bias utilizando el tiempo de exposición más breve posible con el obturador cerrado (1/16000s). Siguiendo las mejores prácticas recomendadas, estos cuadros sirvieron como base para la calibración de los cuadros de luz, dark y flat, asegurando una correcta sustracción del offset electrónico presente en todas las imágenes.

La corrección del ruido térmico en imágenes CMOS con tiempos de exposición cortos requiere un tratamiento cuidadoso, especialmente en lo que respecta a la corriente oscura y los píxeles defectuosos. Aunque el ruido térmico se acumula principalmente en exposiciones prolongadas, incluso tomas de varios segundos pueden verse afectadas si el sensor no cuenta con un sistema de enfriamiento activo eficiente. En este estudio, se capturaron series de cuadros dark con la misma duración y temperatura ambiente que las imágenes de luz correspondientes a cada fase del eclipse, ya que la cámara no dispone de enfriamiento activo. El propósito de este proceso fue mitigar cualquier impacto del ruido térmico y de los píxeles calientes, evitando que afectaran la calidad de las imágenes apiladas, conforme a las recomendaciones generales para la astrofotografía de precisión.

La corrección de las no uniformidades en la sensibilidad del sensor y el viñeteado inherente

al sistema óptico, conjuntamente con la mitigación de artefactos producidos por partículas de polvo, se efectuó mediante la adquisición de imágenes flats de pantalla. La obtención de estos patrones de calibración resulta fundamental, con independencia de la tipología del sensor o la duración de la exposición de las imágenes, para asegurar una respuesta lumínica homogénea a través del campo de visión. Los flats de pantalla en este trabajo, fueron capturados a través de una fuente de iluminación uniforme dispuesta frontalmente a la apertura del telescopio Cámara Schmidt, empleando tiempos de exposición calibrados para proporcionar un nivel de brillo óptimo en las cuentas ADU (*Analog-to-Digital Units*) del sensor.

Las cuentas ADU de una imagen representan los valores numéricos de luminancia registrados por cada elemento sensible del sensor de la cámara bajo una iluminación, constituyendo la medida de la intensidad lumínica capturada por el detector. En este trabajo, se adquirieron series independientes de flats para cada uno de los valores ISO empleados durante las distintas fases de la observación del eclipse. Siguiendo la metodología de (Craig y Chambers, 2023; Mejía y Navas, 2024) el pre-procesamiento de las imágenes del eclipse lunar comenzó con la creación de imágenes maestras de calibración para cada tipo de cuadro (bias, dark y flat), se promediaron diez fotogramas individuales para reducir el ruido aleatorio y se le aplicaron a cada una de las imágenes del eclipse.

$$\text{Imagen astronómica cal}(x, y) = \frac{(\text{LightFrame}(x, y) - \text{MasterBias}(x, y) - \text{MasterDark}(x, y))}{((\text{MasterFlat}(x, y) - \text{MasterBias}(x, y))/\text{Mediana}(\text{MasterFlat}(x, y) - \text{MasterBias}(x, y)))} \quad (1)$$

La ecuación (1) se empleó para obtener las imágenes calibradas del eclipse. Es pertinente destacar el uso de MaxIm DL (*Cyanogen Imaging MaxIm DL*), como herramienta fundamental en la fase inicial de pre-procesamiento de las imágenes. Este software integra funciones optimizadas para aplicaciones astronómicas, demostrando su eficacia en la creación de las imágenes maestras de calibración (bias, dark y flat) que garantizan la precisión de este estudio (*MaxIm DL User Manual*). MaxIm DL, es un producto comercial para Windows, diseñado para aficionados y profesionales, el cual ofrece documentación exhaustiva y soporte técnico, facilitando su uso.

Reducción de ruido y aumento de la señal

La astrofotografía de un eclipse lunar requiere una alineación precisa de las múltiples imágenes tomadas para visualizar la dinámica en su variación de brillo y color. El software Sequator, mediante su funcionalidad de Región del Cielo Parcial, permite seleccionar cualquier área discernible dentro del campo de observación (píxel (x, y)) como referencia para la alineación. En este caso, se alineó respecto al punto central (x,y) de la Luna para lograr una superposición precisa de los fotogramas, compensando los efectos de movimientos y distorsión atmosférica. Posteriormente, se apilaron las imágenes alineadas para mejorar significativamente la relación señal-ruido (SNR), permitiendo resaltar las delicadas variaciones lumínicas y cromáticas inherentes al eclipse. Al combinar la señal de cada fotograma, se potencia la información real del objeto, mientras que el ruido aleatorio tiende a promediarse, optimizando

así la calidad de las imágenes finales y proporcionando datos más fiables para el análisis astrofotográfico detallado de este evento.

Calibración del color mediante astrometría y fotometría

Para lograr una calibración de color fotométrica precisa en las imágenes del eclipse lunar total, se recurrió a la herramienta *Photometric Color Calibration* (PCC) integrada en el software PixInsight. PCC opera resolviendo astrométricamente la imagen al identificar estrellas y vincular sus posiciones a catálogos de alta precisión como Gaia DR3 o Tycho-2. Posteriormente, realiza una fotometría de apertura para medir el flujo de luz de estas estrellas, permitiendo la calibración precisa del color basándose en el brillo y color de referencia de los astros (Pleiades Astrophoto S.L., 2024). Estos catálogos proporcionan las coordenadas celestes exactas (ascensión recta y declinación) necesarias para determinar la orientación y la escala de la imagen, como se muestra en la ecuación (2).

$$(\alpha, \delta)_{cielo} = F((x, y)_{imagen}, P_{modelo}, C_{catálogo}) \quad (2)$$

Donde F es la función de transformación astrométrica. P_{modelo} , es el parámetro del modelo de proyección. $C_{catálogo}$, el catálogo estelar de referencia (RA, Dec).

Una vez establecida la solución astrométrica, PCC emplea la información fotométrica de estos mismos catálogos o de catálogos complementarios como APASS o SDSS (Pleiades Astrophoto S.L., 2024). Estos proporcionan las magnitudes de las estrellas en diversas bandas de color (por ejemplo, B, V, R, I o g', r', i'). Al comparar las mediciones de brillo instrumental de las estrellas identificadas en la imagen con sus magnitudes de catálogo en diferentes filtros, PCC calcula los coeficientes de transformación necesarios para calibrar los colores de la imagen a un sistema fotométrico estándar (Ecuación 3). Este proceso asegura que la representación cromática de la Luna, y potencialmente de las estrellas presentes en el campo de visión, sea consistente con los estándares astronómicos, lo que permite un análisis colorimétrico con mayor rigor científico.

$$m = -2.5 * \log_{10}(F/F_0) \quad (3)$$

Donde m es la magnitud aparente, F el flujo luminoso del objeto y F_0 el flujo luminoso de referencia.

La aplicación de la Calibración de Color Fotométrica (PCC) generó una transformación cromática, cuya representación gráfica se presenta en la Figura 5. Este diagrama establece una correlación cuantitativa entre nuestro índice de color instrumental R-G y el índice de referencia Sloan r' - V, revelando parámetros de ajuste lineal con una pendiente de -0.058 y una ordenada al origen de 0.33 para nuestro índice instrumental. La dispersión de los datos alrededor de esta relación lineal, cuantificada mediante una desviación estándar de

0.27, proporciona una métrica de la precisión alcanzada en la calibración cromática. Esta transformación, rigurosamente derivada del análisis fotométrico de las estrellas de campo empleadas por PCC, se aplicó subsecuentemente al conjunto de imágenes del eclipse lunar, con el objetivo de obtener una representación cromática calibrada del evento astronómico, posibilitando así un análisis espectrofotométrico más preciso y detallado de las variaciones cromáticas observadas durante las distintas fases del eclipse.

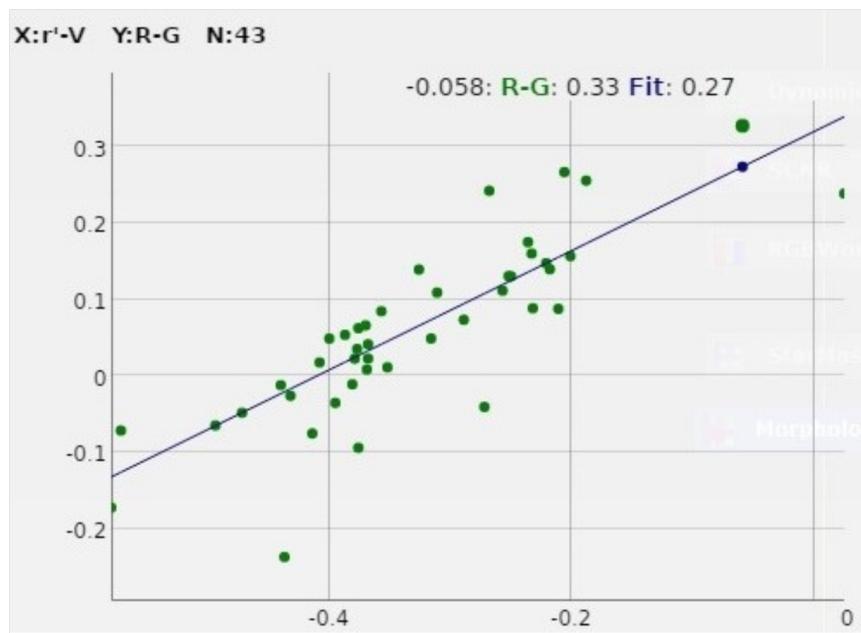


Figura 5: Relación entre el índice de color instrumental. R-G y el índice de referencia Sloan r' - V, obtenida mediante PCC. Se muestran la pendiente (-0.058), el punto cero (0.33) y la desviación estándar del ajuste (0.27).

Fuente: Elaboración propia (2025).

La Figura 6 exhibe la imagen de la Luna Llena capturada previamente al inicio del eclipse, obtenida a través de un proceso que incluyó la alineación precisa de múltiples exposiciones para minimizar el desenfoque atmosférico, el apilamiento coherente de los fotogramas para una significativa reducción del ruido inherente al detector y un consecuente aumento de la relación señal-ruido, y la aplicación rigurosa de la calibración fotométrica del color detallada en la metodología.

El objetivo fundamental de este procesamiento, que involucró técnicas avanzadas de reducción de ruido y calibración espectral, fue generar una imagen de referencia con una elevada relación señal-ruido y una representación cromática intrínsecamente fiel a los estándares fotométricos astronómicos. Esta imagen de referencia serviría como una base de comparación objetiva y cuantitativa para el análisis de las sutiles variaciones cromáticas observadas en las imágenes tomadas durante las diferentes fases del eclipse.



Figura 6: Imagen de la Luna Llena del 13 de marzo del 2025. Tomada con la Cámara Schmidt de OAN. Procesada mediante alineación, apilamiento y calibración fotométrica del color.

Fuente: Elaboración propia (2025).

Resultados

Las Figuras 7 y 8 ilustran el paso de la Luna llena a través de la penumbral y la umbra, mediante una secuencia de imágenes tomadas en distintos momentos durante el eclipse, según la hora local de Venezuela (HLV). Esta documentación visual nos permite asociar los instantes observados con las características distintivas de cada fase del eclipse. Se puede notar que durante la totalidad (zona de la umbra) la Luna exhibe sus característicos tonos rojizos, ofreciendo una visión directa de las condiciones lumínicas y atmosféricas para ese momento.

Se evidencia la progresión cromática lunar desde una tonalidad tenue y rojiza oscura ($L=2$) hasta un color rojo ladrillo ($L=3$), demostrando la aplicación de la Escala de Danjon para cuantificar el incremento en luminosidad y la mejora en la nitidez de los detalles lunares. Las fases documentadas comprenden el inicio y el fin de la penumbral, la parcialidad, la totalidad y la salida de la umbra, además de la correlación directa entre la representación visual en ambas figuras y su precisa cronología temporal venezolana facilita un análisis exhaustivo de la evolución del fenómeno celeste.

El registro detallado de los parámetros temporales y los aspectos morfológicos inherentes a cada fase, tal como se presenta en estas figuras, resulta fundamental para la validación y el ajuste de modelos astronómicos que describen la dinámica celeste, contribuyendo significativamente

al perfeccionamiento de las predicciones de futuros eventos astronómicos.

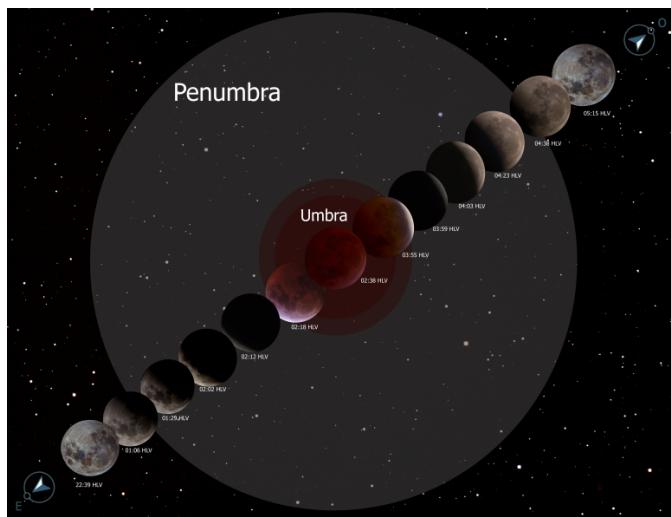


Figura 7: Ilustración. La Luna a través de la penumbra y la umbra, durante el eclipse del 13-14 de marzo de 2025, con indicación horaria en HLV.

Fuente: Elaboración propia (2025).



Figura 8: Fases del eclipse lunar. El paso de la Luna por la penumbra y la umbra, con indicación horaria en HLV.

Fuente: Elaboración propia (2025).

Conclusiones

La documentación exhaustiva del eclipse lunar total del 13-14 de marzo de 2025, registrada desde el Observatorio Astronómico Nacional Llano del Hato, Mérida-Venezuela, mediante

una estrategia de ajuste dinámico de la sensibilidad ISO en un sensor CMOS, demostró ser una metodología efectiva para capturar la amplia gama de luminosidades y las sutiles variaciones de color inherentes a este fenómeno astronómico. La capacidad del sensor CMOS para adaptarse a las cambiantes condiciones lumínicas, optimizada para cada fase del eclipse, permitió obtener una rica colección de bellas imágenes que detallan la progresión del evento astronómico, desde la Luna Llena hasta su máximo eclipse y su posterior salida de la sombra terrestre, este registro visual constituye un hito inédito, trabajado con el propósito de divulgar las ciencias astronómicas desde el CIDA. En el marco de este proyecto de astrophotografía, se busca fomentar el conocimiento sobre nuestro universo y acercar la belleza de estos eventos celestes a un público más amplio.

El pre-procesamiento riguroso de los datos, incluyendo la calibración con bias, darks y flats utilizando MaxIm DL, y el apilamiento con *Sequator*, fue fundamental para minimizar el ruido y realzar la señal, revelando detalles finos en la superficie lunar y las delicadas tonalidades cromáticas que caracterizaron la totalidad del eclipse. La aplicación de la Calibración Fotométrica del Color (PCC) en *PixInsight*, basada en catálogos estelares de referencia, aseguró que la representación de los colores en las imágenes finales se ajustara a los estándares astronómicos, proporcionando una base sólida para el análisis científico. La presentación de los resultados en secuencias temporales y visuales ofrece una visión clara y detallada de la cronología y la evolución estética del eclipse visto desde Venezuela. La asociación de las fases de la Luna observada, con la Hora Local de Venezuela, facilitó la contextualización temporal del evento para los observadores locales y la comunidad científica en general.

La coloración rojizo-marrón a rojizo-anaranjada observada durante la totalidad, y corroborada por el análisis del histograma se alinea con la explicación teórica de la refracción de la luz solar a través de la atmósfera terrestre (Aupí, 1999). La variación en la intensidad y tonalidad del rojo durante la totalidad (Escala de Danjon L=2 a L=3) sugiere la influencia de las condiciones atmosféricas terrestres en el momento del eclipse. Finalmente la combinación de una planificación observacional meticulosa, el uso estratégico de la sensibilidad ISO de un sensor CMOS, y un procesamiento de datos riguroso con software especializado como Sequator y PixInsight, permitió documentar de manera exhaustiva y precisa el eclipse lunar total de marzo de 2025.

Los resultados obtenidos en esta investigación proporcionan una valiosa crónica visual y un conjunto de datos fotométricamente calibrados, los cuales pueden significativamente contribuir a una mejor comprensión de la compleja dinámica inherente a estos eventos astronómicos y la intrincada interacción entre la luz solar, la atmósfera terrestre y la superficie lunar. Esta documentación detallada, obtenida desde una ubicación geográfica privilegiada en Venezuela, permite un análisis comparativo con observaciones realizadas en otros puntos del planeta, enriqueciendo así la comprensión global de los eclipses lunares y de nuestro universo.

En el futuro, investigaciones posteriores podrían enfocarse en el análisis cuantitativo exhaustivo de las sutiles variaciones de color observadas a lo largo de las distintas fases del eclipse, utilizando los datos espectrales calibrados obtenidos desde Venezuela para extraer información detallada sobre los procesos físicos y ópticos involucrados. Además, se podría explorar la correlación entre las condiciones atmosféricas locales en Mérida durante el evento y las particularidades cromáticas registradas, aportando nuevas perspectivas sobre la influencia atmosférica terrestre en la apariencia del eclipse.

La observación de este eclipse lunar representa un avance fundamental en la divulgación de la astronomía en Venezuela, al contribuir significativamente a la generación de conocimiento. La recopilación de un valioso conjunto de datos cronológicos y visuales de la Luna, obtenidos en el país, permite validar con precisión las predicciones del fenómeno, incluyendo su duración y visibilidad desde nuestro territorio. Este tipo de estudios no solo sirve como base para un análisis más profundo de la frecuencia y ocurrencia de los eclipses, sino que también abre nuevas líneas de investigación y motiva a futuras generaciones de científicos venezolanos a explorar el cosmos con mayor rigor.

Referencias

- Aupí, V. (1999). *Fotografiar el cielo*. Editorial Planeta.
- Boukhayma, A. (2018). Low-Noise CMOS Image Sensors: An Overview. *Sensors*, 18(9), 2963. <https://doi.org/10.3390/s18092963>
- Cardozo, L. (2023). *Astrofotografía una ventana al universo desde la enseñanza de la óptica* [Tesis de grado]. Universidad Pedagógica Nacional, Colombia. <http://hdl.handle.net/20.500.12209/18594>
- Craig, M., y Chambers, L. (2023). *CCD Data Reduction Guide*. Astropy. <https://www.astropy.org/ccd-reduction-and-photometry-guide/v/dev/notebooks/01-01-astronomical-CCD-image-components.html>
- Della, F. (2024). Astronomical test of a medium format digital camera on a large Schmidt telescope. *Revista Mexicana de Astronomía y Astrofísica*, 60, 121-124. <https://doi.org/10.22201/ia.01851101p.2024.60.01.09>
- Duarte, J., Gargiulo, C., y Moreno, M. (2011). Infraestructura escolar y aprendizajes en la educación básica latinoamericana: Un análisis a partir del SERCE. *Banco Interamericano de Desarrollo*. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.18235/0010286>
- FUJIFILM. (2024). *Especificaciones de la GFX 50R*. FUJIFILM. <http://www.fujifilm-x.com/global/products/cameras/gfx-50r/specifications/>
- Marx, S., y Pfau, W. (1992). *Astronomía. Fundamentos y métodos*. Reverté.
- Mejía, J., y Navas, G. (2024). Python como herramienta para el análisis de las imágenes astronómicas del Telescopio Reflector. *Conocimiento Libre y Licenciamiento (CLIC)*, (29). <https://convite.cenditel.gob.ve/publicaciones/revistaclic/article/view/1260>

- NASA Science. (2025). *What You Need To Know About the March 2025 Total Lunar Eclipse*.
NASA Science. <https://science.nasa.gov/solar-system/moon/what-you-need-to-know-about-the-march-2025-total-lunar-eclipse/>
- Navas, G., y Rojas, A. (2024). El espacio ultraterrestre y la experiencia de Venezuela: Revisión de tópicos legales. *Conocimiento Libre y Licenciamiento (CLIC)*, (29). <https://convite.cenditel.gob.ve/publicaciones/revistaclic/article/view/1259>
- Neira, F. (2023). *Cómo elegir cámara para astrofotografía*. Más allá del azul pálido. <https://www.fernandoneirapaz.com/como-elegir-camara-para-astrofotografia/>
- Pleiades Astrophoto S.L. (2024). *PixInsight (Version 1.8) [Software]*. Pleiades Astrophoto S.L. <https://pixinsight.com/>

Sistema tecnológico para gestión de combustible en escasez: Mérida, Venezuela

Technological system for fuel management in scarcity: Mérida, Venezuela

José Ramírez  ¹

Douglas Rivas  ²

Jehyson Guzmán  ³

Centro de Investigaciones de Astronomía Francisco J. Duarte, Mérida, Venezuela¹

Universidad de Los Andes, Mérida, Venezuela²

Gobernación del Estado Bolivariano de Mérida, Venezuela³

hr@hermanramirez.info¹

douglas.rivas@gmail.com²

jehyson.guzman@gmail.com³

Fecha de recepción: 13/07/2025

Fecha de aceptación: 19/10/2025

Pág: 180 – 195

DOI: [10.5281/zenodo.17467739](https://doi.org/10.5281/zenodo.17467739)

Resumen

Este estudio examinó la severa y constante escasez de gasolina en Venezuela, con especial énfasis en su impacto significativo en el estado Mérida, donde las prolongadas colas, los desafíos económicos y la generación de un mercado informal se generalizaron en el estado. Los métodos tradicionales de distribución demostraron ser ineficaces, caracterizándose por la desorganización y la complejidad. Para abordar esta problemática, se diseñó, implementó y presentaron los resultados de un sistema tecnológico integral. Se utilizó un enfoque ágil, específicamente Scrum, combinando el análisis cuantitativo de datos operativos y la Teoría de Colas para comprender y optimizar el proceso de abastecimiento. El sistema buscó transformar la gestión del combustible de un modelo reactivo a uno proactivo. El núcleo de la solución radicó en la identificación vehicular única mediante códigos QR y la implementación de ciclos de distribución programados. Los hallazgos demostraron una reducción significativa en los tiempos de espera en las estaciones de servicio, una distribución más equitativa del combustible entre los usuarios y una optimización de los inventarios dadas las limitaciones operativas existentes.



Esta obra está bajo licencia CC BY-NC-SA 4.0.

La validación empírica, al comparar ciclos de 4 y 5 días, subrayó que, si bien la tecnología gestiona eficientemente la distribución bajo restricciones de oferta, una solución definitiva a la escasez necesitó realizar acciones para abordar los factores que limitaban la disponibilidad de combustible. Este estudio destaca cómo los sistemas de control de acceso basados en tecnología pudieron ayudar a manejar mejor las crisis y asegurar que los recursos más importantes lleguen a quienes los necesitan.

Palabras clave: acceso equitativo, códigos QR, distribución de combustible, gestión de escasez, logística de inventario.

Abstract

This study examined the severe and constant gasoline shortage in Venezuela, with a special emphasis on its significant impact on Mérida state, where prolonged queues, economic challenges, and the emergence of an informal market became widespread. Traditional distribution methods proved ineffective, characterized by disorganization and complexity. To address this issue, a comprehensive technological system was designed, implemented, and its results presented. An agile approach, specifically Scrum, was utilized, combining quantitative analysis of operational data and Queueing Theory to understand and optimize the supply process. The system aimed to transform fuel management from a reactive to a proactive model. The core of the solution lay in unique vehicle identification using QR codes and the implementation of scheduled distribution cycles. Key findings demonstrated a significant reduction in waiting times at service stations, a more equitable distribution of fuel among users, and an optimization of inventories given existing operational limitations. Empirical validation, by comparing 4- and 5-day cycles, highlighted that while technology efficiently manages distribution under supply constraints, a definitive solution to the shortage requires actions to address factors limiting fuel availability. This study underscores how technology-based access control systems can help better manage crises and ensure critical resources reach those who need them.

Keywords: equitable access, QR codes, fuel distribution, scarcity management, inventory logistics.

Introducción

La crítica escasez de combustible en Venezuela, particularmente en el Estado Mérida, supuso un desafío considerable para la economía y el bienestar social. Entre 2018 y 2023, esta

situación se manifestó en largas filas, pérdidas significativas de productividad y el auge de mercados informales, exacerbando la ya compleja realidad (Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), 2024). Los sistemas de distribución tradicionales resultaron ser notablemente ineficaces, caracterizados por una desorganización que generaba un caos constante en las estaciones de servicio y afectaba directamente la vida diaria de los ciudadanos.

Ante este panorama, la investigación propuso e implementó un sistema tecnológico integral. Este sistema tuvo como objetivo primordial transformar la gestión del combustible, pasando de un modelo puramente reactivo —que simplemente respondía a la demanda existente— a uno proactivo. La meta era anticipar y gestionar la escasez. Para ello, se buscó controlar de manera eficiente el acceso a las estaciones de servicio, utilizando un método de identificación vehicular única y estableciendo ciclos de distribución programados. Esto permitió mitigar las colas excesivas y la especulación que tanto daño causaban.

Metodológicamente, el estudio adoptó un enfoque híbrido. Combinó la agilidad del desarrollo Scrum con análisis cuantitativos rigurosos de datos operativos en tiempo real (Agile Scrum Chile, 2023). Además, se integró la Teoría de Colas (TECO), una herramienta fundamental para comprender y optimizar la dinámica del proceso de abastecimiento. Los resultados obtenidos fueron contundentes: se demostró la viabilidad y eficacia de la solución implementada. Hubo una notable reducción en los tiempos de espera, se promovió una distribución más equitativa del combustible entre los usuarios y se optimizó la logística de suministro, todo ello dentro de las limitaciones operativas existentes.

Contexto del estudio

La escasez de combustible se ha convertido en una de las problemáticas más apremiantes en diversas regiones de Venezuela, afectando profundamente el día a día de sus ciudadanos (Alcívar et al., 2022; Christian et al., 2020; Voz de América, 2021). Particularmente en el Estado Mérida, entre 2018 y 2023, esta situación escaló a una crisis humanitaria y socioeconómica, caracterizada por la paralización de actividades esenciales, la inoperatividad del transporte público y privado, y la proliferación de un mercado negro que exacerbaba la desigualdad y la frustración social. “La dependencia casi total del parque automotor venezolano de la gasolina y el gasoil convirtió la disponibilidad de este recurso en un factor crítico para la operatividad del estado y la subsistencia de sus habitantes” (Venezuela Blog, 2021).

En este contexto de profunda vulnerabilidad, se hizo evidente la ineficacia de los sistemas de distribución tradicionales, que operaban bajo modelos de “primero en llegar, primero en ser atendido”, los cuales colapsaron ante la demanda masiva y la oferta limitada. Esta situación resaltó la imperiosa necesidad de soluciones innovadoras que no solo gestionaran la escasez, sino que también restauraran el orden, la equidad y la predictibilidad en el acceso al combustible.

Fundamentación teórica

Con el objetivo de manejar el complejo problema planteado, el actual estudio recurre a la Teoría de Colas (TECO), un área esencial dentro de la investigación de operaciones. Según Gross y Harris (1998), esta disciplina ofrece los medios para el modelado, el análisis y la optimización de sistemas en los que individuos o entidades buscan ser atendidos por uno o múltiples servidores. En el caso de la gestión de combustible, las estaciones de servicio se conceptualizan como “servidores” y los vehículos como “clientes” que demandan atención. La aplicación de modelos TECO, específicamente M/M/1 para una única pista de servicio y M/M/c para múltiples pistas o surtidores, permitió cuantificar métricas críticas como el tiempo de espera promedio, la longitud de la cola y la utilización de los servidores, ofreciendo una base matemática para la toma de decisiones sobre la capacidad y los ciclos de atención óptimos (Hillier y Lieberman, 2005).

Además, las Tecnologías de Información y Comunicación (TICs) se convirtieron en una pieza fundamental de la solución de la propuesta. Las TICs, entendidas como herramientas que facilitan la adquisición, procesamiento, almacenamiento y transmisión de información, fueron importantes para la creación de un sistema robusto de control y monitoreo (Castells, 2000). La adopción de códigos QR (*Quick Response*) se seleccionó por su eficiencia en la identificación rápida y segura, permitiendo el registro y autenticación de vehículos y usuarios de forma instantánea, un factor clave para regular el acceso y combatir el fraude.

El sistema se implementó siguiendo la metodología ágil Scrum. Esta forma de trabajo, con sus ciclos iterativos y adaptativos (conocidos como *sprints*), nos permitió ajustarnos constantemente a la situación cambiante de la crisis y aprovechar lo aprendido en cada fase piloto (Schwaber y Sutherland, 2017). Esta flexibilidad fue importante en un entorno tan dinámico y permitió la retroalimentación constante con los usuarios y las autoridades.

Se culminó el estudio con una visión inspirada en los principios de ayuda humanitaria del Comité Internacional de la Cruz Roja ICRC (1993). Esto significó que, al repartir el combustible, la humanidad, la imparcialidad y la neutralidad fueron la brújula. Así que, se enfocó que el combustible disponible fuera primero para los vehículos de servicios esenciales (como los de salud, seguridad y transporte público), garantizando que lo poco que había llegara a quienes más lo requerían para mantener la ciudad en movimiento. La combinación de la TECO, las TICs y el trabajo ágil, bajo este enfoque humanitario, hace que esta investigación tenga carácter muy específicos. Nos permite manejar la escasez con una mirada integral y tecnológica.

Método

Diseño y desarrollo del sistema

El sistema de gestión de combustible se construyó sobre una arquitectura de microservicios en la nube de Amazon Web Services (AWS) (Amazon Web Services, 2023), asegurando alta disponibilidad y escalabilidad. Utiliza instancias de Amazon EC2 (Linux Ubuntu) para los servidores de aplicación (backend Django/Python) y Amazon RDS con PostgreSQL como base de datos relacional administrada. La interfaz frontend web se desarrolló con Bootstrap, y una aplicación móvil en Flutter interactúa con el backend, empleando *Firebase Realtime Database* para la sincronización en tiempo real en las estaciones de servicio.

Los requisitos funcionales incluyeron el registro de usuarios y vehículos, gestión de perfiles y estaciones, monitoreo de cargas, estadísticas, escaneo/validación de códigos QR, y parametrización de ciclos de distribución. En cuanto a los requisitos no funcionales, se priorizaron la alta disponibilidad, escalabilidad, seguridad de la información, usabilidad y rendimiento. El diseño modular distribuyó funcionalidades entre una plataforma web (administración, estadísticas, registro, gestión de priorizados) y una aplicación móvil para operaciones en campo (reporte de estado, escaneo QR, registro de transacciones).

Recopilación y análisis de datos

La recopilación de datos se realizó de forma continua y automatizada a través del propio sistema, registrando cada despacho de combustible. Los datos incluyeron: fecha y hora, identificación del vehículo (QR), tipo y volumen de combustible, estación de servicio y tiempo de permanencia. El análisis de datos abarcó estadística descriptiva (demanda, volumen, tiempos de espera), análisis comparativo (impacto de los cambios en los ciclos de distribución de 4 vs. 5 días) y análisis de cuellos de botella. La combinación de la Teoría de Colas (Gross y Harris, 1998; Hillier y Lieberman, 2005; Kendall, 1953; Medhi, 2002), la simulación basada en agentes (Alcívar et al., 2022; Burbano et al., 2024; Canyakmaz y Boyaci, 2023) y el análisis de datos reales permitió una comprensión profunda y la optimización de la operación del sistema en un contexto de escasez.

Implementación y pruebas iterativas del sistema de combustible

La implementación del sistema en el estado Mérida fue un proceso iterativo y fásico, siguiendo los principios de la metodología ágil Scrum (Schwaber y Sutherland, 2017), con cada fase como un ciclo de prueba, aprendizaje y mejora continua.

- Fase 1: Piloto y ajustes iniciales. Se probó un sistema de registro elemental con asignación por último dígito de placa y estaciones exclusivas para motorizados/turistas. Se descubrió que el sorteo exacerbaba la congestión pre-apertura, lo que llevó a eliminarlo.

- Fase 2: Optimización del flujo. Se eliminó el sorteo, permitiendo a los usuarios surtir en cualquier estación habilitada según elegibilidad. Esta iteración mejoró significativamente la dispersión del flujo vehicular.
- Fase 3: Integración total. El sistema se expandió para incluir turistas y motorizados en todas las estaciones, y se probó la gestión de gasoil mediante QR. La integración fue fluida, confirmando la robustez de la plataforma para diversos usuarios y productos.
- Fase 4: Integración de vehículos priorizados. Se realizó un piloto para gestionar excepciones y prioridades (salud, seguridad, etc.) de manera controlada y justa, evaluando la eficiencia y equidad de su atención. Los hallazgos guiaron la automatización para este segmento.
- Fase 5: Optimización continua y cierre del ciclo de abastecimiento. Se centró en la mejora continua y estabilización del sistema, abordando los ciclos completos de despacho y reabastecimiento. Se buscó la resiliencia del sistema ante variaciones en el suministro y la demanda, logrando operar de forma sostenible y eliminando las colas.

Cada fase se basó en la recopilación y análisis de datos, lo que permitió que el sistema evolucionara y se adaptara continuamente a las complejidades de la escasez de combustible en el Estado Mérida, con algoritmos que aprenden según cómo se alimenta, garantizando que cada ajuste se basara en pruebas empíricas.

Estrategias de control y parámetros operativos

El éxito del sistema radicó en la implementación de estrategias de control robustas y dinámicas, sustentadas por parámetros operativos claramente definidos y un algoritmo adaptable que aprendía continuamente de los datos operativos en tiempo real.

1. Disciplina de cola y control de acceso

Se estableció una disciplina de cola estricta mediante el uso del código QR (Vegas et al., 2023) como único pase de acceso, lo cual fue fundamental para eliminar las colas físicas y la discrecionalidad en el despacho (El Diario, 2020). Este sistema operaba bajo los siguientes principios:

- Identificación única: Cada vehículo registrado recibía un código QR intransferible que lo identificaba de manera única en el sistema, funcionando como su “carnet de despacho”.
- Asignación de turnos programada: En lugar de la formación espontánea de colas, el sistema asignaba un turno específico (día y franja horaria) a cada vehículo. Esta asignación se basaba en el ciclo de distribución establecido y la capacidad disponible de las estaciones.

- Verificación en tiempo real: Al llegar a la estación, el código QR del vehículo era escaneado y verificado instantáneamente en línea con la base de datos central. Esta verificación confirmaba la validez del turno y que el vehículo no había excedido su límite de despacho dentro del ciclo.
- Priorización automatizada: Para vehículos considerados esenciales (salud, seguridad, transporte público, etc.), el algoritmo asignaba automáticamente cupos preferenciales. Estos podían ser atendidos en una “vía rápida” o en estaciones designadas, minimizando el impacto en el flujo general de otros usuarios. Esta priorización se basaba en la categorización del vehículo durante el registro y era validada estrictamente en el punto de despacho.

2. Parámetros operativos de la red

El diseño y la optimización del sistema se basaron en parámetros operativos que definieron su capacidad y eficiencia, ilustrados en la Tabla 1.

Tabla 1: Parámetros de la Red de Estaciones Simulada

Parámetro	Valor	Unidad
Total de estaciones	72	Estaciones
Surtidores disponibles en la red	216	Surtidores
Litros diarios disponibles para la red	532.000	Litros
Capacidad de atención de la red	12.000	Vehículos/día
Litros promedio por vehículo	44,33	Litros
Ciclo ideal de suministro (sin colas)	5	Días
Umbral de ciclo (genera colas)	≤ 4	Días

Fuente: Elaboración propia (2025).

Estos valores fueron fundamentales para ajustar el algoritmo de despacho y asegurar una distribución ordenada y equitativa del combustible. La simulación y la experiencia operativa demostraron que el ciclo ideal de suministro sin generar colas era de 5 días, mientras que un umbral de ciclo inferior o igual a 4 días solía generar congestión al superar la tasa de reabastecimiento y la capacidad operativa de las estaciones.

Resultados

La implementación del sistema tecnológico arrojó hallazgos cuantitativos y cualitativos significativos, demostrando un impacto palpable en la gestión de la distribución de combustible en el Estado Mérida. Para evaluar este impacto, se diseñaron consultas resumen directamente desde la base de datos maestra PostgreSQL del sistema, aprovechando la capacidad del ORM de

Django. Estas consultas cubrieron el periodo desde la implementación del sistema el 26 de junio de 2023 hasta el 30 de abril de 2025, permitiendo un análisis exhaustivo de su funcionamiento y efectos.

Hallazgos cuantitativos

El sistema gestionó una base de datos sustancial, reflejando su adopción y el volumen de operaciones:

- Usuarios registrados: Aproximadamente 250.000 usuarios activos.
- Vehículos registrados: Cerca de 350.000 vehículos únicos.
- Atenciones diarias promedio: 15.000 atenciones en periodos de operación estable.
- Litros surtidos (Mensual Promedio): 10.500.000 litros de gasolina y 1.200.000 litros de gasoil.

La Figura 1, ilustra la tendencia de crecimiento y estabilización de operaciones, mostró una rápida adopción inicial seguida de una meseta, indicando una gestión predecible del combustible disponible.



Figura 1: Total de litros surtidos y total de usuarios atendidos por mes.

Fuente: Elaboración Propia (2025).

En la Figura 2, Total de litros surtidos por municipio para el periodo mayo 2023 hasta abril 2025, mostró una concentración geográfica significativa de la demanda de combustible. Los municipios Libertador y Alberto Adriani, representaron una porción sustancial del total de litros dispensados. Juntos, estos dos municipios sumaron más de 145 millones de litros, lo que representó aproximadamente el 60 % del total de 240,6 millones de litros distribuidos en el estado. Esta concentración probablemente reflejó la densidad de población, la actividad económica (agrícola y turística) y la ubicación de los principales centros de transporte. Esta observación fue fundamental para la asignación de recursos y la planificación logística, ya que identificó las áreas donde la carga operativa del sistema era más alta y donde la infraestructura de suministro era más crítica. Para los formuladores de políticas, esto destacó las áreas que requierieron una atención sostenida en términos de suministro de combustible.

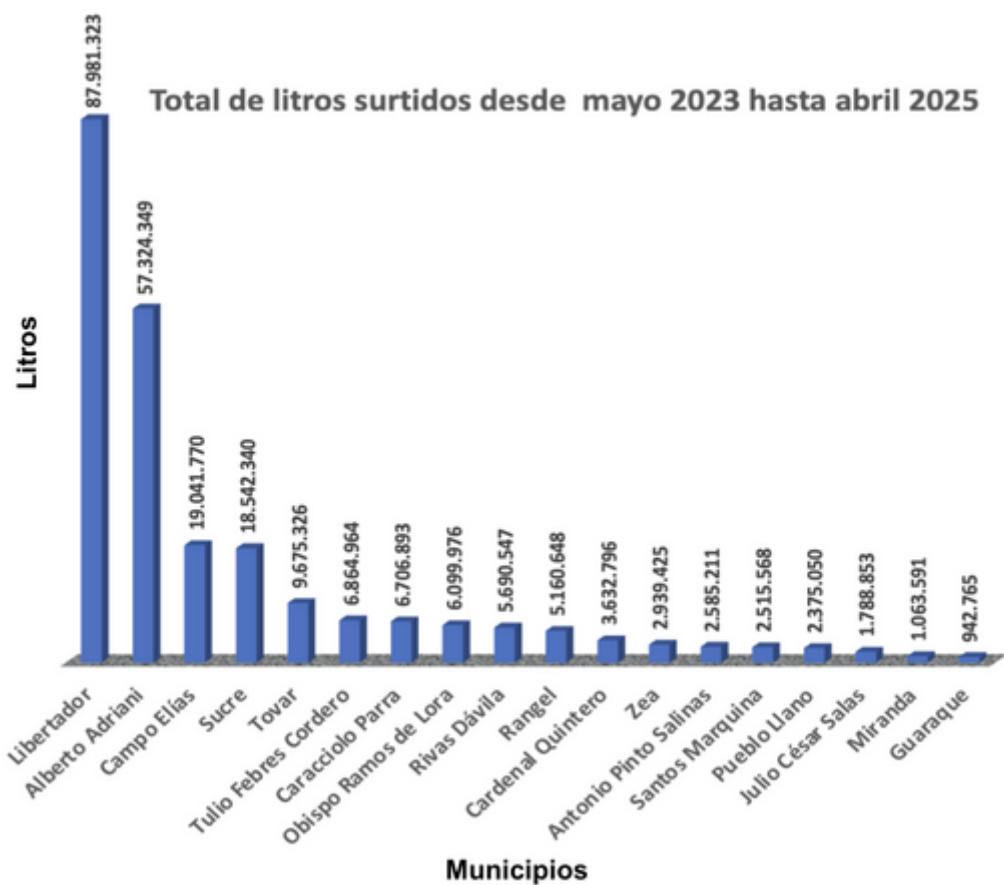


Figura 2: Total de litros surtidos por municipio para el periodo mayo 2023 hasta abril 2025.
Fuente: Elaboración Propia (2025).

En la Figura 3, el total de litros surtidos por parroquia entre mayo 2023 y abril 2025 ofreció una comprensión más detallada de los patrones de demanda dentro de los municipios,

revelando que el consumo podría ser altamente localizado. Parroquias como Pte. Rómulo Gallegos, Mariano Picón Salas, Juan Rodríguez Suárez y Milla mostraron volúmenes muy altos de atenciones y litros. Este nivel de detalle fue significativo para decisiones logísticas a nivel micro, como la optimización de rutas de cisternas o la gestión de horarios de operación de estaciones, lo que demostró la capacidad del sistema para proporcionar información procesable para una gestión localizada de recursos escasos.

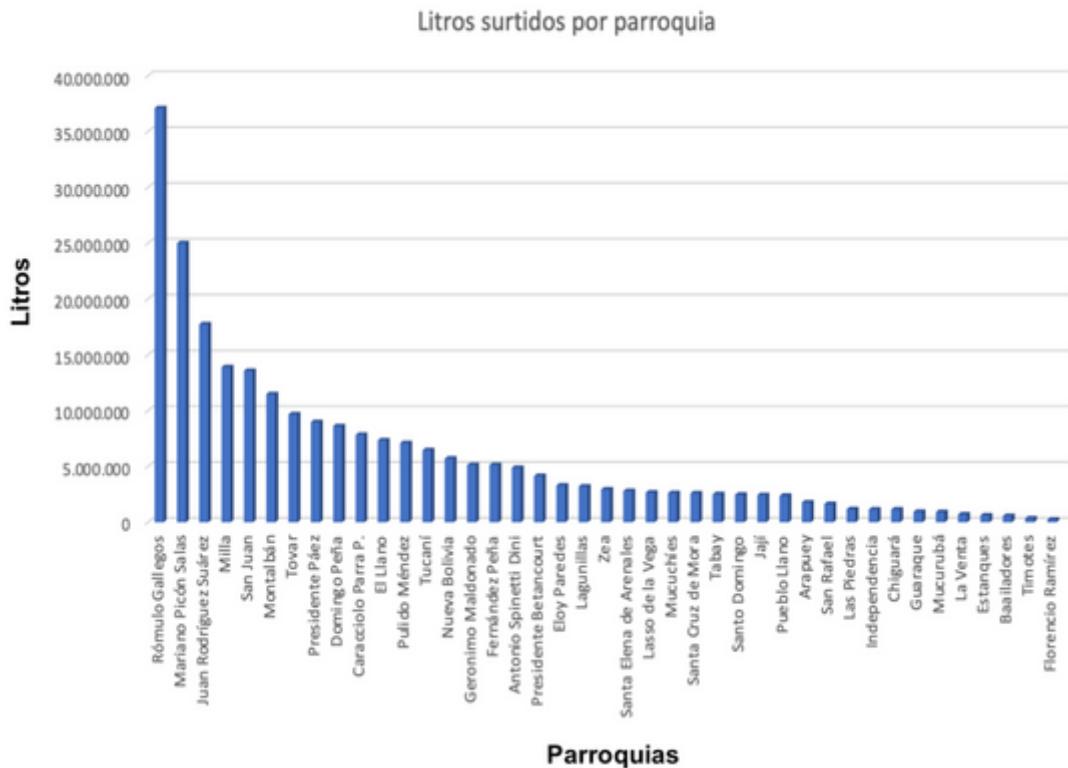


Figura 3: Total de litros surtidos por parroquia en el estado Mérida entre mayo 2023 y abril.
 Fuente: Elaboración Propia (2025).

Para una referencia rápida de los principales municipios en términos de litros dispensados, se presenta la siguiente Tabla 2.

En la Figura 4, se reveló una variabilidad significativa en el rendimiento y los roles operativos. Algunas estaciones, como La Creole, LagoAmérica y Albalago, manejaron consistentemente volúmenes muy altos de atenciones y litros, mientras que otras, como Becerra o Caño Tigre, mostraron actividad esporádica o volúmenes muy bajos. Esta disparidad sugirió que las estaciones cumplían diferentes funciones dentro de la red de distribución: algunas actuaban como centros principales de despacho, mientras que se incorporan, a servir a áreas priorizadas o tener capacidades limitadas. Esta flexibilidad del sistema para integrar y gestionar una red

heterogénea de puntos de distribución fue un aspecto destacable de su diseño.

Tabla 2: Distribución de litros dispensados por principales municipios.

Municipio	Atenciones	Litros
Libertador	2.752.470	87.981.323
Alberto Adriani	1.687.836	57.324.349
Campo Elías	619.379	19.041.770
Sucre	523.890	18.542.340
Tovar	259.577	9.675.326
Tulio Febres Cordero	205.792	6.864.964
Caracciolo Parra	239.665	6.706.893
Obispo Ramos de Lora	203.697	6.099.976
Rivas Dávila	127.264	5.690.547
Rangel	123.059	5.160.648

Fuente: Elaboración propia (2025).

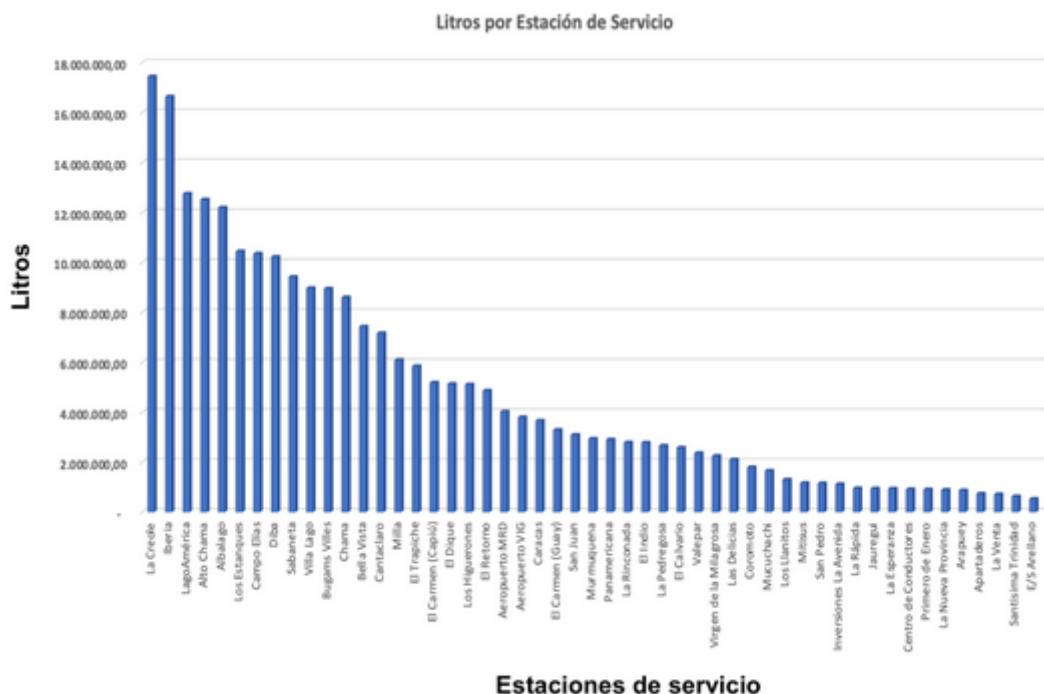


Figura 4: Total de litros surtidos por parroquia en el estado Mérida entre mayo 2023 y abril.
Fuente: Elaboración Propria (2025).

Para una comprensión más específica de la disparidad mencionada, los datos de las estaciones

con mayor volumen de litros dispensados, que sirvieron como centros principales de despacho durante el periodo de estudio, se detallan en la Tabla 3 a continuación:

Tabla 3: Detalle de estaciones con mayor volumen de litros dispensados

Estación	Municipio	Totales	Atenciones	Primera Carga	Última Carga	Rol Operativo
La Creole	Alberto Adriani	16.878.594	359.802	29/05/23	30/04/25	Centro Principal
Albalago	Libertador	11.744.255	354.715	29/05/23	30/04/25	Centro Principal

Fuente: Elaboración propia (2025).

Hallazgos cualitativos

El estudio permitió alcanzar los siguientes hallazgos operativos:

- Eliminación de colas prolongadas: La implementación del ciclo de distribución de 5 días fue fundamental, eliminando las colas que antes duraban días y reduciendo drásticamente el tiempo de espera.
- Estabilización de la distribución: Se logró una percepción generalizada de mayor orden y previsibilidad en el acceso al combustible, reduciendo el estrés entre la población.
- Dependencia de la oferta: El contraste entre el éxito del ciclo de 5 días y la reaparición de colas al intentar reducirlo a 4 días proporcionó una validación empírica sustancial. Esto demostró que el sistema gestiona eficientemente la distribución, pero no resuelve la escasez *per se*. Un ciclo de 5 días coincidió con la tasa de reabastecimiento promedio de las estaciones en el Estado, permitiendo la eliminación de colas. Sin embargo, reducir el ciclo sin un aumento considerable en la oferta provocó que la demanda superara la capacidad de suministro, generando esperas y confirmando la dependencia del sistema a la disponibilidad real de combustible.

Discusión

Los resultados de esta investigación demuestran que el sistema tecnológico implementado en el Estado Mérida logró un cambio paradigmático en la gestión de la escasez de combustible. Lo que antes era un escenario de caos, incertidumbre y frustración, se transformó en un proceso ordenado, predecible y equitativo. La eliminación de las prolongadas e infructuosas colas en las estaciones de servicio es la evidencia más palpable de este éxito, un logro que impactó directamente en la calidad de vida de los ciudadanos y en la reactivación de actividades esenciales. Este sistema proporcionó una solución tangible a un problema crítico, devolviendo la eficiencia y la paz social a una comunidad.

Una contribución de este estudio es la clara diferenciación entre la gestión de la demanda y la solución de la escasez de suministro. Si bien el sistema se erigió como una herramienta excepcionalmente eficaz para administrar la distribución de un recurso limitado —gestionando la demanda de forma inteligente—, es fundamental reconocer que no generó combustible adicional ni resolvió las causas fundamentales de la escasez (por ejemplo, problemas de producción o logística a nivel nacional). La evidencia empírica de los ciclos de despacho lo ilustra: el ciclo de 5 días, al alinearse con la tasa de reabastecimiento real, fue exitoso en eliminar las colas, mientras que el intento de mantener un ciclo de 4 días (sin un incremento concomitante en la oferta) llevó a la reaparición de la congestión. Esto subraya que la tecnología, por poderosa que sea, actúa como un catalizador de la eficiencia en la gestión, pero la solución definitiva a la escasez requiere abordar factores macroeconómicos y logísticos fuera del alcance de este sistema.

La adaptabilidad del sistema, impulsada por un algoritmo que aprende y se ajusta continuamente a partir de los datos en tiempo real (como bien se ha señalado, “algoritmos que aprenden según cómo se alimenta”), fue un factor determinante en su resiliencia. Esta capacidad de auto-optimización le permitió responder proactivamente a las fluctuaciones de la oferta y la demanda, ajustando la asignación de turnos y las recomendaciones de capacidad. La transparencia y la reducción del mercado negro son beneficios colaterales de inmensa importancia. Al formalizar y digitalizar el proceso de despacho, se minimizó la oportunidad para la especulación y el acaparamiento, redirigiendo el recurso hacia el uso productivo y socialmente necesario. La capacidad del sistema para atender un promedio de 15.000 vehículos diarios y gestionar volúmenes significativos de combustible es una prueba fehaciente de su robustez y escalabilidad.

A pesar de su éxito rotundo, es importante reconocer las limitaciones inherentes al alcance de este estudio. El sistema se centró primordialmente en la gestión de la demanda a nivel de distribución final y no en la optimización de la cadena de suministro en su totalidad, desde la producción hasta el transporte a granel. Asimismo, la dependencia inicial de un carnet QR físico, aunque funcional, representa un punto de optimización futura.

No obstante, las lecciones aprendidas son vastas. Este modelo de gestión digital de recursos esenciales en un contexto de crisis es altamente replicable y ofrece un marco valioso para otras regiones, e incluso para otros tipos de bienes escasos. La integración de los principios de la Teoría de Colas, la simulación basada en agentes y un desarrollo ágil demuestra una estrategia metodológica robusta para abordar problemas complejos del mundo real. Se vislumbra un futuro donde estos sistemas puedan incorporar una integración más profunda con datos de suministro en tiempo real a nivel nacional, permitiendo una optimización predictiva y una mayor resiliencia frente a cualquier interrupción en la cadena de valor del combustible.

Conclusiones

La implementación del sistema tecnológico en el Estado Mérida ha demostrado su eficacia transformadora frente a la profunda crisis de escasez de combustible. Este proyecto no solo eliminó las colas interminables y el caos que asolaban a la población, sino que restableció un orden predecible y una distribución equitativa de un recurso vital. Mediante un proceso de implementación fásica e iterativa, potenciado por la flexibilidad y seguridad de los códigos QR, se validó un modelo que no solo administró la escasez, sino que restauró la confianza y minimizó la tensión social. La capacidad del sistema para adaptarse rápidamente a las complejidades del contexto y a los aprendizajes de cada fase piloto, gracias a la adopción del enfoque ágil Scrum, fue fundamental para su éxito.

Este estudio destaca cómo los sistemas de control de acceso basados en tecnología pudieron ayudar a manejar mejor las crisis y asegurar que los recursos más importantes lleguen a quienes los necesitan. La centralización del proceso mediante una plataforma unificada proporcionó una visión global y un control superior a los métodos previos. La identificación vehicular única con códigos QR demostró ser un mecanismo altamente eficaz para regular el acceso, combatiendo el fraude y la especulación. Es importante reiterar que, si bien el sistema gestionó la demanda de manera eficiente, no tuvo la capacidad de resolver la escasez de suministro *per se*.

La validación empírica del ciclo de distribución (5 días vs. 4 días) ilustró claramente esta distinción: un ciclo de 5 días se alineó con la tasa de reabastecimiento promedio, eliminando las colas. Sin embargo, al reducir el ciclo sin un aumento en la oferta, la demanda gestionada superó la capacidad de suministro, resultando nuevamente en esperas. Esto subrayó que la tecnología es una herramienta de gestión potente, pero la solución definitiva a la escasez demandó abordar los factores macroeconómicos y logísticos que restringían la oferta.

Además, la integración de algoritmos que aprenden según cómo se alimentan (es decir, que se auto-optimizan con los datos operativos en tiempo real) permitió una adaptación constante y una gestión más inteligente de los recursos. La trascendencia de esta solución tecnológica en contextos de recursos limitados se manifestó como innegable. Este modelo no solo es replicable, sino que se posiciona como un referente para la gestión eficiente de bienes esenciales en condiciones de oferta restringida.

El éxito de esta iniciativa, que logró atender aproximadamente 15.000 vehículos diarios y distribuir un promedio mensual de 10.500.000 litros de gasolina y 1.200.000 litros de gasoil en períodos estables, valida contundentemente su pertinencia. Quedó categóricamente demostrado que, si bien la tecnología no generó combustible adicional, se erigió como una herramienta indispensable para su administración justa, ordenada y transparente, mitigando drásticamente los efectos perversos del mercado negro y la especulación. La justificación de la inversión en este sistema fue sólida, considerando sus beneficios socioeconómicos como la mejora de la

calidad de vida, la reducción de la tensión social y el debilitamiento del mercado negro.

Este estudio no solo ofrece una solución probada a una problemática acuciante, sino que pavimenta el camino para futuras innovaciones. Se recomienda enfáticamente la migración completa del carnet QR físico a una versión digital integrada, lo que aumentaría la modernización y resiliencia del sistema. Asimismo, la expansión hacia la integración con sistemas de monitoreo de oferta en tiempo real permitiría una optimización predictiva del suministro, consolidando aún más la resiliencia y eficiencia de la cadena de distribución frente a cualquier contingencia futura. La experiencia de Mérida se proyecta así como un faro de la capacidad de la tecnología para transformar la adversidad en oportunidad, sentando las bases para una gobernanza de recursos más inteligente y humana.

Referencias

- Agile Scrum Chile. (2023). *Scrum y la I.A.* Agile Scrum Chile. <https://www.agilescrum.cl/post/scrum-y-la-i-a>
- Alcívar, G., Rodríguez, S., Santos, O., y Loor, B. (2022). Teoría de colas y optimización de proceso de atención al usuario. *AlfaPublicaciones*, 4(3), 22-38. <https://doi.org/10.33262/ap.v4i3.221>
- Amazon Web Services. (2023). *Arquitectura de Amazon RDS Custom.* Amazon Web Services. https://docs.aws.amazon.com/es_es/AmazonRDS/latest/UserGuide/custom-concept.html
- Burbano, V., Valdivieso, M., y Burbano, Á. (2024). Teoría de colas en la práctica investigativa: generación de modelos probabilísticos para líneas de espera. *Revista de Investigación Desarrollo e Innovación*, 14(2), 9-24. <https://doi.org/10.19053/uptc.20278306.v14.n2.2024.17811>
- Canyakmaz, C., y Boyacı, T. (2023). Queueing systems with rationally inattentive customers. *Manufacturing & Service Operations Management*, 25(1), 266-287. <https://doi.org/10.19053/uptc.20278306.v14.n2.2024.17811>
- Castells, M. (2000). *The Rise of the Network Society.* Blackwell Publishing.
- Christian, M., Caplan, A., y Nester, A. (2020). Prioritization, rationing and allocation of scarce resources during a health crisis or pandemic: A rapid literature review. *BMC Medical Ethics*, 21(1), 1-10.
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). (2024). *Mal desempeño de la inversión, baja productividad laboral y limitado espacio fiscal mantienen bajo el crecimiento económico de América Latina y el Caribe.* CEPAL. <https://www.cepal.org/es/comunicados/mal-desempeno-la-inversion-baja-productividad-laboral-limitado-espacio-fiscal-mantienen>
- El Diario. (2020). *Colas virtuales, la nueva estrategia para surtir gasolina.* El Diario. <https://eldiario.com/2020/10/04/gasolina-colas-virtuales-nueva-estrategia/>

- Gross, D., y Harris, C. (1998). *Fundamentals of Queueing Theory* (3rd ed.) John Wiley & Sons.
- Hillier, F., y Lieberman, G. (2005). *Introduction to Operations Research* (8th ed.) McGraw-Hill.
- ICRC. (1993). *Code of Conduct for the International Red Cross and Red Crescent Movement and NGOs in Disaster Relief*. <https://www.ifrc.org/document/code-conduct-international-red-cross-and-red-crescent-movement-and-ngos-disaster-relief>
- Kendall, D. (1953). Stochastic processes occurring in the theory of queues and their analysis by the method of the imbedded Markov chain. *The Annals of Mathematical Statistics*, 24(3), 338-354. <https://doi.org/10.1214/aoms/1177728975>
- Medhi, J. (2002). *Stochastic Models in Queueing Theory* (2nd ed.) Academic Press.
- Schwaber, K., y Sutherland, J. (2017). *The Scrum Guide*. Scrum.org. <https://www.scrum.org/resources/scrum-guide>
- Vegas, N., Cabrera, C., Espinoza, J., y Mendoza, A. (2023). Doble autenticación utilizando software móvil de lectura de código QR. *Campus*, 28(35), 45-54. <https://doi.org/10.24265/campus.2023.v28n35.04>
- Venezuela Blog. (2021). *Venezuela Semanal: Inminentes sanciones sobre el combustible diésel aumentan las alarmas*. Venezuela Blog. <https://www.venezuelablog.org/es/venezuela-semanal-inminentes-sanciones-sobre-el-combustible-diesel-aumentan-las-alarmas>
- Voz de América. (2021). *Campo venezolano retrocede por escasez de combustible*. Voz de América. https://www.vozdeamerica.com/a/venezuela_campo-venezolano-retrocede-por-escasez-de-combustible-articulo/6074956.html

Reseña



Ética de la inteligencia artificial

Santiago Roca  ¹

Centro Nacional de Desarrollo e Investigación en Tecnologías Libres, Mérida, Venezuela ¹

sroca@cenditel.gob.ve¹

DOI: 10.5281/zenodo.17467759



Luciano Floridi es doctor en Filosofía, profesor de Ciencias Cognitivas en la Universidad de Yale y de Sociología de la Cultura y la Comunicación en la Universidad de Bolonia. Además, dirige el Centro de Ética Digital de la Universidad de Yale. En este libro ofrece un conjunto de planteamientos acerca de la relación entre ética e Inteligencia Artificial (IA), incluyendo temas como la naturaleza de la IA, sus impactos positivos y negativos, las cuestiones éticas y las medidas necesarias para contribuir con el fomento de una sociedad basada en IA. Por lo tanto, realiza aportes en aspectos puntuales tales como la definición de IA, la gobernanza digital y el impacto de la tecnología en la sociedad.

En la Parte I, *Entendiendo la Inteligencia Artificial*, Floridi formula una introducción a la conceptualización de la IA, a partir de la reconstrucción de la historia del término, la interpretación conceptual y la proyección de sus alternativas de futuro (Capítulos 1 al 3). En retrospectiva, los avances digitales han permitido el surgimiento de la IA como tecnología relevante, pero ésta se ha convertido en un recipiente de ideas incubadas en la modernidad, re-ontologizando y re-epistemologizando los entornos de implementación.



Esta obra está bajo licencia CC BY-NC-SA 4.0.

El autor afirma que la propia expresión de “Inteligencia Artificial” no es un término académico, sino que hace referencia a un conjunto de disciplinas científicas, técnicas, productos y servicios cuya interpretación se ha expandido semánticamente. En ese sentido, Floridi ofrece una interpretación de la IA como “agencia” (no “inteligencia”) cuyo desarrollo se ha beneficiado de la separación entre dos dimensiones: la capacidad de completar tareas para alcanzar un objetivo y el requisito de ser inteligente para lograrlo, afirmando que la IA sería capaz de ejecutar funciones de forma programada sin que ello implique que posee altas capacidades cognitivas. En contraste, el auge de la IA se debe a que se han creado nuevas estructuras organizacionales para adaptarse a su implementación, aspecto que puede conllevar tanto beneficios como riesgos para la sociedad.

En la Parte II, *Evaluando la Inteligencia Artificial*, Floridi plantea varios aspectos de ética teórica y aplicada. En los primeros capítulos (4 al 6), ofrece un análisis comparativo de los principios éticos que diferentes entidades han propuesto para la IA, para luego hacer referencia a los riesgos de su aplicación práctica y a los esquemas de gobernanza digital. En esta sección plantea una diferencia entre ética “dura” (que precede y contribuye con la legislación) y ética “blanda” (que se aplica más allá del cumplimiento legal), cuya combinación podría contribuir a que los esfuerzos de los entes reguladores y los desarrolladores se complementen para fomentar la orientación ética en los servicios de IA.

Desde 2017, varias organizaciones plantearon diversos principios éticos aplicables a la industria de la IA, como por ejemplo los *Asilomar AI Principles*. Floridi realiza un análisis de diferentes propuestas, contrasta con los principios de la bioética y plantea los siguientes principios: beneficencia, no maleficencia, autonomía humana, justicia y explicabilidad. Los cinco principios abarcan diferentes dominios y conforman un marco para formular políticas, instrumentos de ley y recomendaciones generales. En ese sentido, los principios no aplican tanto a los dispositivos de IA como a los agentes humanos relacionados con su desarrollo, implementación y regulación. Posteriormente, el autor indica que existen diferentes riesgos vinculados con la adopción de los principios éticos, como el lavado de imagen y el *lobby* ético, con lo cual señala la posibilidad de que los propios acuerdos sean objeto de manipulación en el campo de aplicación.

La gobernanza del espacio digital es una respuesta a la digitalización de las relaciones sociales. De acuerdo con Floridi, la gobernanza digital, la ética digital y la regulación digital son enfoques distintos pero complementarios que se refuerzan para orientar y brindar forma a las relaciones digitales. En ese sentido, la ética “dura” abarca los valores, derechos, deberes y responsabilidades vinculadas con lo digital, y por tanto sirve de fundamento a las leyes y regulaciones; mientras que la ética “blanda” tiene que ver con lo que se puede hacer en el contexto de la norma e implica la autoregulación de las organizaciones, considerando que tener la capacidad de hacer algo no involucra necesariamente la decisión de hacerlo. La relación entre ambos tipos de ética puede contribuir a conformar relaciones digitales más coherentes

en contextos donde la innovación generalmente se encuentra mucho más adelantada que la regulación.

Posteriormente, el texto hace referencia a varios aspectos de ética aplicada, como el carácter de los algoritmos, la utilización de IA con fines perniciosos, el uso benéfico de la IA, así como la extensión de estas discusiones en los casos del impacto ambiental o el desarrollo sostenible (Capítulos 7 al 12). Floridi insiste en el carácter no neutral de los algoritmos, lo que justifica la preocupación con respecto a las consecuencias éticas de su aplicación. Por ejemplo, las trabas para auditar eficientemente un algoritmo debido a cuestiones técnicas, así como la imposibilidad de codificar funciones relacionadas con valores como “equidad”, son algunos de los impedimentos que dificultan interpretar las consecuencias éticas de la utilización sistemas algorítmicos, lo que puede conducir a casos de sesgo por programación y discriminación de los usuarios. Por lo tanto, es necesario promover procedimientos y métodos de evaluación que garanticen mayores niveles de justicia algorítmica y responsabilidad moral de los agentes vinculados con la implementación de IA.

La IA también puede ser utilizada para hacer el mal o para fomentar el bien (Capítulos 8 y 9). El primer caso incluye el uso criminal de la tecnología en áreas tan diversas como el comercio, ofensas contra las personas, robo, fraude y tráfico de sustancias ilícitas; entre muchas otras, lo que conlleva preocupaciones sobre el potencial de las amenazas, las responsabilidades y las acciones necesarias para prevenir y paliar los daños. En contraparte, se ha definido el concepto de “IA para el bien social” (“*AI for Social Good*”), fundado en el interés de diseñar, desarrollar e implementar sistemas de IA que prevengan, mitiguen o resuelvan problemas de la vida humana y el ambiente, a la vez que faciliten desarrollos que sean social y ambientalmente sostenibles. Floridi plantea que existe un conjunto de factores necesarios para propiciar tales fines, como el respeto al contexto social en que se implementan las tecnologías, la protección de la privacidad y la promoción de la equidad.

Más adelante, Floridi formula algunas recomendaciones para alcanzar una sociedad donde la IA se utilice para el bien, reflexiona sobre el impacto ambiental y plantea la posible contribución de la IA con los Objetivos de Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas (Capítulos 10 al 12). Las recomendaciones para una sociedad de IA para el bien parten de un conjunto de principios inspirados en el ideal del bienestar del ser humano: autorrealización autónoma, agencia humana, capacidades individuales-sociales y cohesión social; cada uno de los cuales puede ser tanto potenciado como amenazado por la IA. En ese sentido, el autor elabora un conjunto de 20 recomendaciones y enfatiza la importancia de las políticas públicas en el fomento institucional de este tipo de sociedad. En las conclusiones (Capítulo 13), Floridi trata sobre la relación entre la ética de la agencia artificial y las acciones sociales, con miras a propiciar la conformación de una sociedad donde se integren humanamente los entornos sociales y ambientales con las tecnologías digitales.

Luciano Floridi plantea un aporte relevante en aspectos como la interpretación conceptual de la IA. La informática facilitó el desarrollo de agentes artificiales, máquinas que pueden realizar tareas de forma automática pero que no necesariamente son “inteligentes”. Una mirada cercana a las técnicas de entrenamiento de la IA, basadas en el suministro de numerosos registros de datos para que los algoritmos alcancen a definir patrones, da cuenta de la falta de vuelo del “aprendizaje” de las máquinas. La eficacia operativa de un brazo robótico y la versatilidad de los Grandes Modelos de Lenguaje pueden conducir al desarrollo e implementación de agentes artificiales con cierta autonomía de funcionamiento, pero considerarlos “inteligentes” sería tan temerario como proponer que mostrar millones de fotografías a un niño para que aprenda a reconocer un rostro humano sea un método de enseñanza. El texto de Floridi enfatiza que la ingeniería ha facilitado la automatización algorítmica sin alcanzar aún el aprendizaje creativo que caracteriza a la inteligencia humana. Al mismo tiempo, motiva a cuestionar el fundamento de términos tan generales como “Inteligencia Artificial”.

Esta perspectiva no pretende desconocer los alcances presentes y futuros del desarrollo de agentes artificiales. De hecho, otro planteamiento clave de Floridi es que los mismos se han vuelto relevantes en virtud de que la sociedad se ha transformado para fomentar su implementación, por ejemplo, al diseñar esquemas de manufactura que incluyen la robótica, lo que explica la creciente importancia de los dispositivos de captación y procesamiento de datos. Tal idea es congruente con las ideas de autores que conciben la tecnología digital como parte de un paradigma tecno-económico con potencial para cambiar los sistemas de producción y los modelos organizacionales. Floridi propone propiciar una aproximación a la IA desde el cruce entre sus alcances funcionales y el significado que le imprimen diferentes actores sociales, aspectos centrales para abordar la interacción entre los agentes humanos y artificiales desde la óptica de la ética.

Otro de los aportes del texto es el interés en sistematizar diferentes principios normativos de ética para la IA. En el escenario de la discusión sobre la ética y la IA se ha hecho énfasis en las normas generales que deben guiar los proyectos de innovación. Por ejemplo, se ha planteado que se debe desarrollar un tipo de tecnología “no maliciosa”, es decir, que no tenga como fin en sí mismo perjudicar al ser humano (lo que dejaría por fuera numerosas aplicaciones con fines militares). La perspectiva es que el conjunto de principios normativos nutran diferentes instrumentos legislativos, decisiones jurídicas, reglamentos, recomendaciones, etc. Pero en el campo se han planteado otras maneras de fomentar el interés ético de los desarrollos de IA. Por ejemplo, algunos entes multilaterales tienden a aplicar un enfoque sobre los “efectos” de la adopción de IA, por lo que crean instrumentos de evaluación que deben orientar el desarrollo de aplicaciones específicas. La aproximación de Floridi, aunque fructífera, deja ver las limitaciones de utilizar un enfoque basado únicamente en normas, y motiva a pensar en la adopción de un conjunto de propuestas que se complementen entre sí.

Ahora bien, en el texto de Floridi se echa de menos un abordaje más preciso de los sujetos

comprometidos con el desarrollo de una ética para la IA. Por ejemplo, existen diferencias entre los principios que guían a los entes de regulación, los valores que orientan los mercados de tecnología y la ética de los programadores o de los usuarios. Como no se elabora una clasificación de los agentes organizacionales y artificiales en materia de IA, tampoco se integra una distinción entre múltiples estrategias éticas, que pudieran incluir principios de diseño técnico, códigos de conducta, entre otros. El enfoque es eminentemente normativo y se deja sin tratar temas como la codificación de criterios de decisión éticos en los agentes artificiales, que sí ha sido observado por otros autores. Así, se comprende que las complicaciones éticas de la IA deben atribuirse más a los ecosistemas digitales que a los productos de IA terminados. Pero en tal sentido, si la IA se considera una forma de agencia artificial, sería necesario aclarar desde el inicio cómo la agencia humana determina el carácter ético de las aplicaciones.

El libro de Luciano Floridi representa una referencia importante en el campo de la ética de la IA. Por una parte, precisa el alcance de la tecnología digital y aborda varios conflictos éticos que han sido señalados por otros autores. Así mismo, resulta positivo que realice propuestas y aportes concretos en los diferentes temas que trata, como por ejemplo en el análisis de los principios de ética para la IA o en el planteamiento de una IA para el bien social. Su aproximación está orientada al dominio de las políticas públicas pero es suficientemente clara para abrir el campo a los lectores interesados en el tema, a la vez que apunta a contribuir con la legislación y regulación en torno a la IA. En consecuencia, resulta un texto necesario en el conjunto de producciones académicas dedicadas a profundizar en las principales implicaciones éticas de la IA.

Referencias

Floridi, L. (2024). *Ética de la inteligencia artificial*. Herder.

Boletín



La ciencia venezolana avanza con soberanía en salud, talento e innovación productiva

El Ministerio del Poder Popular para Ciencia y Tecnología (MinCyT), en colaboración con sus entes adscritos, como el Centro Nacional de Desarrollo e Investigación en Tecnologías Libres (CENDITEL), avanza en la consolidación de una agenda de ciencia soberana orientada al bienestar colectivo y al desarrollo nacional. Esta política, gestionada por la Vicepresidenta Sectorial Gabriela Jiménez Ramírez, se enfoca en establecer un modelo científico con profundo sentido social, comprometido con la transformación del conocimiento en soluciones tangibles que fortalezcan la salud pública, la producción y la formación del talento científico-tecnológico del país.

En este contexto, las instituciones que conforman el sistema de ciencia y tecnología articulan esfuerzos estratégicos para robustecer las capacidades locales, generar innovación con pertinencia territorial y promover una cultura científica al servicio de la vida. Las líneas de trabajo abarcan desde la recuperación y el mantenimiento de equipos médicos esenciales, hasta el despliegue de programas de capacitación en áreas clave como inteligencia artificial, robótica, biotecnología y ciberseguridad. Este enfoque busca consolidar una Venezuela capaz de producir conocimiento propio y aplicarlo directamente al bienestar de su población.

Ciencia territorializada para la atención en salud y la producción sanitaria

El Gobierno Bolivariano, a través de la colaboración entre el MinCyT y el Ministerio del Poder Popular para la Salud, mantiene una línea de trabajo reforzando los planes de salud y control mediante el apoyo científico y tecnológico. Al respecto, la Vicepresidenta Sectorial de Ciencia, Tecnología, Ecosocialismo y Salud, Gabriela Jiménez Ramírez, sostuvo un encuentro clave para abordar estrategias y consolidar los planes desplegados en el territorio nacional. En sus declaraciones, explicó que esta estrategia preventiva se refuerza con la llegada de la temporada de lluvias.

Conjuntamente, se fortalece el Plan de Ciencia y Tecnología para el Control Integrado de Vectores, con el fin de disminuir la incidencia de enfermedades transmitidas por insectos, tales como dengue, chikungunya, fiebre amarilla y malaria. Estas acciones se articulan directamente con el Programa Ampliado de Inmunización y con las redes de profesionales formados en instituciones como la Universidad de las Ciencias de la Salud Hugo Chávez.



Esta obra está bajo licencia CC BY-NC-SA 4.0.



Figura 1: La ministra Gabriela Jiménez Ramírez en su intervención en el IV Foro Cultura Alimentaria y Nutricional para la Paz.

Fuente: [Ministerio del Poder Popular para Ciencia y Tecnología](#)

En sintonía con estas metas, Venezuela avanza en una agenda de investigación y desarrollo que incluye “un programa que se va a desarrollar con el Ministerio del Poder Popular para la Salud que tiene que ver con longevidad y hábitos saludables, en el que está vinculado también el Instituto Nacional de Nutrición”. La Vicepresidenta Sectorial puntualizó que la finalidad es “poner en Venezuela una mirada diferente hacia la longevidad, hacia la restauración de hábitos y la recuperación del estado de bienestar de nuestro pueblo”.

Por otra parte, y como elemento fundamental de la política de salud integral, la ministra Jiménez Ramírez subrayó la potenciación de laboratorios territoriales. Un ejemplo notable es el laboratorio de biotecnología más moderno de Venezuela, ubicado en Los Andes, destinado al rescate y reproducción de material genético local (semillas), el fortalecimiento de la microbiota del suelo y la biotecnología aplicada para transformar la soberanía alimentaria y la salud nutricional del país. El proyecto, que involucra a 5.300 familias campesinas y talleres de formación socializados por el ministerio, busca superar las deficiencias causadas por modelos agrícolas foráneos.

En este orden de ideas, la ministra enfatizó la imperiosa necesidad de la reeducación nutricional desde el hogar y la escuela. Los rubros estratégicos rescatados incluyen la papa andina, el cacao, el ocumo y el ñame. En palabras de la ministra “el material genético rescatado es considerado un patrimonio libre y colectivo. Las semillas no se comercializan y, por decisión de las familias campesinas, se comparten e intercambian en redes”.

Forjando el futuro científico a través de la formación de talento

La formación del talento ocupa un lugar central en la agenda del MinCyT aplicando el Plan de la Patria de las 7T, vinculado directamente a los 13 motores productivos de la Agenda Económica Bolivariana, para garantizar la soberanía tecnológica y el desarrollo de soluciones digitales propias.

De esta manera, la Universidad Nacional de las Ciencias “Dr. Humberto Fernández-Morán” (UNC) avanza en su organización académica para recibir estudiantes; la rectora Gabriela Jiménez Ramírez comunicó acerca de la evaluación de cronogramas y del Sistema Nacional de Ingreso, con el fin de ofrecer “resguardo, formación y dedicación” a quienes conforman la casa de estudios. La UNC se presenta como un “hogar del conocimiento científico con visión de futuro, ciencia para la vida y tecnología para el bienestar del pueblo”, ofreciendo cuatro nuevas carreras: Inteligencia Artificial, Ingeniería en Ciberseguridad, Ciencia de Datos y Automatización y Robótica.

En materia de formación tecnológica, se activaron ocho nodos del programa de Software Soberano y Seguro (S3), distribuidos estratégicamente en universidades, universidades politécnicas territoriales y en el Centro Nacional de Desarrollo e Investigación en Tecnologías Libres (CENDITEL). En la primera cohorte, cerca de mil estudiantes reciben capacitación en tecnologías libres, desarrollo web, bases de datos, seguridad informática y fundamentos de inteligencia artificial. Estas cifras reflejan la prioridad puesta en capacidades digitales, así como en la regulación y gobernanza de la IA.

Los Semilleros Científicos se mantienen como la plataforma de semillero escolar y juvenil. El Ministerio informó cifras sobre la participación de más de 650.000 niñas y niños formados por el programa y 87.000 participantes en actividades durante el año en curso. Además celebró los logros de delegaciones venezolanas en las Olimpiadas Mundiales Abiertas de Astronomía (OWAO) y en las Olimpiadas Nacionales de Robótica (WRO). Estas experiencias prácticas y competitivas nutren la vocación científica y conectan la escuela con centros de investigación y universidades. La ministra Gabriela Jiménez recalcó que la principal competencia a estimular es “la de las virtudes, la de los valores y la ética”, y que “la lectura y sobre todo el pensamiento crítico es un acto de soberanía”.



Figura 2: Inauguración de la Red de Desarrollo de Software Soberano y Seguro (S3) encabezada por la viceministra para la Comunalización de la Ciencia para la Producción, Danmarys Hernández.

Fuente: Ministerio del Poder Popular para Ciencia y Tecnología



Figura 3: La ministra Gabriela Jiménez Ramírez en el programa La Librería Mediática, reflexionando sobre la importancia de la lectura en plena era digital.

Fuente: Ministerio del Poder Popular para Ciencia y Tecnología

Por su parte, CENDITEL sumó una valiosa oferta de capacitación dirigida a la infancia con su curso en línea “Aprendizaje en Robótica” diseñado para niñas y niños de 6 a 12 años, en el marco del Programa Nacional Semilleros Científicos. Impartido desde la plataforma Toparquía, se registró la participación de 2.633 niñas y niños (945 niñas y 1.687 niños) procedentes de múltiples estados de Venezuela y de algunos países extranjeros. El diseño instruccional se orientó en convertir la curiosidad en habilidades prácticas, adaptadas al nivel de desarrollo y al ritmo de cada participante. Estas acciones muestran la articulación efectiva entre las políticas nacionales y los recursos digitales para llegar a públicos diversos.

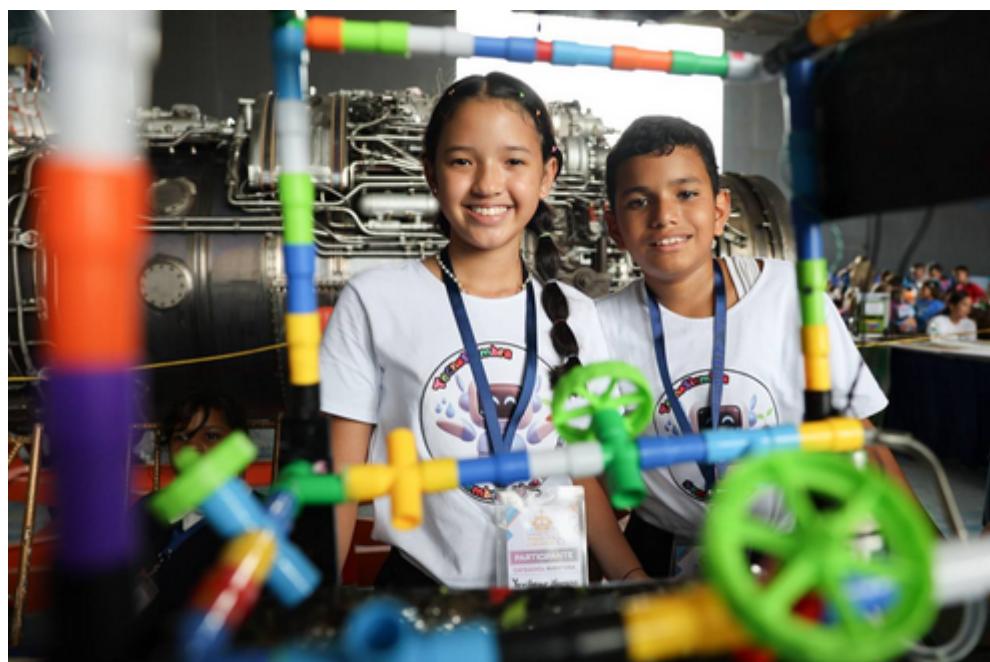


Figura 4: Cenditel fomenta el aprendizaje en Robótica para niñas y niños.

Fuente: Ministerio del Poder Popular para Ciencia y Tecnología

En el ámbito institucional, y reforzando el compromiso con la Seguridad Digital, el presidente de CENDITEL, Oscar González, condujo un conversatorio para abordar la ciberseguridad. González insistió que “la ciberseguridad es un tema estratégico y geopolítico, por lo que, resulta un deber proteger la seguridad de la nación, así como lo que somos y hacemos, mediante un uso responsable de los entornos digitales”.

Plan Nacional Cayapa Heroica en la recuperación de servicios esenciales

El Plan Nacional Cayapa Heroica cumple siete años desde su creación en 2018. Esta iniciativa surgió como una respuesta directa a las medidas coercitivas unilaterales y el bloqueo económico, y su objetivo fundamental es recuperar equipos de gran envergadura y vitales para el

funcionamiento del país, aprovechando las capacidades de los centros de investigación públicos y sustituyendo importaciones.



Figura 5: Conversatorio sobre ciberseguridad dirigido a todos los trabajadores de CENDITEL.

Fuente: [Centro Nacional de Desarrollo e Investigación en Tecnologías Libres](#).

Este plan, coordinado por la Vicepresidenta Sectorial Gabriela Jiménez Ramírez, impulsa la articulación del talento interdisciplinario que, desde cada región, ejecuta labores de reparación, reactivación y optimización de equipos estratégicos para el fortalecimiento de las instituciones públicas al servicio del pueblo. El Centro Nacional de Desarrollo e Investigación en Tecnologías Libres (CENDITEL) ha sido una de las instituciones protagonistas de este esfuerzo. Durante el segundo trimestre del año, consolidó acciones concretas de recuperación tecnológica en el estado Mérida, integrando capacidades locales y voluntariado técnico para restablecer la operatividad de equipos hospitalarios y sistemas esenciales.

En meses recientes, CENDITEL reportó la revisión, diagnóstico y reactivación exitosa del equipo de Rayos X del Consultorio Popular Tipo III Dr. Alberto Adriani, ubicado en el municipio Zea. Esta intervención benefició directamente a más de 11.400 habitantes del municipio y su parroquia Caño El Tigre, así como a comunidades rurales aledañas, según informó su presidente, Oscar González.



Figura 6: Trabajadores de CENDITEL reactivan unidad de Rayos X del Consultorio Popular Tipo III Dr. Alberto Adriani, en el municipio Zea del estado Mérida.

Fuente: [Centro Nacional de Desarrollo e Investigación en Tecnologías Libres](#).

En conjunto, las acciones promovidas por el Ministerio del Poder Popular para Ciencia y Tecnología y sus entes adscritos reflejan el avance de una política pública que concibe la ciencia como motor para la vida, la independencia y el bienestar colectivo. La integración entre la investigación aplicada, la formación de talento y la recuperación tecnológica demuestra que el conocimiento, cuando se articula con las necesidades reales de las comunidades, se convierte en una herramienta poderosa de transformación social.

Con estas medidas, el Gobierno Bolivariano de Venezuela, a través del Ministerio del Poder Popular para Ciencia y Tecnología, reafirma su compromiso con una ciencia soberana, inclusiva y orientada al desarrollo integral, donde cada logro científico se traduce en bienestar, equidad y futuro para el pueblo venezolano.

María Eugenia Acosta 
Centro Nacional de Desarrollo e Investigación en Tecnologías Libres
Mérida, Venezuela
macosta@cenditel.gob.ve
DOI: [10.5281/zenodo.1746777](https://doi.org/10.5281/zenodo.1746777)

