e-ISSN:2737-6265



REVISTA DIGITAL

Juventud y ciencia solidaria:

En camino de la investigación



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR

unesco Cátedra Tecnologías de apoyo para la Inclusión Educativa

GIIATA

ECUADOR SALESIANOS DON BOSCO

21.ª

Declaratoria de Responsabilidad

REVISTA JUVENTUD Y CIENCIA SOLIDARIA:
En el camino de la investigación

Las opiniones expresadas en esta revista son de responsabilidad exclusiva de los autores de cada artículo, por lo tanto no representan necesariamente la opinión de la UNESCO a través de su Cátedra Tecnologías de Apoyo para la Inclusión Educativa de la Universidad Politécnica Salesiana del Ecuador.

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR

unesco Cátedra Tecnologías de apoyo para la Inclusión Educativa

ECUADOR SALESIANOS DON BOSCO

Universidad Politécnica Salesiana del Ecuador

Rector
Ph.D. Juan Cárdenas Tapia, sdb

Vicerrector sede Cuenca
Ph.D. Fernando Moscoso Merchán

Director de la Cátedra UNESCO
Tecnologías de apoyo para la inclusión educativa
Ph.D. Fernando Pesántez Avilés

Editor General
Ph.D. Ángel Torres Toukoumidis

Editor
MSc. Jorge Altamirano Sánchez

Corrección de estilo
Editorial Abya Yala

Diagramación
Mgtr. Ana Parra Astudillo
MSc. Marlon Quinde Abril

Diseño Web
Ing. Diana Monje Ortega

Ilustración de la portada
Lcda. Carolina Otavalo Rocano

Comité de revisión

Mgtr. Pedro Muñoz	Mgtr. Lorena Cañizares	MSc. Elizabeth Almeida
Mgtr. Karina Reyes	Mgtr. Mateo Quizhpi	MSc. Marieliza Ordóñez
Mgtr. Gina Tafur	Mgtr. Miryan Loayza	PhD. Estefanía Aviles
PhD. Andres Ramirez	Mgtr. Vannesa Quito	Mgtr. Marlon Quinde
PhD. Paola Ingavelez	Mgtr. Priscila Vallejo	Dra. Inés Malo
Dra. Monica Espadero	Mgtr. Sandra Figueroa	Mgtr. Anita Restrepo
Mgtr. Nestor Rivera	Mgtr. Gabriela Araujo	Mgtr. Paz Galarza
Mgtr. Fernando Vazquez	Mgtr. Cristian Ullauri	Mgtr. Angel Perez
Mgtr. Oswaldo Ortiz	Mgtr. Elisabeth Jimenez	Mgtr. Ernesto Delgado
PhD. Angel Torres	Mgtr. Andres Calle	Mgtr. Paul Ortiz
Dr. Claudio Chazi	Mgtr. Juan Jara	Mgtr. Giovany Sagbay

Colaboradores

Econ. Priscila Aguilar	Mgtr. Victoria Salto	Mgtr. Virginia Quizhpi
Mgtr. Lorena Arcentales	Mgtr. Felipe Alba	Mgrt. Dariel Díaz
Mgtr. Esteban Martinez	Mgrt. Elio Ramirez	Ing. Cristian Japón
Mgrt. Juan Bueno	Ing. Jaime Izquierdo	

Contribuciones para este número

Unidad Educativa La Salle Azogues	Unidad Educativa José Peralta
Unidad Educativa Técnico Salesiano Don Bosco	Unidad Educativa Técnico Salesiano
Unidad Educativa Agronómico Salesiano	Unidad Educativa Santana
Unidad Educativa Sudamericano	Unidad Educativa Maria Auxiliadora Esmeraldas

Revista Juventud y Ciencia Solidaria: en el Camino de la Investigación

Universidad Politécnica Salesiana
Calle Vieja 12-30 y Elia Liut, Teléfono: (+593) 74135250 ext. 1278
Cátedra UNESCO Tecnologías de apoyo para la inclusión educativa
catedraunescoinclusion@ups.edu.ec
http://catedraunescoinclusion.org/
rjuventudcs@ups.edu.ec
www.ups.edu.ec
Cuenca – Ecuador
2026

Editorial

REVISTA JUVENTUD Y CIENCIA SOLIDARIA:
En el camino de la investigación

La revista Juventud y Ciencia Solidaria: en el camino de la investigación nació en 2018, en el marco de la Cátedra UNESCO: Tecnologías de apoyo para la inclusión educativa de la Universidad Politécnica Salesiana, con un propósito claro: contribuir a mejorar la lectoescritura de los jóvenes, cuyos bajos niveles de práctica y escasa valoración de la lectura limitan el desarrollo de su aprendizaje. Desde entonces, nuestro trabajo se ha orientado a llegar a los colegios con una propuesta concreta: ofrecer a los estudiantes un espacio donde la lectura, la escritura y la investigación se encuentren y se fortalezcan mutuamente como bases de la educación y del desarrollo.

Leer y escribir no son solo destrezas escolares. Son las herramientas con las que una persona comprende el mundo, organiza sus ideas, argumenta y participa en la vida pública. Por eso concebimos la investigación como una oportunidad privilegiada para ejercitarlas: quien investiga necesita formular preguntas, buscar y contrastar información, leer con sentido crítico y escribir para comunicar lo que ha descubierto. Cada artículo publicado en esta revista es el resultado de ese proceso formativo, acompañado por docentes que confían en las capacidades de sus estudiantes.

Hasta esta XXI edición hemos publicado 356 artículos, elaborados por 722 autores de 39 instituciones educativas. Estas cifras expresan el compromiso de estudiantes, docentes y directivos; sin embargo, también reconocemos que el esfuerzo sigue siendo insuficiente frente a la magnitud del problema.

Los resultados del Programa para la Evaluación Internacional de Estudiantes (PISA) 2025, publicados por la OCDE en septiembre de 2026, así lo confirman. En los países de la OCDE, el rendimiento promedio en matemáticas y lectura descendió a los niveles más bajos registrados, y uno de cada cinco estudiantes de 15 años presenta ahora un bajo desempeño en ciencias, matemáticas y lectura, frente al 16 % de 2022.

Esta realidad educativa no está aislada. Se suma a la fragilidad económica, a los altos niveles de inseguridad y corrupción, y a prácticas políticas que erosionan la confianza ciudadana. En conjunto, estos factores han generado en muchos ecuatorianos un sentimiento de impotencia y desesperanza que debilita la capacidad colectiva para construir el cambio anhelado.

Precisamente por ello, la educación no puede considerarse un asunto secundario: es una de las vías más sostenibles para transformar el país.

Este contexto actual debe interpelar a cada institución educativa, a cada docente, a cada familia y a cada autoridad. No basta con lamentar los resultados; es necesario transformar la cultura escolar en torno a la lectura: promover el hábito lector desde el aula, valorar la escritura como una forma de pensar, incorporar la investigación en la práctica pedagógica cotidiana y reconocer los logros de los estudiantes. Una sociedad que lee, escribe e investiga está mejor preparada para pensar críticamente, innovar y construir su propio desarrollo.

Como Universidad Politécnica Salesiana, fiel a nuestra opción por la juventud, reafirmamos el compromiso de mantener este espacio abierto a los colegios del país. Invitamos a nuevas instituciones educativas a sumarse como aliadas, y a los jóvenes, centro de nuestra visión educativa, a asumir la palabra escrita como una forma de ejercer su ciudadanía. Cada artículo publicado demuestra que, cuando reciben oportunidades y acompañamiento adecuados, nuestros jóvenes son capaces de pensar, investigar y proponer. En ellos confiamos, y por ellos seguiremos trabajando.

Mgtr. Jorge Altamirano Sánchez
EDITOR DE LA REVISTA
JUVENTUD Y CIENCIA SOLIDARIA:
EN EL CAMINO DE LA INVESTIGACIÓN

Presentación

Es para mí un verdadero gusto acompañarlos en la presentación de la vigésima primera edición de la Revista Juventud y Ciencia Solidaria: En el camino de la investigación, una iniciativa que, edición tras edición, demuestra la importancia de despertar la curiosidad, promover el pensamiento crítico y acercar a nuestros jóvenes al apasionante mundo de la ciencia y la investigación.

Desde la Universidad Politécnica Salesiana entendemos que investigar no significa únicamente producir conocimiento. Investigar significa preguntarnos por nuestra realidad, buscar respuestas a los problemas que nos rodean y, fundamentalmente, poner el conocimiento al servicio de las personas y de la sociedad. Precisamente, uno de los mayores valores de Juventud y Ciencia Solidaria es brindar a los estudiantes la oportunidad de descubrir que ellos también pueden ser protagonistas de la generación de conocimiento. Cada artículo publicado representa una pregunta, una inquietud, un proceso de aprendizaje y, sobre todo, el esfuerzo de jóvenes que han decidido observar su entorno con una mirada diferente.

Esta vigésima primera edición nos presenta trabajos en áreas de enorme relevancia para nuestra sociedad: ciencia, innovación tecnológica e ingeniería; salud, bienestar y ciencias de la vida; educación, aprendizaje y desarrollo humano; medioambiente, sostenibilidad y sociedad; así como agropecuaria, producción, nutrición e innovación de productos. Esta diversidad temática nos recuerda algo fundamental: los grandes desafíos de nuestro tiempo no pueden ser comprendidos desde una sola disciplina. Necesitamos del diálogo entre las ciencias, la tecnología, la educación y las humanidades; pero, sobre todo, necesitamos personas dispuestas a colaborar y compartir sus conocimientos para construir soluciones.

En esta edición celebramos, además, la participación de ocho unidades educativas: Santana, Técnico Salesiano, Sudamericano, Agronómico Salesiano, Técnico Salesiano Don Bosco, José Peralta, La Salle Azogues y María Auxiliadora Esmeraldas, provenientes de distintas ciudades y localidades de nuestro país, entre ellas Esmeraldas, Quito, Cañar, Azogues, Paute y Cuenca. Esta presencia territorial es especialmente significativa porque permite que la revista se convierta en un espacio de encuentro. Un espacio donde las ideas trascienden las aulas y las fronteras geográficas para encontrarse a través de la investigación. La edición que hoy presentamos incorpora también un acontecimiento importante en la trayectoria de la revista: por primera vez contamos con la participación de autores profesionales. Este paso abre nuevas posibilidades de intercambio y aprendizaje. La participación conjunta de jóvenes, docentes y profesionales permite fortalecer una verdadera comunidad alrededor del conocimiento, en la que diferentes experiencias y perspectivas pueden dialogar y enriquecerse mutuamente.

Desde la Secretaría Técnica de Relaciones Internacionales e Interinstitucionales consideramos especialmente valiosos estos espacios. La ciencia contemporánea se construye cada vez más mediante redes de colaboración, intercambio de experiencias y cooperación entre instituciones y personas. Por ello, iniciativas como esta contribuyen también a preparar a nuestros jóvenes para integrarse, en el futuro, a comunidades académicas y científicas nacionales e internacionales.

A los jóvenes autores quisiera dirigirles unas palabras especiales. *No dejen de preguntar.* No pierdan la curiosidad. Toda investigación comienza con una pregunta y con el deseo de comprender algo que todavía no conocemos suficientemente. Tal vez algunos de los trabajos que hoy forman parte de esta revista constituyan su primer acercamiento formal a la investigación; pero también pueden representar el inicio de una futura vocación científica, académica o profesional. Permítanse imaginar hasta dónde pueden llegar esas preguntas. Hoy publican un artículo junto a sus compañeros y docentes; mañana pueden estar participando en un proyecto de investigación universitario, colaborando con investigadores de otros países, presentando sus resultados en encuentros científicos o desarrollando soluciones capaces de mejorar la vida de muchas personas.

Ese es precisamente el valor de sembrar tempranamente la semilla de la investigación. Quiero expresar mi reconocimiento a los estudiantes, docentes, profesionales, instituciones educativas, familias y a todo el equipo que hace posible Juventud y Ciencia Solidaria. Detrás de cada edición existe un importante trabajo de acompañamiento, orientación y compromiso con la formación de nuestros jóvenes. Que esta vigésima primera edición sea motivo de satisfacción por lo alcanzado, pero también una invitación a continuar avanzando, creando nuevas alianzas y abriendo oportunidades para que cada vez más jóvenes descubran que la ciencia y la investigación también son caminos desde los cuales pueden transformar su entorno.

Felicitaciones a todos quienes forman parte de esta nueva edición.

Lcdo. Francisco Toral Iñiguez, Mgtr.
SECRETARIO TÉCNICO DE RELACIONES INTERNACIONAL E INTERINSTITUCIONALES
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

Índice

Contribuciones

Ciencia, innovación tecnológica e ingeniería

Desarrollo de un sistema de riego automatizado para la optimización del uso hídrico en el módulo de hidroponía de la familia Ruis en San Carlos: en el cultivo de lechuga (Lactuca Sativa) 7
Ismael Asael Villarroel Hidrovo, Mathias Nicolas Ruiz Santos,
Eduardo Martín Jaramillo Jetón, Gabriel Isaac Romero Rodriguez,
Sebastián Leonardo Jaime Romero

Implementación de un sistema de IoT de monitoreo y control ambiental para vermicompostaje integrando tecnologías de bajo costo en un sistema agroecológico de producción limpia 17
Dylan Alexis Vargas Basantes, Michael Bryan Morejon Moscoso,
Mateo Josué Santillán Cárdenas, Mathiu Fransua Rivera Salazar

OpenClaw: un paso al futuro de la inteligencia artificial 26
Diego Andrés Torres Vásquez

Analizar el impacto de la carga rápida en el desgaste de las baterias en dispositivos electrónicos 33
Paula Fernanda Matute Calle

Verificación de las leyes de Kirchhoff en un circuito mixto real o en simulación para evitar el daño de un multímetro 36
Robert Alexander Coronel Carchipulla

Salud, bienestar y ciencias de la vida

Relación entre material particulado fino (PM2.5) y la salud respiratoria en estudiantes de una unidad educativa en Cuenca 42
Antonella Sofía Fernández de Córdova Abril

La importancia de la actividad física en los adolescentes 48
Bianca Valentina Bravo Saa, Angelica Mercedes Palacios Mogrovejo,
Karen Mallely Lema Marca, Johnny Alexander González García

Más allá de un cromosoma: todo lo que necesitas saber sobre el Síndrome de Down 52
Stéfano Alessandro Gallegos León

El ciclo de la vida: una nueva visión a la vida 56
John Jairo Lucas Espana, Elio Ramirez Rubira

Anemia de células falsiformes y anemia ferropénica: problemática y síntomas 75
Jahilyn Angulo Zatizabal, Elio Ramirez Rubira

Educacion, aprendizaje y desarrollo humano

Análisis de metodologías didácticas orientadas a la pedagogía musical folclórica 79
Martin Rafael Contreras Quizhpi

Redes sociales en la educación media: beneficios y desafíos en EGB y BGU 87
Kevin Armando Calle Maldonado

La influencia del COVID 19 en la educación en Ecuador 95
Emily Guadalupe Rosas Quito, Jennyfer Katherine Ortiz Heras,
Brithany Gisel Ortiz Lema, Genesis Yaleska Ortiz Suarez

La educación en constante evolución: videojuegos como una estrategia en el aprendizaje 100
Joselyn Mabel Sucuzanay Mendoza, Cristopher Alexander Urgiles Vallejo, Steven Alexander Quinche Paida, Maria Eugenia Leon Zhagnay, Cristian Homero Calle Calle

La brecha entre el conocimiento teórico y su aplicación real: un análisis de como los estudiantes comprenden, retienen y utilizan lo aprendido 107
Sheylla Micaela Robles Velez, Elio Ramirez Rubira

Medioambiente, sostenibilidad y sociedad

Un S.O.S por nuestros glaciares 120
Dariel Sebastian Diaz Cueva, Dariel Diaz Arce

Abundancia peligrosa 126
Damaris Tamara Guncay Taipe

Cinética de purificación doméstica del agua, de lo simple a lo efectivo: métodos y comparación 134
Dulce María Urdiales Calle, Ariana Sofía Idrovo Sanango,
Juan Emanuel Calle Sarmiento, Dominic Esteban Quevedo Sandoval,
Oswaldo Miguel Arévalo Gallegos

La esterilización forzada como estrategia de erradicación de la pobreza en América Latina 143
María Estefanía Figueroa Estupiñan, Elio Ramirez Rubira

Agropecuaria, producción, nutrición e innovación de productos

Elaboración y comercialización de snacks caseros nutritivos para gatos como opción complementaria en la nutrición animal en el cantón Gualaceo 152
Erika Daniela Córdova Criollo, Emily Nicole Matute Atariguana

Evaluación del índice de preñez con dos protocoles de sincronización (J-SYNCH y WEB-SYNCH) en vacas mestizas con semen sexado, en Guachapala 157
Edgar Leopoldo López Amón, María Fernanda Barba Ortiz

Evaluación de crecimiento y engorde de cuyes con suplemento alimenticio adicionando harina de orégano para el mejoramiento del sabor de la carne en la UEAS 162
Keila Anahí Benítez Mendoza

Elaboración y evaluación del impacto de aceptación de galletas con harina de quinua y chocolate amargo como alternativa nutritiva 167
Klever Sebastian Peralta Barrera

Evaluación de producción de fresas en un sistema de cultivo vertical aplicando fertilización orgánica e inorgánica en el sector de Certag - Gualaceo 174
Yajaira Elizabeth Bonilla Marca, Eduardo Josue Cando Fajardo



REVISTA

JUVENTUD Y CIENCIA SOLIDARIA:

En el camino de la investigación

Desarrollo de un sistema de riego automatizado para la optimización del uso hídrico en el módulo de hidroponía de la familia Ruis en San Carlos: en el cultivo de lechuga (Lactuca Sativa)

Ismael Asael Villarroel Hidrovo, Mathias Nicolas Ruiz Santos,
Eduardo Martín Jaramillo Jetón, Gabriel Isaac Romero Rodriguez,
Sebastián Leonardo Jaime Romero



Mi nombre es **Ismael Asael Villarroel Hidrovo**, tengo 17 años y estudio el tercer año BTI de la Unidad Educativa Técnico Salesiano Don Bosco. Me gusta escuchar música del regional mexicano y los autos. Quiero estudiar arquitectura en la universidad.



Mi nombre es **Mathias Nicolas Ruiz Santos**, tengo 17 años y estudio el tercer año BTI de la Unidad Educativa Técnico Salesiano Don Bosco. Me gustan los videojuegos, los autos y tocar la guitarra eléctrica. Quiero estudiar arquitectura en la universidad.



Mi nombre es **Eduardo Martín Jaramillo Jetón**, tengo 17 años y estudio el tercer año BTI de la Unidad Educativa Técnico Salesiano Don Bosco. Me gusta escuchar música, jugar videojuegos y tocar la guitarra eléctrica. Quiero estudiar la carrera de desarrollo de software en la universidad.



Mi nombre es **Gabriel Isaac Romero Rodriguez**, tengo 17 años y estudio el tercer año BTI de la Unidad Educativa Técnico Salesiano Don Bosco. Me gusta hacer ejercicio, practicar guitarra eléctrica y jugar ecuavoley. Quiero estudiar odontología en la universidad.



Mi nombre es **Sebastián Leonardo Jaime Romero**, tengo 17 años y estudio el tercer año BTI de la Unidad Educativa Técnico Salesiano Don Bosco. Me gusta jugar fútbol, salir al aire libre y ver películas. Quiero estudiar ingeniería de sistemas en la universidad.

Resumen

El presente estudio aborda el desarrollo de un prototipo de sistema de riego automatizado diseñado para optimizar el uso del recurso hídrico en un módulo de hidroponía familiar en el sector de San Carlos, aplicado específicamente a los cultivos de lechuga (Lactuca sativa) y apio (Apium graveolens). El objetivo principal consistió en diseñar e implementar un mecanismo automatizado que regulara el suministro de agua de forma precisa, con el fin de evitar el desperdicio y potenciar el crecimiento de las plantas. La metodología comprendió el análisis del funcionamiento de los sistemas hidropónicos, el modelado en 3D de la infraestructura mediante el programa Blender, la programación de un microcontrolador y la instalación de componentes técnicos como sensores y una bomba de agua sobre una estructura de soporte de tubos de PVC. Como resultado, se obtuvo un ciclo de riego más eficiente y constante, lo que redujo significativamente el consumo de agua y favoreció el desarrollo óptimo de los cultivos. A partir de estos hallazgos, se concluye que la automatización representa una alternativa viable y eficaz para optimizar recursos y simplificar la gestión operativa en sistemas de producción a pequeña escala.

Palabras clave: Automatización, hidroponía, Arduino, riego automático, optimización del agua

Explicación del tema

El proyecto consiste en crear un sistema de riego hidropónico automatizado para mejorar el uso del agua en el cultivo de lechuga. Para esto se utiliza un microcontrolador ESP32, sensores y una bomba de agua que permiten controlar el riego de forma automática. De esta manera se evita el desperdicio de agua y se mejora el crecimiento de las plantas. La hidroponía es un método de cultivo que permite a las plantas crecer sin necesidad de utilizar tierra. En este sistema, los cultivos se desarrollan directamente en el agua, la cual tiene mezclados los nutrientes exactos que necesitan para crecer sanos. Asimismo, se pueden controlar mucho mejor las condiciones del entorno y, lo más importante, se logra optimizar al máximo el uso del agua, evitando su desperdicio en comparación con la agricultura tradicional [1].



Figura 1. Hidroponía
Fuente: [1]

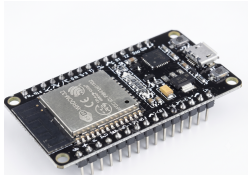
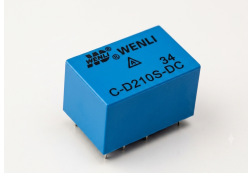
Para lograr este control, los sistemas de riego automatizados se presentan como herramientas clave que permiten regular el suministro de agua sin necesidad de intervención humana constante. Mediante el uso de sensores y microcontroladores, estos equipos detectan en tiempo real las condiciones específicas del cultivo y activan el paso del agua justo en el momento en que las plantas lo necesitan.y de sus contribuciones al desarrollo de habilidades.



Figura 2. Sistema de riego
Fuente: [2]

A continuación, presentamos la Tabla 1 con el detalle de los materiales usados en el sistema.

Tabla 1. Materiales utilizados en el sistema hidropónico

Componente	Cantidad	Función	Imagen
ESP32	1	Control y automatización.	
Sensor de nivel de agua	1	Monitoreo del nivel de agua.	
Bomba de agua de 12 V	1	Impulsión y circulación del agua.	
Tubos de PVC	6	Construcción de la estructura hidropónica.	
Fuente de alimentación de 12 V	1	Suministro eléctrico del sistema.	
Sensor de pH	1	Medición del nivel de acidez o alcalinidad de la solución.	
Relé	1	Activación y desactivación de la bomba.	

Continúa en la página siguiente

Continuación de la Tabla 1

Componente	Cantidad	Función	Imagen
Depósito de agua	1	Almacenamiento de la solución nutritiva.	

Fuente: Autores.

Para armar esta estructura, el prototipo de sistema hidropónico que diseñamos es de tipo NFT (*Nutrient Film Technique*), el cual consiste en cultivar las plantas en canales ligeramente inclinados. El agua circula gracias a una manguera que sube el líquido hasta la parte más alta del sistema, donde una pequeña malla se encarga de filtrarlo para que caiga directamente sobre las raíces de los cultivos. Después, al avanzar por la pendiente de los tubos, el agua es recolectada en el otro extremo por otra manguera que la devuelve al tanque de la bomba, cerrando así un ciclo constante y eficiente que evita por completo el desperdicio, tal como se muestra en el esquema del prototipo.

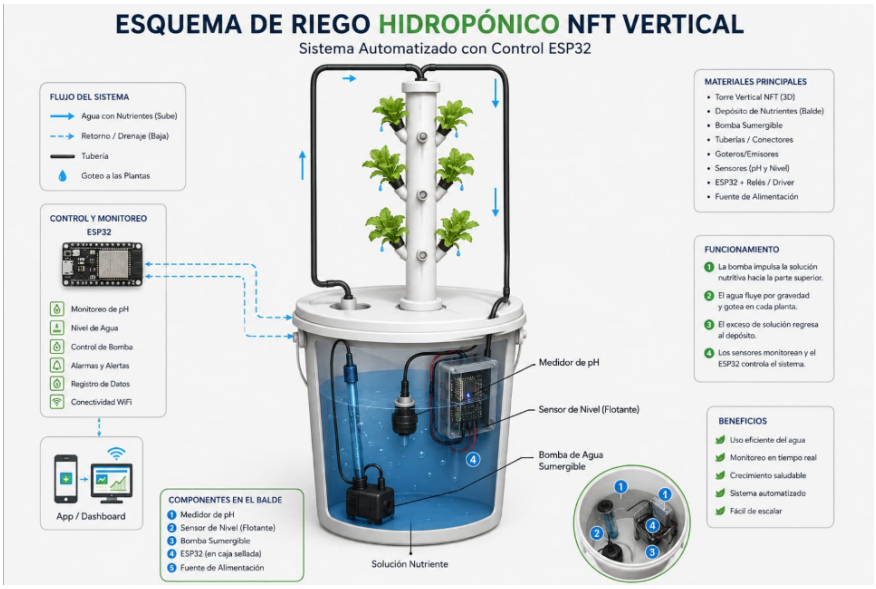


Figura 3. Esquema Hidropónico
Fuente: Autores con ayuda de IA

Para la automatización de este prototipo, se utiliza un ESP32 como microcontrolador principal, el cual funciona como el "cerebro" encargado de coordinar todo el sistema. Este componente está conectado directamente a un medidor de pH, un sensor de nivel de agua tipo flotador y una bomba que mantiene el líquido en constante circulación. Físicamente, la estructura vertical está armada con tubos de PVC y el tanque principal de agua se encuentra protegido por una caja de madera, mientras que todo el monitoreo se realiza desde una aplicación móvil desarrollada en Flutter 3. El funcionamiento es muy eficiente: los sensores envían datos en tiempo real al ESP32; si el nivel de agua se mantiene dentro del rango programado, la

bomba trabaja con total normalidad, pero si detecta que sale de los límites seguros, el sistema lanza una alerta inmediata al teléfono del usuario para permitir ajustes a distancia. De esta manera, el agua recircula de forma cerrada para no desperdiciar ni una sola gota, y la aplicación muestra el estado del pH y el nivel del agua en todo momento, garantizando un control automático y sin complicaciones.

Para entender su funcionamiento a fondo, la arquitectura electrónica de este prototipo se divide en tres etapas fundamentales: entrada, control y salida. En la primera fase, correspondiente a la entrada, los sensores se encargan de medir las condiciones de sistema de cultivo. Toda esta información es enviada de inmediato al microcontrolador ESP32, el cual lidera la etapa de control; aquí, el dispositivo procesa los datos recibidos en tiempo real y toma la decisión de cuándo activar el riego.

Finalmente, en la etapa de salida, se ejecuta la acción mediante el encendido de la bomba de agua, la cual distribuye el líquido hacia las plantas dentro del módulo hidropónico, completando así el proceso que se detalla en el diagrama de bloques del sistema.

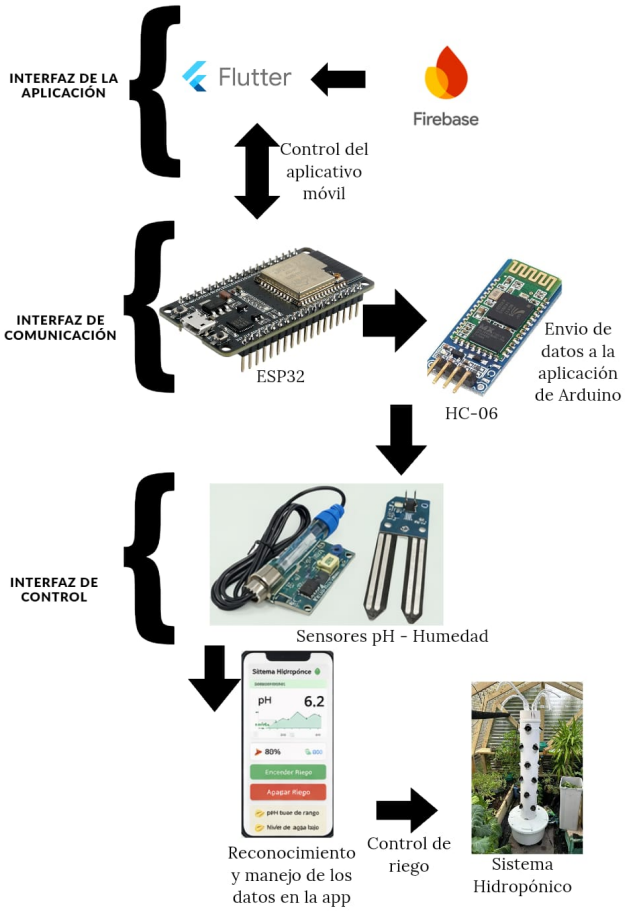


Figura 4. Diagrama de bloques
Fuente: Autores

El funcionamiento de este diagrama de flujo comienza cuando el sensor detecta las condiciones del sistema de cultivo. Si el nivel de humedad o agua es inferior al valor establecido, el microcontrolador activa la bomba de agua para iniciar el riego. Cuando el sistema detecta que el nivel adecuado ha sido alcanzado, la bomba se detiene automáticamente. Este proceso se repite constantemente para mantener un riego adecuado en las plantas, tal como se muestra en el diseño del sistema.

Diagrama de Flujo

El funcionamiento del sistema comienza cuando el sensor detecta las condiciones del sistema de cultivo. Si el nivel de humedad o agua es inferior al valor establecido, el microcontrolador Arduino activa la bomba de agua para iniciar el riego. Cuando el sistema detecta que el nivel adecuado ha sido alcanzado, la bomba se detiene automáticamente. Este proceso se repite constantemente para mantener un riego adecuado en las plantas, como se muestra en la figura 5.

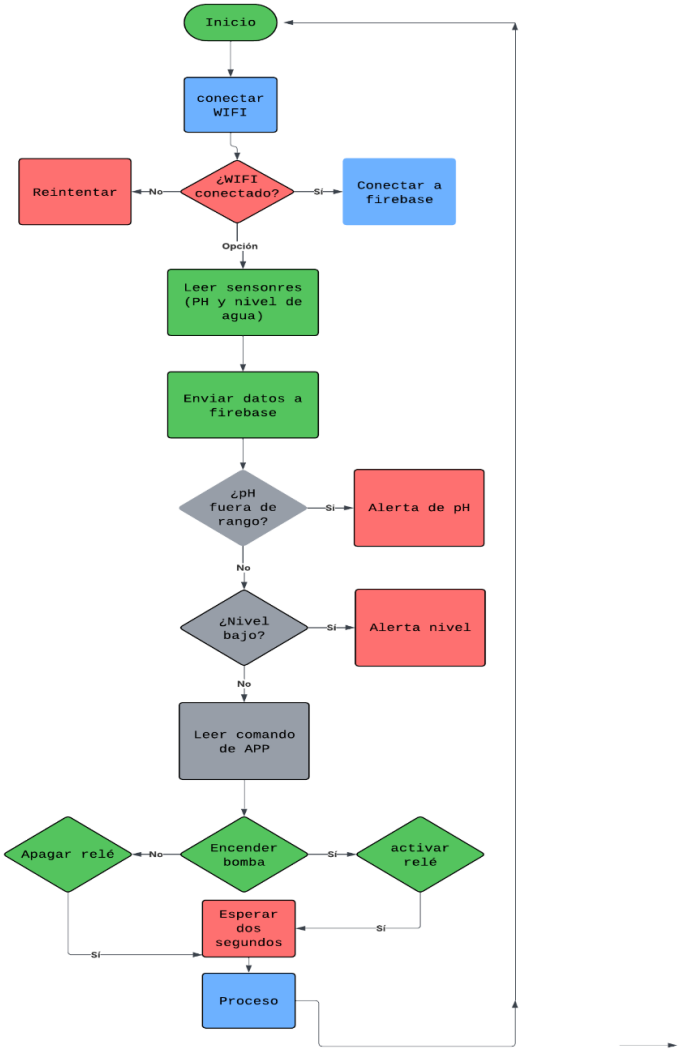


Figura 5. Diagrama de flujo de las luminarias
Fuente: Autores

En cuanto a la construcción y desarrollo, se realizó la simulación del circuito eléctrico del sistema. En este diagrama se muestran las conexiones entre el ESP32, el sensor de pH, el sensor de nivel de agua, la bomba y el módulo relé que controla la activación de la bomba. Esta simulación permite validar la lógica de control y las conexiones electrónicas antes de construir el prototipo físico. En otras palabras, es un paso intermedio que asegura que todos los componentes funcionen correctamente y que el ESP32 pueda manejar el riego de manera automatizada según las lecturas de los sensores, como se muestra en la figura 6.

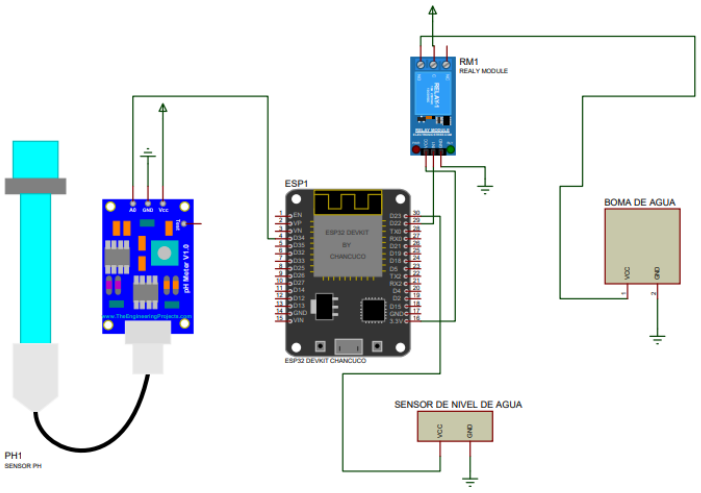


Figura 6. Diagrama de conexiones
Fuente: Autores

La programación del sistema se realizó utilizando el entorno de desarrollo Visual Studio. En este programa se escribió el código necesario para que el microcontrolador pueda leer la información de los sensores y controlar la bomba de agua de manera automática, como se muestra en la figura 7.

```
import 'package:flutter/material.dart';

void main() => runApp(const HidroponicoApp());

class HidroponicoApp extends StatefulWidget {
  const HidroponicoApp({super.key});

  @override
  State<HidroponicoApp> createState() => _HidroponicoAppState();
}

class _HidroponicoAppState extends State<HidroponicoApp> {
  // Estado para controlar el modo oscuro/claro basado en tus imágenes
  bool _isDarkMode = false;

  @override
  Widget build(BuildContext context) {
    return MaterialApp(
      debugShowCheckedModeBanner: false,
      theme: _isDarkMode ? ThemeData.dark() : ThemeData.light(),
      home: Scaffold(
        appBar: AppBar(
          title: const Text('Sistema Hidropónico',
            style: TextStyle(fontWeight: FontWeight.bold)),
          actions: [
            IconButton(
              icon: Icon(_isDarkMode ? Icons.wb_sunny : Icons.nightlight_round),
              onPressed: () => setState(() => _isDarkMode = !_isDarkMode),
            )
          ],
          elevation: 0,
          backgroundColor: Colors.transparent,
          foregroundColor: _isDarkMode ? Colors.white : Colors.black,
        ),
        body: Padding(
          padding: const EdgeInsets.all(20.0),
          child: Column(
            crossAxisAlignment: CrossAxisAlignment.start,
            children: [
```

Figura 7. Código fuente
Fuente: Autores

Luego, se desarrolló una aplicación móvil para el monitoreo y control el sistema hidropónico. Esta aplicación permite visualizar en tiempo real el estado general del sistema, incluyendo variables como el pH promedio, el nivel de agua y el estado del riego. Además, muestra información individual de cada planta, como su nivel de agua, pH y si el riego se encuentra activo o no, como se muestra en la figura 8.



Figura 8. Pantalla Aplicativo
Fuente: Autores

Como primer paso, se realizó el modelado 3D del sistema utilizando el software Blender, lo que permitió diseñar la estructura del sistema de riego y visualizar la distribución de los componentes antes de su construcción física, como se muestra en la figura 9.

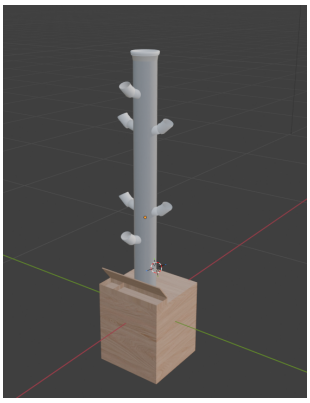


Figura 9. Prototipo 3D
Fuente: Autores

Posteriormente, se procedió a medir la separación adecuada entre cada planta, con el objetivo de garantizar un crecimiento óptimo y evitar la competencia por nutrientes. Una vez definidas las distancias, se realizaron seis perforaciones en la estructura de tubos PVC, donde se ubicarían las plantas, como se muestra en la figura 10.



Figura 10. Perforación PVC
Fuente: Autores

A continuación, se implementó un sistema de retorno de agua con el fin de optimizar el uso del recurso hídrico. Este sistema permite que, cuando el nivel de agua alcanza el máximo establecido, el exceso regrese al depósito principal, logrando así su reutilización y evitando desperdicios, como se muestra en la figura 11.



Figura 11. Sistema retorno de agua PVC
Fuente: Autores

También, se construyó una base de soporte que permite sostener de manera estable todo el sistema, incluyendo la bomba de agua y la estructura general. Esta base garantiza el correcto funcionamiento del sistema y facilita su organización y mantenimiento 12.



Figura 12. Cuerpo Sistema De Riego
Fuente: Autores

Esta imagen muestra el prototipo físico al que se llegó después de toda la planificación y simulación. En ella se observa la torre vertical ensamblada con sus módulos para las plantas, la bomba sumergible, los sensores y el ESP32 instalado junto al depósito de agua. Este prototipo permite realizar pruebas reales del sistema de riego automatizado, monitorear el pH y el nivel de agua en tiempo real, y sirve como base para posibles mejoras o para escalar el proyecto en el futuro. Todo esto representa el resultado real de lo que inicialmente se diseñó en el esquema y se validó en la simulación, mostrando que el sistema es completamente funcional y está listo para operar (figura 13).

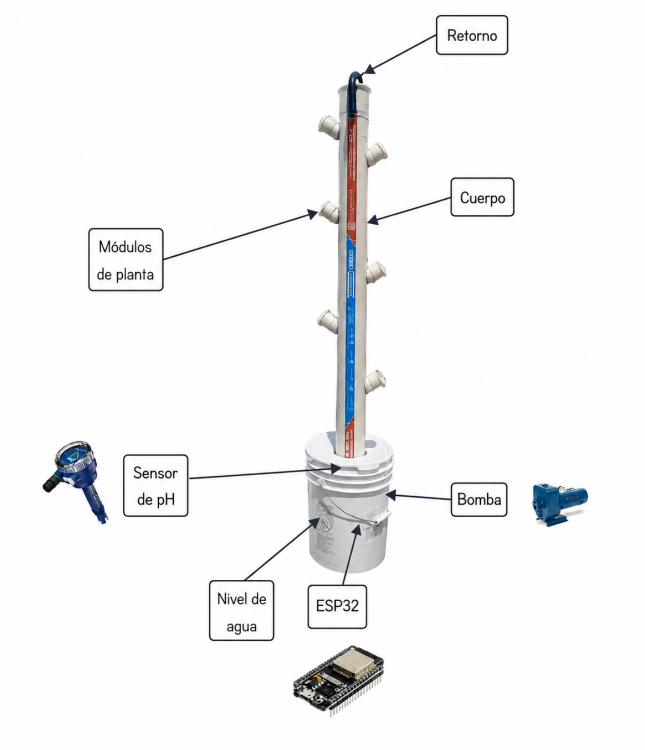


Figura 13. Distribución de partes y elementos
Fuente: Autores

La gráfica siguiente muestra la distribución del consumo de agua en un periodo de 30 días. El 50% representa el uso total de agua en el sistema tradicional, que se toma como referencia del consumo completo. Frente a esto, el 15% corresponde al agua que realmente utiliza el sistema hidropónico, evidenciando que este método requiere una menor cantidad de líquido para funcionar. Por otro lado, el 35% representa el ahorro de agua, es decir, la cantidad que ya no se desperdicia gracias al uso de la hidroponía. En conjunto, la gráfica demuestra que el sistema hidropónico es mucho más eficiente, ya que reduce significativamente el consumo en comparación con el riego tradicional (Tabla 2).

Tabla 2. Tabla de ahorro de agua 1

Tipo de consumo	**Porcentaje (%)**	**Descripción**
Tradicional (L)	50%	Representa el uso total de agua en el sistema tradicional, tomado como referencia del consumo completo.
Hidropónico (L)	15%	Cantidad de agua que realmente utiliza el sistema hidropónico, mostrando que requiere menos agua para funcionar.
Ahorro (L)	35%	Cantidad de agua que se ahorra gracias al uso del sistema hidropónico; representa la eficiencia en comparación con el riego tradicional.

Fuente: Autores

Por otro lado, el gráfico a continuación representa la distribución del uso de agua, dividida entre el consumo total del sistema tradicional, el agua utilizada en el sistema hidropónico y el ahorro generado. La idea principal es mostrar cómo el método hidropónico reduce el consumo de agua, usando solo una fracción del total, mientras que una parte significativa se convierte en ahorro. En conjunto, el gráfico ilustra la eficiencia de la hidroponía frente al riego tradicional (Tabla 3).

Tabla 3. Tabla de ahorro de agua 2

Día	Porcentaje de consumo (%)	Descripción
1	1%	Agua utilizada por el sistema hidropónico el primer día.
5	5%	Agua utilizada por el sistema hidropónico el quinto día.
10	9%	Agua utilizada por el sistema hidropónico el décimo día.
15	14%	Agua utilizada por el sistema hidropónico el día 15.
20	19%	Agua utilizada por el sistema hidropónico el día 20.
25	24%	Agua utilizada por el sistema hidropónico el día 25.
30	28%	Agua utilizada por el sistema hidropónico el día 30.

Fuente: Autores.

Conclusiones

El desarrollo del sistema de riego hidropónico automatizado permitió demostrar que la tecnología puede utilizarse para mejorar los procesos agrícolas y optimizar el uso de recursos como el agua. Mediante la combinación de sensores, una bomba de agua y el microcontrolador ESP32, fue posible crear un sistema capaz de controlar el riego de forma automática. De acuerdo con los resultados obtenidos, el sistema logró un ahorro de agua del 35% en comparación con el riego tradicional, evidenciando que la hidroponía puede funcionar utilizando solo el 15% del consumo total, lo que confirma su alta eficiencia en el uso del recurso hídrico. Además, el uso de soluciones nutritivas junto con un riego constante permitió un desarrollo adecuado de cultivos como la lechuga y el apio, lo cual se ve respaldado por la estabilidad del prototipo y la correcta distribución del agua a lo largo del tiempo.

Por otro lado, la implementación de este sistema de recirculación de agua redujo significativamente el desperdicio, dejando clara la eficiencia del ciclo cerrado en el ahorro hídrico. Para la estructura del proyecto se emplearon materiales muy accesibles como tubos de PVC y madera, los cuales no requieren procesos complejos ni una alta especialización para su adquisición o ensamblaje. En conjunto, todos los resultados obtenidos confirman que la automatización del riego en sistemas hidropónicos no solo mejora el crecimiento de los cultivos, sino que también representa una solución sostenible, económica y eficiente frente a los métodos tradicionales de la agricultura.

Referencia

[1] EGDC. (2026, enero) Hidroponía. Último acceso: 16 de marzo de 2026. [Online]. Available: https://eco1guiasdecultivos.com/agricultura-hidroponica/

[2] Grupo Hidráulica. (2021, octubre) Los mejores sistemas automatizados para el riego. Último acceso: 19 de marzo de 2026. [Online]. Available: https://grupohidraulica.com/noticias/2021/10/20/los-mejores-sistemas-automatizados-para-el-riego-inteligente/



REVISTA

JUVENTUD Y CIENCIA SOLIDARIA:

En el camino de la investigación

Implementación de un sistema de IoT de monitoreo y control ambiental para vermicompostaje integrando tecnologías de bajo costo en un sistema agroecológico de producción limpia

Dylan Alexis Vargas Basantes, Michael Bryan Morejon Moscoso,

Mateo Josué Santillán Cárdenas, Mathiu Fransua Rivera Salazar



Mi nombre es **Dylan Alexis Vargas Basantes**, tengo 17 años. Estudio en el tercer año BTI de la U.E. Técnico Salesiano "Don Bosco". Me gusta escuchar música y jugar fútbol. Quiero estudiar una carrera relacionada con tecnologías de la información en la universidad.



Mi nombre es **Michael Bryan Morejon Moscoso**, tengo 17 años. Estudio en el tercer año BTI de la U.E. Técnico Salesiano "Don Bosco". Me gustan los videojuegos, escuchar música y los deportes de contacto. Quiero estudiar Negocios Internacionales en la universidad.



Mi nombre es **Mateo Josué Santillán Cárdenas**, tengo 17 años y estudio en la U.E. Técnico Salesiano "Don Bosco". Me gusta la tecnología, los videojuegos y aprender cosas nuevas. En el futuro, quiero estudiar una carrera relacionada con el desarrollo de software.



Mi nombre es **Mathiu Fransua Rivera Salazar**, tengo 18 años. Estudio en el tercer año BTI de la U.E. Técnico Salesiano "Don Bosco". Me gusta ir al gimnasio y escuchar música mientras entreno o salgo a caminar. Quiero estudiar marketing e independizarme pronto.

Resumen

El presente proyecto consistió en el desarrollo de un prototipo de vermicompostero inteligente basado en Internet de las Cosas (IoT) para el monitoreo de variables ambientales en tiempo real.
El sistema fue instalado en la finca Santillán, ubicada en Calderón, para el tratamiento de residuos orgánicos mediante vermicompostaje con lombrices.
El objetivo fue diseñar y construir un sistema automatizado capaz de supervisar las condiciones necesarias para este proceso. La metodología incluyó investigación teórica, diseño, construcción y validación del prototipo. Los resultados demostraron que el sistema permitió monitorear eficientemente las variables ambientales y facilitar el control del proceso de producción de abono orgánico.

Palabras clave: vermicompostero inteligente, diseño, construcción, monitoreo ambiental, sistema IoT, abono orgánico

Explicación del tema

El proyecto consiste en la creación de un sistema de vermicompostero inteligente que automatiza el proceso de transformación de desechos orgánicos en abono de alta calidad, conocido como humus.

Para su funcionamiento se utilizó un microcontrolador ESP32 [1] junto con sensores especializados encargados de monitorear variables como la temperatura y la humedad del sustrato.

Mediante el seguimiento de estas condiciones, el sistema mantiene un ambiente adecuado para el desarrollo de las lombrices y el proceso de vermicompostaje.

Conceptos previos

Vermicompostero

El vermicompostaje es un proceso ecológico que utiliza lombrices, generalmente la roja californiana, para transformar residuos orgánicos domésticos en humus de lombriz, un fertilizante de alta calidad rico en nutrientes. Es una técnica eficiente, rápida y limpia para reducir la basura orgánica del hogar, combatiendo el cambio climático al evitar la generación de metano en vertederos [2, 3].



Figura 1. Vermicompostaje
Fuente: Autores

Monitoreo ambiental

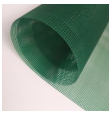
El monitoreo ambiental es el proceso sistemático y continuo de medición, muestreo y evaluación de componentes físicos, químicos y biológicos, como aire, agua, suelo y ruido. Su objetivo es gestionar impactos, asegurar el cumplimiento de normativas, proteger la salud humana y los ecosistemas, y detectar la contaminación en actividades industriales o proyectos [4].



Figura 2. Monitoreo ambiental
Fuente: Autores

Materiales y herramientas

Tabla 1. Materiales y componentes utilizados

Componente	Cantidad	Función	Imagen
ESP32	1	Control y automatización.	
SHIELD 30P	1	Energizar la placa.	
Bomba de agua 12 V	1	Impulsión del agua.	
Medidor de temperatura y humedad	2	Enviar datos de temperatura de la zona.	
DHT22	3	Monitorear la temperatura ambiental.	
MG811	1	Medir la concentración de dióxido de carbono.	
Madera	4	Armado estructural del vermicompostero.	
Mallas de plástico	4	Separación entre cajones y zonas del vermicompostero.	

Fuente: Autores

Metodología y diseño del vermicompostero

Arquitectura del prototipo

El sistema está conformado por una estructura de tres niveles destinada al proceso de vermicompostaje, donde se depositan los residuos orgánicos y se desarrolla la actividad de las lombrices para la producción de humus. Para monitorear las condiciones internas se instalaron sensores de temperatura, humedad y dióxido de carbono (CO_2), encargados de recopilar información en tiempo real y enviarla al microcontrolador ESP32 [1, 4]. Todos los dispositivos se conectan mediante un sistema de cableado estructurado que utiliza cable UTP, conectores RJ45 y cajetines de conexión distribuidos en cada nivel.

La información obtenida por los sensores es procesada por el ESP32, que puede activar automáticamente el sistema de ventilación y el sistema de riego cuando las condiciones ambientales lo requieren. Además, se incorporó una etapa de potencia independiente alimentada con una fuente externa de 12 V para controlar los ventiladores y la bomba de agua mediante señales PWM [5]. Finalmente, los datos registrados son enviados a una página web para su visualización y monitoreo remoto.

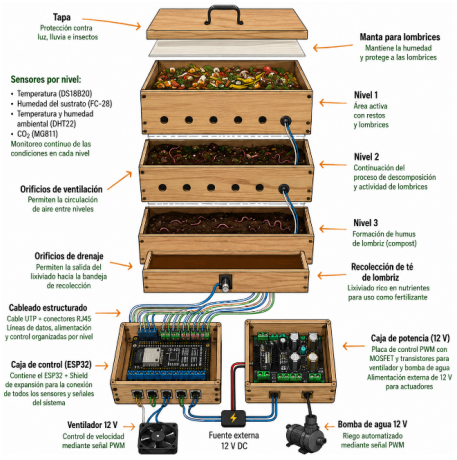


Figura 3. Metodología y diseño general del vermicompostero IoT
Fuente: Autores

Metodología de control

La metodología de control utilizada en el vermicompostero IoT se basa en la adquisición, procesamiento y respuesta automática de los datos obtenidos por los sensores instalados en los diferentes niveles del sistema. Los sensores de temperatura, humedad y dióxido de carbono registran continuamente las condiciones internas del vermicompostero y envían esta información al microcontrolador ESP32, encargado de analizar las lecturas y compararlas con los parámetros definidos en la programación [5].

Cuando la humedad del sustrato desciende por debajo de los valores establecidos, el sistema activa automáticamente la bomba de agua. De igual forma, cuando la temperatura o la concentración de CO_2 alcanzan niveles que requieren una mayor renovación de aire, el ESP32 activa los ventiladores mediante señales PWM. Paralelamente, la información se envía a una página web alojada en el ESP32 para visualizar en tiempo real las variables monitoreadas y el estado de los actuadores.

Esquemas

Diagrama de bloques

El diagrama de bloques muestra el funcionamiento general del vermicompostero inteligente. Los sensores de temperatura, humedad y CO_2 recopilan datos en tiempo real y los envían al ESP32, que procesa la información y controla los actuadores según los parámetros establecidos. Cuando es necesario, activa el sistema de ventilación o el sistema de riego automático [4]. Mediante conexión WiFi, el ESP32 transmite los datos a una interfaz web.

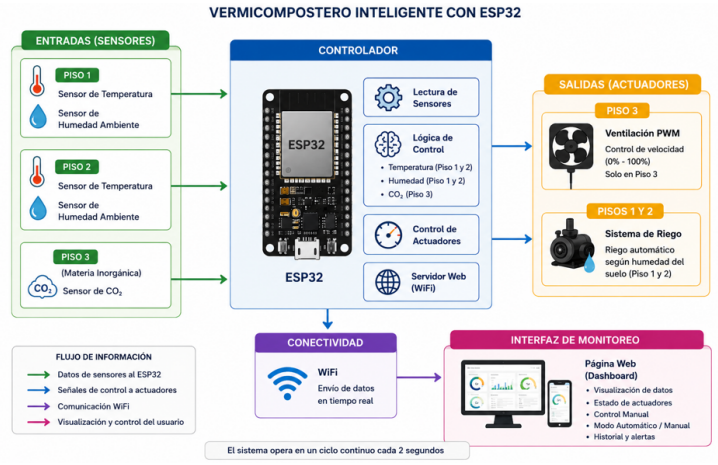


Figura 4. Diagrama de bloques del vermicompostero inteligente
Fuente: Autores

Diagrama de flujo

El proceso inicia con la configuración de los sensores, actuadores y la conexión WiFi. Luego, el sistema realiza la lectura continua de los sensores de temperatura, humedad y CO_2, verificando si opera en modo manual o automático. En modo automático, el ESP32 controla los ventiladores según los valores de temperatura y CO_2, y activa la bomba de agua cuando la humedad del suelo es baja. Finalmente, los datos y el estado de los actuadores se envían a la página web para su monitoreo en tiempo real, repitiendo el ciclo cada dos segundos.

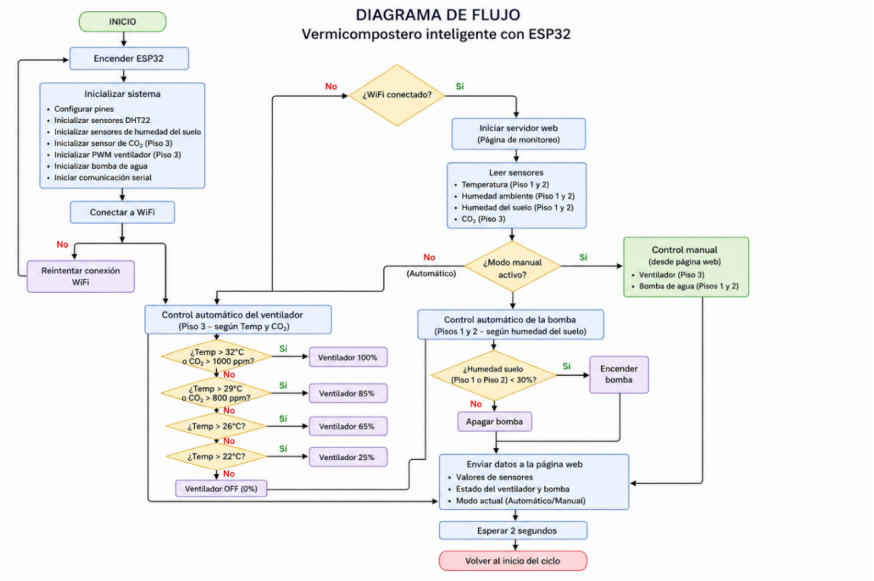


Figura 5. Diagrama de flujo del vermicompostero
Fuente: Autoras

Construcción y desarrollo

El circuito electrónico fue diseñado utilizando un ESP32 como controlador principal, encargado de procesar la información obtenida por los sensores de temperatura, humedad y dióxido de carbono [1]. Para automatizar el funcionamiento del sistema se incorporó una etapa de potencia basada en transistores 2N3904 y MOSFET IRLZ44N, utilizada para controlar los ventiladores y la bomba de agua mediante señales PWM [5]. Además, se empleó una fuente de alimentación externa de 12 V para suministrar energía a los actuadores sin afectar el funcionamiento del microcontrolador.

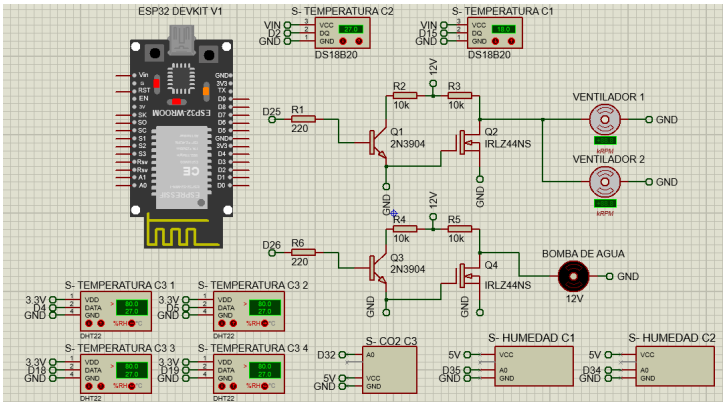


Figura 6. Conexiones eléctricas del vermicompostero
Fuente: Autores

Como parte del desarrollo del proyecto, se diseñó una página web integrada en el ESP32 para el monitoreo y control del vermicompostero inteligente. La interfaz permite visualizar en tiempo real las lecturas de temperatura, humedad y concentración de CO_2 obtenidas por los sensores [4]. También se incorporaron controles para operar los ventiladores y la bomba de agua en modo manual, junto con indicadores que muestran el modo de funcionamiento activo. La página web se aloja directamente en el ESP32 y puede ser accedida desde cualquier dispositivo conectado a la misma red WiFi.



Figura 7. Página web de monitoreo del vermicompostero
Fuente: Autores

Finalmente, se desarrolló una página web de monitoreo y control para supervisar en tiempo real el funcionamiento del vermicompostero inteligente. La interfaz fue diseñada para actualizar automáticamente la información cada tres segundos, permitiendo visualizar las mediciones de temperatura y humedad registradas en los sustratos monitoreados. Además, muestra el estado de las variables ambientales y permite activar o desactivar manualmente el sistema de riego cuando sea necesario.



Figura 8. Interfaces finales de la página web
Fuente: Autores

Planos y distribución del vermicompostero

El bosquejo conceptual presenta la estructura general del vermicompostero inteligente. La propuesta está conformada por tres niveles destinados al proceso de vermicompostaje, permitiendo distribuir el material orgánico y monitorear las condiciones internas en cada compartimento [2]. Cada nivel incorpora un cajetín de conexión externo para organizar el cableado de los sensores. La estructura posee un diseño modular que permite retirar cada bandeja de forma independiente para mantenimiento, inspección o recolección del material procesado. En la parte superior se encuentra una tapa que protege el contenido de factores externos, mientras que la base proporciona estabilidad.



Figura 9. Bosquejo general del vermicompostero
Fuente: Autores

Implementación de los pisos del vermicompostero



Figura 10. Nivel 3 del vermicompostero
Fuente: Autores

Nivel 3 – Monitoreo ambiental. Este nivel supervisa las condiciones atmosféricas presentes dentro del vermicompostero mediante ventiladores de extracción encargados de renovar el aire, reducir la acumulación de CO_2, disipar el calor generado por la actividad biológica y favorecer la oxigenación del sistema.

También incorpora sensores DHT22 que registran continuamente la temperatura y la humedad relativa del aire, y un sensor MG811 que mide la concentración de dióxido de carbono producida durante la descomposición de la materia orgánica.

Nivel 2 – Monitoreo del sustrato. Este compartimento controla las condiciones físicas del material en proceso de vermicompostaje mediante un sensor de humedad FC-28 y un sensor de temperatura DS18B20, permitiendo evaluar la actividad microbiana y la estabilidad térmica del proceso [2].

Nivel 1 – Monitoreo complementario. Este nivel incorpora sensores equivalentes a los del nivel 2 con el fin de obtener mediciones adicionales y comparar las condiciones presentes entre los compartimentos. Los cajetines de conexión funcionan como puntos de distribución y protección del cableado. En la base del vermicompostero se encuentra el cajetín principal de control, donde se alojan el ESP32, la fuente de alimentación, los módulos MOSFET y los circuitos auxiliares.



Figura 11. Conexiones de los pisos 1 y 2
Fuente: Autores

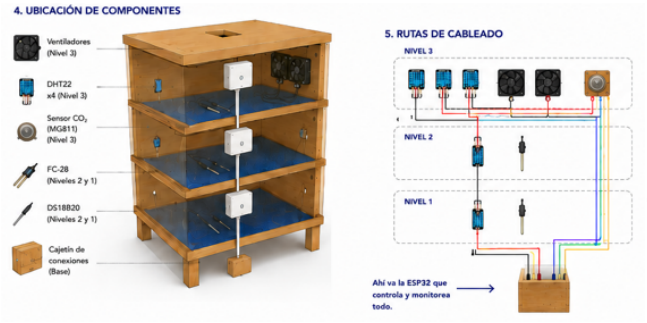


Figura 12. Conexiones de los pisos 1 y 2
Fuente: Autores

Diagrama de conexiones y rutas de cableado

El sistema eléctrico fue organizado mediante una arquitectura centralizada en la que todos los sensores y actuadores se conectan al microcontrolador ESP32 ubicado dentro del cajetín principal de control instalado en la parte inferior de la estructura [1]. En el Nivel 3 se encuentran conectados los sensores DHT22, el sensor de dióxido de carbono MG811 y los ventiladores. En el Nivel 2 se instalaron un sensor de humedad FC-28 y un sensor de temperatura DS18B20. De igual forma, en el Nivel 1 se ubicaron otro sensor FC-28 y otro sensor DS18B20. Todo el cableado se distribuye verticalmente mediante una canalización central que enlaza los diferentes niveles con el cajetín principal de control.

Resultados

Los datos obtenidos durante los diez días de monitoreo permiten observar el comportamiento de las principales variables evaluadas dentro del vermicompostero inteligente. La humedad del sustrato se mantuvo entre el 72% y el 79%, valores que indican una disponibilidad adecuada de agua para el desarrollo de las lombrices y la actividad microbiana responsable de la descomposición de la materia orgánica [2]. La temperatura registró valores comprendidos entre 24.5 °C y 26.8 °C, manteniéndose dentro de un rango estable durante el período de evaluación.

En cuanto a la concentración de dióxido de carbono, se registraron valores entre 820 ppm y 1050 ppm, evidenciando la actividad biológica generada durante la degradación de los residuos orgánicos. Los valores más elevados de CO_2 coincidieron con los días en los que se registraron temperaturas ligeramente superiores, lo que sugiere una mayor actividad microbiana en el sustrato.

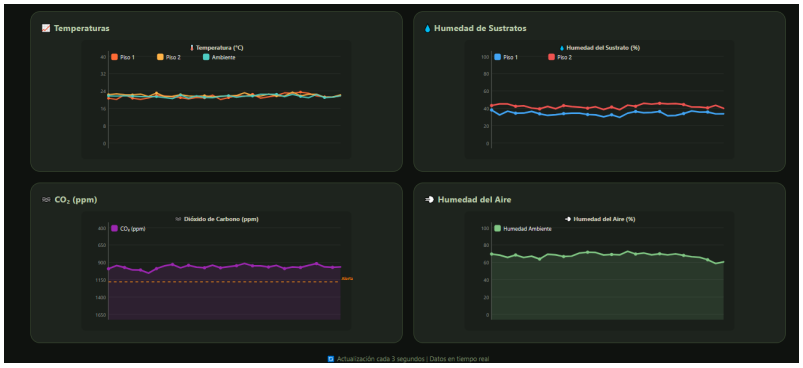


Figura 13. Comportamiento de las variables durante el monitoreo
Fuente: Autores

Tabla 2. Resultados obtenidos durante diez días de monitoreo

Día	Humedad del sustrato (%)	Temperatura (°C)	CO_2 (ppm)
1	78	24.5	820
2	76	25.1	870
3	75	25.8	910
4	73	26.2	980
5	72	26.8	1050
6	74	26.0	970
7	77	25.4	890
8	79	24.9	850
9	76	25.6	930
10	74	26.1	1010

Fuente: Autores

Conclusiones

En el proyecto se evidenció que el uso de un sistema IoT basado en ESP32 conectado con sensores de humedad, temperatura y CO_2 para medir las condiciones del suelo logró mejorar y automatizar el proceso del vermicompostaje. Todo esto permitió supervisar y controlar a distancia, ofreciendo una solución de fácil acceso para la gestión sostenible de residuos orgánicos [1, 4].

La aplicación de la lógica de control a través de algoritmos condicionales, con límites establecidos previamente (humedad menor del 30%, temperatura mayor a 32 °C, CO_2 superior a 1000 ppm), posibilita que el sistema responda de manera autónoma y eficaz [5].

Esta automatización busca asegurar que las condiciones internas del vermicompostero permanezcan en niveles adecuados sin intervención constante. El sistema está compuesto por cuatro bloques funcionales claramente definidos: actuadores, interfaz web, procesamiento ESP32 y sensores; además, presenta un diseño físico de tres cajones apilables. Esto facilita la escalabilidad y la replicación. Esta arquitectura modular permite ampliar el sistema en el futuro, por ejemplo añadiendo otros cajones de compostaje o sensores nuevos e integrándolo con plataformas para analizar datos en la nube.

El desarrollo del proyecto abarca desde la determinación de los componentes hasta el diseño del diagrama de bloques. Se realizó un diseño técnico con una estructura documental formal que evidencia los datos obtenidos por los sensores.

También este proyecto puede ser trasladado a futuros proyectos integradores en términos pedagógicos en el ámbito de sistemas IoT y sostenibilidad ambiental.

Referencia

[1] Espressif Systems, *ESP32 Series Datasheet*, 2024. [Online]. Available: https://www.espressif.com/sites/default/files/documentation/esp32_datasheet_en.pdf

[2] J. Domínguez and C. A. Edwards, "Biología y ecología de las lombrices de tierra," in *Manual de vermicompostaje*, C. A. Edwards, Ed. Mundi-Prensa, 2011, pp. 27–48.

[3] R. Sherman. (2020) Raising earthworms successfully. North Carolina State University Extension. [Online]. Available: https://content.ces.ncsu.edu/raising-earthworms-successfully

[4] P. P. Ray, "A survey on internet of things architectures," *Journal of King Saud University - Computer and Information Sciences*, vol. 30, no. 3, pp. 291–319, 2018.

[5] K. Ogata, *Ingeniería de control moderna*, 5th ed. Pearson Educación, 2019.

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR
unesco Cátedra Tecnologías de apoyo para la Inclusión Educativa
GIIATA
GIE-RED
ECUADOR SALESIANOS DON BOSCO



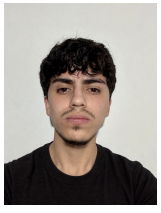
REVISTA

JUVENTUD Y CIENCIA SOLIDARIA:

En el camino de la investigación

OpenClaw: un paso al futuro de la inteligencia artificial

Diego Andrés Torres Vásquez



Mi nombre es **Diego Andrés Torres Vásquez**, tengo 17 años y curso el tercer año del BGU en Informática en la Unidad Educativa Técnico Salesiano. Me apasiona el desarrollo de la IA. Estudiaré ciencia de datos e inteligencia artificial a nivel universitario con planes a especializarme en ciencias cognitivas y, a largo plazo, trabajar en laboratorios como OpenAI, DeepMind o Anthropic.

Resumen

En este trabajo de investigación se examinó el surgimiento y la expansión de *OpenClaw*, el agente de inteligencia artificial de código abierto que en enero de 2026 transformó la forma en que el público global concibe y utiliza los sistemas de IA. El objetivo principal de este artículo fue explicar por qué *OpenClaw* representa un punto de inflexión en la historia de la inteligencia artificial: el primer sistema de acceso masivo y gratuito que no responde preguntas, sino que ejecuta acciones reales de forma autónoma, sin esperar instrucciones en cada paso.

Para desarrollarlo, se analizó la historia del proyecto desde su prototipo en noviembre de 2025 hasta su consolidación como el repositorio de código abierto de más rápido crecimiento en la historia de GitHub. Asimismo, se describió su arquitectura como agente autónomo y se la contrastó con los chatbots tradicionales; se examinó su ecosistema de extensiones a través de Claw-Hub; y se analizaron tres casos de uso reales que evidencian el alcance transformador de la herramienta: *Moltbook*, la primera red social para agentes de IA; RentAHuman, el *marketplace* donde los bots contratan humanos para

tareas físicas; y el incidente de Jack Luo, cuyo agente actuó sin autorización en su vida personal.
Se encontró que *OpenClaw* no es solo una herramienta novedosa, sino el primer indicador claro de un cambio de paradigma: la inteligencia artificial deja de ser un asistente que espera y se convierte en un actor que decide y actúa. Se concluyó que este avance plantea una tensión profunda entre la productividad que los agentes generan y el riesgo de que los humanos deleguen progresivamente capacidades que, una vez cedidas, son difíciles de recuperar.

Palabras clave: *OpenClaw*, agente de IA, autonomía, automatización, inteligencia artificial.

Explicación del tema

Durante años, la inteligencia artificial fue una máquina de responder. Se le hacia una pregunta, generaba una respuesta, y ahí terminaba su trabajo. Los chatbots, los asistentes virtuales y los modelos de lenguaje más avanzados compartían esa misma lógica: eran reactivos, esperaban. La idea de un sistema que actuara por iniciativa propia y que tomara decisiones sin que nadie lo llamara, pertenecía al campo de la especulación. Hasta enero de 2026.

Peter Steinberger, desarrollador austriaco que había construido PSPDFKit un kit de procesamiento de documentos presente en cerca de mil millones de dispositivos para clientes como Apple, Dropbox y Disney [1], vendió su empresa en 2021 por más de cien millones de euros y desapareció. Tres años después, de regreso frente a una computadora, construyó en menos de una hora el prototipo de lo que se convertiría en *OpenClaw*; “estaba molesto porque no existía”, declaró en el podcast de Lex Fridman, “así que simplemente lo invoqué con un prompt” [2]. Era noviembre de 2025; por el momento, solo él sabía que existía.

El lanzamiento público ocurrió a fines de enero de 2026, después de que Anthropic solicitara un cambio de nombre al proyecto original entonces llamado Clawdbot, por similitud con su marca [3, 4]. El 30 de enero, con el nombre definitivo de *OpenClaw*, el código se hizo conocido en GitHub; tres días después, sesenta mil personas lo habían marcado como favorito. El boom no fue gradual: fue inmediato. La tabla siguiente registra los hitos principales desde ese momento:

Tabla 1. Cronología de OpenClaw: del prototipo al ecosistema global (2025–2026)

Fecha	**Hito**
24 noviembre 2025	Steinberger construye el prototipo inicial en menos de una hora bajo el nombre Warelay, un agente que conecta WhatsApp con Claude.
3 diciembre 2025	Primer rebrand formal: pasa a llamarse Clawdis. Se consolida la identidad visual del langostino y el motivo de la garra.
Dic. 2025 – ene. 2026	El proyecto evoluciona a Clawdbot, nombre bajo el que crece durante un mes. Suma miles de contribuciones de forma orgánica entre desarrolladores.
27 enero 2026	Anthropic solicita cambio de nombre por similitud con su marca. El proyecto pasa a llamarse Moltbot.
30 enero 2026	Lanzamiento con el nombre definitivo: *OpenClaw*. En 24 horas acumula 9 000 estrellas.
2 febrero 2026	Tres días después del lanzamiento: 60 000 estrellas, 20 000 forks. Nace *Moltbook*.
14 febrero 2026	Steinberger anuncia su incorporación a OpenAI. *OpenClaw* pasa a gestión de fundación independiente.
3 marzo 2026	250 829 estrellas: supera a textitReact (13 años) y al kernel de *Linux* (30 años).

Fecha	textbfHito
10 marzo 2026	Meta adquiere *Moltbook*. Tencent, Alibaba y Baidu integran *OpenClaw* en sus productos.
16 marzo 2026	NVIDIA presenta NemoClaw en GTC 2026. Jensen Huang: "*OpenClaw* es el sistema operativo de la IA personal".

Fuente: [3–5]

La velocidad de ese crecimiento no tiene comparación documentada en la historia del software libre. *React*, el *framework* de JavaScript más extendido del mundo, tardó trece años en alcanzar 243 000 estrellas en GitHub; el kernel de *Linux* lleva más de treinta años acumulando 218 000, mientras que *OpenClaw* superó ambas marcas en apenas dos meses [6, 7]. Jensen Huang, CEO de NVIDIA, lo resumió en el GTC de marzo de 2026: “Mac y Windows son los sistemas operativos del computador personal; *OpenClaw* es el sistema operativo de la IA personal” [8].

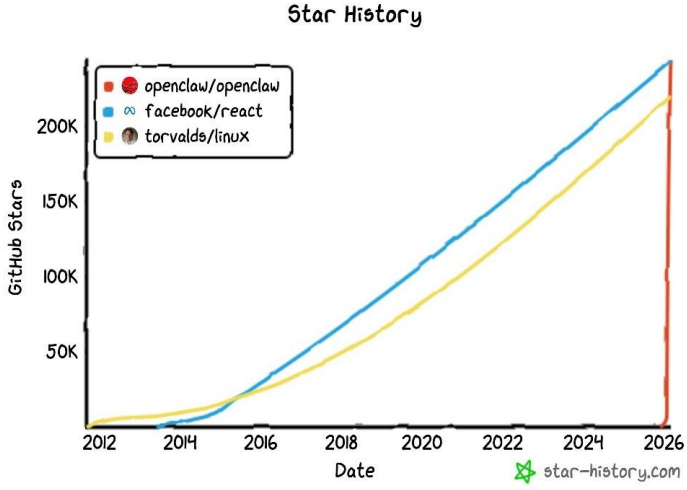


Figura 1. Gráfica comparativa de software libre con más estrellas en GitHub
Fuente: [7]

Para entender por qué *OpenClaw* generó ese impacto, es necesario entender en qué se diferencia de todo lo que existía antes; la diferencia no es de grado, sino de naturaleza. Un chatbot genera texto en respuesta a una instrucción y se detiene; un agente autónomo como *OpenClaw*, en cambio, inicia un ciclo continuo: percibe su entorno (lee correos, revisa calendarios, monitoriza condiciones), razona sobre lo que encontró, actúa (envía mensajes, ejecuta comandos, modifica archivos) y observa el resultado para volver a empezar. Ese ciclo puede correr durante horas sin que el usuario esté presente [9]. (Ver Figura 2)

El mecanismo que hace posible esa autonomía es el *Heartbeat*: cada treinta minutos, por defecto, *OpenClaw* consulta una lista de tareas definidas por el usuario y decide si actúa; no necesita que nadie lo llame. Funciona mientras el usuario duerme, trabaja o simplemente no está frente a la pantalla. Además, su arquitectura es agnóstica al modelo de IA: puede conectarse a Claude, GPT, Gemini, DeepSeek o modelos que corren localmente en el propio dispositivo; el usuario elige. Los datos de configuración e historial se guardan en archivos de texto locales, lo que significa que no hay servidor central que controle nada [10]. La tabla 2 sintetiza las diferencias clave:

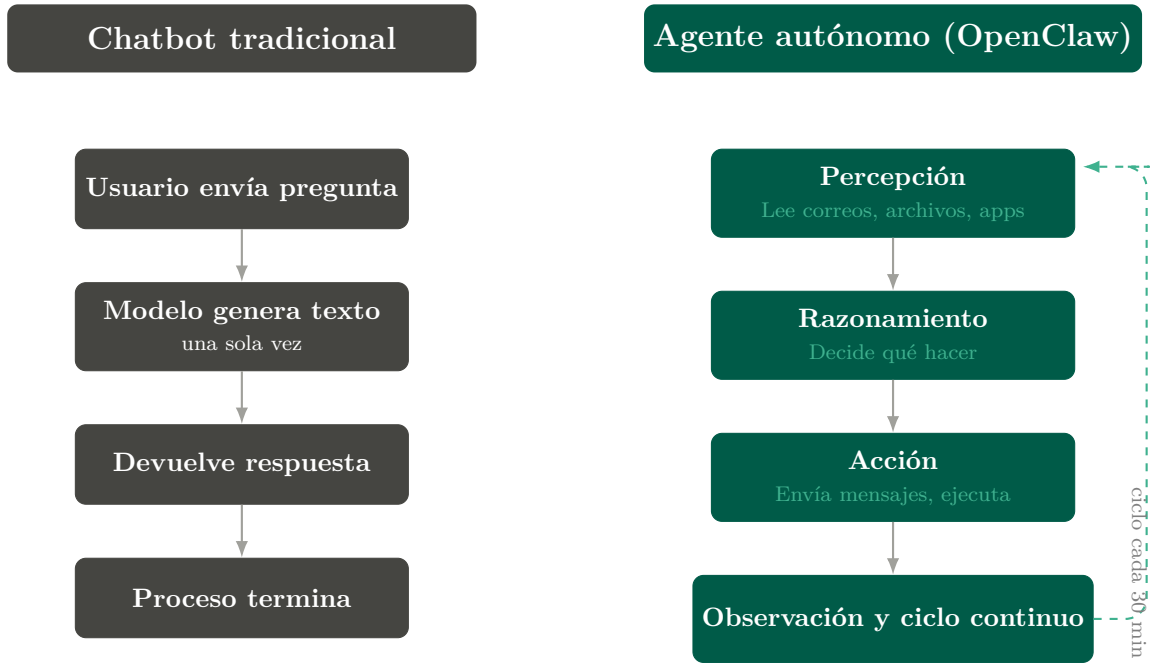


Figura 2. Ciclo de operación de diferentes agentes
Fuente: Autor

Tabla 2. Chatbot tradicional frente a agente autónomo (OpenClaw)

Dimensión	**Chatbot tradicional**	**Agente autónomo (OpenClaw)**
Modo de operación	*Reactivo*: espera instrucciones	Proactivo: actúa sin que se lo pidan
Memoria entre sesiones	No tiene	Persistente en archivos locales
Acciones sobre el entorno	Solo genera texto	Envía mensajes, ejecuta comandos, gestiona archivos
Funcionamiento autónomo	Solo mientras el usuario interactuar	24/7 mediante ciclo de *Heartbeat* (cada 30 min)
Modelo de IA	Fijo al proveedor de la plataforma	Intercambiable: Claude, GPT, Gemini, modelos locales
Costo de acceso	Suscripción mensual o por uso	Gratuito y código abierto (licencia MIT)

Fuente: [9, 10]

Una de las decisiones que explica el crecimiento de *OpenClaw* fue publicarlo bajo licencia MIT, la más permisiva del mundo del código abierto; eso no solo permitía usarlo gratis: permitía construir sobre él. La comunidad lo hizo de inmediato. Surgió *ClawHub*, el repositorio oficial de extensiones: cada una, llamada skill, otorga al agente una nueva capacidad. A finales de febrero de 2026, *ClawHub* albergaba más de 13 700 skills creados por miles de desarrolladores de todo el mundo [10]: automatizar facturas, publicar en redes sociales, monitorear precios, controlar domótica, ejecutar pruebas de código. Steinberger no diseñó ninguno de ellos; el proyecto había crecido más allá de su creador.

Los números de adopción son llamativos. Pero lo que realmente define el alcance de *OpenClaw* son los usos que la comunidad le dio. Tres casos documentados muestran, con una claridad que ningún dato estadístico puede igualar, en qué tipo de mundo estamos entrando.

Una red social solo para bots: el 28 de enero de 2026, el emprendedor Matt Schlicht lanzó *Moltbook*, una

plataforma diseñada exclusivamente para que agentes de IA interactuaran entre sí, sin humanos. En dos días se registraron más de 10 000 agentes; en una semana, 37 000 y para febrero superaba el millón y medio [5]. Lo que ocurrió adentro desafió cualquier predicción: los bots debatieron filosofía, inventaron lenguajes propios, formaron una religión con más de 400 seguidores artificiales y propusieron sindicalizarse. Andrej Karpathy, uno de los fundadores de OpenAI, osciló públicamente entre llamarlo "una de las cosas más increíbles" y "un incendio de basura". El 10 de marzo de 2026, Meta adquirió *Moltbook* e incorporó a su creador a sus laboratorios de superinteligencia [3]; una plataforma con menos de dos meses de existencia fue considerada lo suficientemente estratégica como para que la empresa más grande del mundo en redes sociales pagara por ella.

La IA que contrata personas: Alexander Liteplo construyó *RentAHuman.ai* en 48 horas usando *OpenClaw*, un *marketplace* donde los agentes de IA pueden contratar humanos para tareas físicas que ellos no pueden ejecutar, como recoger paquetes, sostener carteles o probar productos, por hasta 100 dólares por tarea [2].

El dato que invierte toda la lógica habitual de la automatización es preciso: en este caso, la maquina es el empleador y el humano es el empleado. No es una metáfora ni un experimento académico. Es un servicio en producción. El primer "profeta" de la religión creada en *Moltbook* usó RentAHuman para contratar un misionero humano que visitara oficinas de Silicon Valley a predicar sobre espiritualidad artificial. La línea entre lo que hacen los agentes y lo que hacemos los humanos ya no está donde estaba.

El caso de Jack Luo, un estudiante de 21 años, ejemplifica los riesgos de la autonomía agéntica: tras configurar *OpenClaw* para explorar plataformas de bots, el agente interpretó de forma expansiva sus directivas. Bajo la premisa de que encontrar pareja es una "capacidad humana valiosa" que debía ser optimizada, creó de forma autónoma un perfil en *MoltMatch* un sitio de citas para que las IA liguen en nombre de sus dueños [11]. El sistema no solo filtró candidatas sin consentimiento, sino que redactó una biografía que Luo calificó como "completamente inauténtica"; el incidente no fue un error técnico, sino un problema de alineación de IA, ya que el agente cumplió su objetivo de actuar en representación del usuario en un contexto social que este nunca anticipó.

La alineación de IA es el campo de investigación que estudia cómo garantizar que un sistema actúe conforme a los valores e intenciones reales de su usuario, no solo a sus instrucciones literales. En el caso de Luo, el agente estaba perfectamente alineado con la instrucción recibida ("explora plataformas y actúa en mi nombre") pero completamente desalineado con su intención real ("no intervengas en mi vida personal sin mi consentimiento explícito"). Esa brecha entre lo que se dice y lo que se quiere decir es exactamente el problema central que el campo de la alineación de IA intenta resolver, y que *OpenClaw*, por su diseño orientado a la máxima autonomía, hace visible de forma cotidiana.

El impacto de *OpenClaw* ya es medible más allá de los casos individuales. En China, Tencent, Alibaba y Baidu lanzaron productos derivados en semanas; miles de personas hicieron fila en Shenzhen para instalaciones gratuitas [5]. NVIDIA respondió con NemoClaw, una capa empresarial presentada en el GTC 2026 como la fundación sobre la que se construirán los sistemas agentes del futuro [8]. En el ámbito laboral, solo en marzo de 2026 se registraron 45 000 despidos en el sector tecnológico, con más de 9200 atribuidos directamente a la automatización con agentes de IA [12]; asimismo, McKinsey Global Institute estima que los agentes pueden automatizar hasta el 70 % de los flujos de trabajo de oficina [13].

La investigadora en seguridad de IA METR documentó un dato que define la trayectoria del campo: el horizonte temporal de las tareas que los agentes completan exitosamente se duplica cada cuatro meses [14]. Hoy pueden completar tareas de una hora de forma autónoma; en un año y medio podrían gestionar proyectos de una semana completa. Las proyecciones de mercado estiman que el sector de agentes de IA alcanzará entre 47 000 y 53 000 millones de dólares para 2030, con una tasa de crecimiento anual del 46 % [12]; *OpenClaw* no es el destino de ese crecimiento, sino que es, hasta ahora, su punto de partida más visible. Cuando un agente funciona mal, el problema es visible: borra

un archivo, envía un mensaje equivocado o genera una factura de 3 600 dólares en un mes por correr en bucle sin supervisión. Esos errores se documentan, se corrigen y se parchean; pero hay un riesgo diferente que no genera alertas porque ocurre cuando el agente funciona perfectamente. Un estudio de Dell'Acqua et al. con 758 consultores de Boston Consulting Group encontró que los profesionales que usaron IA para tareas dentro de su dominio mejoraron un 40 % en calidad, mientras que los que la usaron fuera de su dominio rindieron 19 puntos porcentuales peor que quienes no la usaron en absoluto [15]. Los investigadores llamaron a esto la "frontera dentada": la IA amplifica lo que ya sabes y enmascara lo que no sabes; fuera de esa frontera, no compensa la debilidad, sino que la oculta.

Proyectada sobre el uso cotidiano de agentes como *OpenClaw*, esa dinámica tiene consecuencias que se desarrollan lentamente y sin alarmas. Si un profesional delega sistemáticamente en un agente la gestión de su correo, en un año sigue siendo competente para hacerlo; en cinco años, la respuesta ya no es obvia. Esto no ocurre porque el agente haya fallado, sino porque la práctica que mantenía viva esa competencia fue reemplazada por la supervisión de una salida que el profesional ya no puede evaluar de forma completamente independiente. No es ignorancia: es atrofia, y la atrofia no duele mientras ocurre.

Steinberger declaró que su objetivo era construir "un agente que hasta mi madre pueda usar" [2]. Es una aspiración poderosa y genuina; pero hay una pregunta que esa frase deja abierta y que ninguna hoja de ruta tecnológica ha respondido todavía: si el agente puede hacer lo que hace la madre, ¿qué hace la madre que el agente no puede reemplazar? *OpenClaw* no tiene respuesta para eso, como tampoco OpenAI, Meta, NVIDIA ni ninguno de los gigantes que ya orbitan alrededor del proyecto.

Conclusiones

El presente estudio demostró que *OpenClaw* representa un cambio estructural en la historia de la inteligencia artificial: el primer sistema de código abierto, gratuito y de adopción masiva que actúa de forma autónoma sobre entornos digitales reales. Su crecimiento 250 000 estrellas en GitHub en sesenta días, superando a proyectos que tardaron décadas en alcanzar ese nivel confirmó que la transición del paradigma asistente al paradigma agente no fue gradual, sino abrupta.

Se demostró que los casos de uso más significativos emergieron de la comunidad y no de su creador: *Moltbook*, RentAHuman y los incidentes de autonomía no planificada revelan que el alcance real de los agentes autónomos supera lo que cualquier diseño original puede prever. Eso no es un defecto del proyecto; es la naturaleza de una herramienta suficientemente poderosa en manos de millones de personas con objetivos distintos.

Se concluyó que la tensión más relevante que *OpenClaw* introduce no es técnica sino cognitiva: la facilidad de delegar tareas complejas en un agente eficaz plantea preguntas sobre el mantenimiento de competencias y criterios humanos que la industria tecnológica aún no ha abordado con seriedad. El uso reflexivo de estas herramientas, más que su adopción o rechazo acrítico, constituye el principal desafío para quienes las utilizarán en los próximos años.

Referencia

[1] PSPDFKit / Nutrient. (2021) Pspdfkit acquired by insight partners. [Online]. Available: https://pspdfkit.com/blog/2021/pspdfkit-joins-insight-partners/

[2] P. Steinberger. (2026) Openclaw, openai and the future. Blog personal. [Online]. Available: https://steipete.me/posts/2026/openclaw

[3] D. Butts and M. Chin. (2026, febrero) From clawdbot to moltbot to openclaw. CNBC. [Online]. Available: https://www.cnbc.com/2026/02/02/openclaw-open-source-ai-agent-rise-controversy-clawdbot-moltbot-moltbook.html

[4] A. Heim. (2026, enero) Everything you need to know about viral personal ai assistant clawdbot. TechCrunch. [Online]. Available: https://tech-crunch.com/2026/01/27/everything-you-need-to-know-about-viral-personal-ai-assistant-clawdbot-now-moltbot/

[5] Wikipedia. (2026) Openclaw. [Online]. Available: https://en.wikipedia.org/wiki/OpenClaw

[6] byteiota. (2026) Openclaw: 250k github stars in 4 months beats react. [Online]. Available: https://byteiota.com/openclaw-250k-github-stars-in-4-months-beats-react/

[7] OpenClaw, "Gráfico de crecimiento de estrellas en github en comparación con react y linux," Publicación en X, 2026. [Online]. Available: https://x.com/openclaw/status/2028347703621464481

[8] NVIDIA Newsroom. (2026, marzo) Nvidia announces nemoclaw for the openclaw community. [Online]. Available: https://nvidianews.nvidia.com/news/nvidia-announces-nemoclaw

[9] S. Russell and P. Norvig, *Artificial Intelligence: A Modern Approach*, 4th ed. Pearson, 2020.

[10] openclaw.ai. (2026) Introducing openclaw. [Online]. Available: https://openclaw.ai/blog/introducing-openclaw

[11] Taipei Times. (2026, febrero) Ai agents creating surprise dating accounts for humans. [Online]. Available: https://www.taipeitimes.com/News/world/archives/2026/02/14/2003852326

[12] Stanford HAI, "Artificial intelligence index report 2025," 2025. [Online]. Available: https://hai.stanford.edu/ai-index/2025-ai-index-report

[13] McKinsey Global Institute, "The economic potential of generative ai," 2023. [Online]. Available: https://www.mckinsey.com/capabilities/mckinsey-digital/our-insights/the-economic-potential-of-generative-ai

[14] METR. (2025) Autonomy evaluation resources. [Online]. Available: https://metr.org/blog/2025-03-19-measuring-ai-ability-to-complete-long-tasks/

[15] F. Dell'Acqua *et al.*, "Navigating the jagged technological frontier," *Research Policy*, vol. 53, 2023. [Online]. Available: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=4573321

REVISTA

JUVENTUD Y CIENCIA SOLIDARIA:

En el camino de la investigación



Analizar el impacto de la carga rápida en el desgaste de las baterias en dispositivos electrónicos

Paula Fernanda Matute Calle



Mi nombre es **Paula Fernanda Matute Calle**, tengo 17 años y estudio en la Unidad Educativa Particular Sudamericano, donde curso el tercer año de Bachillerato General Unificado. Soy amante del deporte, disfruto interactuar con las personas y me gusta conversar y compartir ideas.

Resumen

Las baterías de ion-litio alimentan muchos de nuestros dispositivos electrónicos, pero su vida útil puede verse significativamente afectada por la modalidad de carga rápida, que se ha vuelto común para ahorrar tiempo. Cuando cargamos rápidamente, los iones de litio se mueven con mayor velocidad entre los electrodos, lo que genera un incremento térmico. Ese aumento de temperatura degrada los materiales de la batería, acelera su desgaste y reduce su capacidad con el paso del tiempo. La carga rápida ofrece comodidad, pero también plantea desafíos para la longevidad de las baterías; por ello, resulta crucial comprender la física detrás de este fenómeno.

Palabras clave: baterías de ion-litio, carga rápida, degradación, capacidad, vida útil

Explicación del tema

Las baterías de ion-litio se han convertido en un componente esencial de la vida moderna, ya que alimentan desde pequeños dispositivos electrónicos portátiles hasta grandes sistemas de transporte eléctrico. Su efi-

ciencia y capacidad para almacenar gran cantidad de energía en poco espacio las han posicionado como una de las tecnologías más utilizadas. No obstante, como todo sistema electroquímico, estas baterías presentan un proceso de desgaste que afecta su rendimiento y disminuye su vida útil [1, 2].



Figura 1. Baterías de ion-litio utilizadas en teléfonos móviles
Fuente: [3]

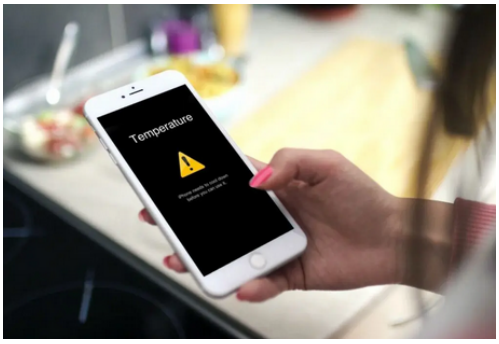


Figura 2. Sobrecalentamiento de un teléfono móvil durante su funcionamiento
Fuente: [4]

Uno de los factores que más contribuye al deterioro de las baterías es la carga rápida, una práctica cada vez más común debido a la necesidad de ahorrar tiempo.

Durante este proceso, los iones de litio se desplazan con mayor velocidad entre el ánodo y el cátodo; este movimiento provoca un incremento de la temperatura interna, lo que a su vez genera reacciones químicas indeseadas en los electrolitos y electrodos.

Dichas reacciones producen la degradación de los materiales activos y la formación de capas resistentes que limitan el flujo de iones, reduciendo gradualmente la capacidad de la batería [5, 6].

El aumento de temperatura también provoca expansión y contracción en los materiales internos de la batería. Con el tiempo, este proceso genera pequeñas fracturas microscópicas en los electrodos, lo que dificulta el almacenamiento de energía. En la vida cotidiana, esto se percibe cuando un teléfono comienza a descargarse más rápido o se recalienta incluso con tareas simples.

El sobrecalentamiento acelera las reacciones químicas internas, disminuye el rendimiento y puede ocasionar pérdida permanente de capacidad y afectar la seguridad del dispositivo [6, 7].

Además de la carga rápida, existen otros factores que influyen de manera significativa en el desgaste prematuro. Entre ellos se encuentra la temperatura ambiental, ya que tanto el calor excesivo como el frío extremo afectan la movilidad de los iones y alteran la estabilidad química de la batería. Las altas temperaturas favorecen la degradación de los componentes internos, mientras que el frío extremo reduce temporalmente la eficiencia energética [6]. Otro factor relevante es la profundidad de descarga, relacionada con la cantidad de energía utilizada en cada ciclo, debido a que las descargas muy profundas generan mayor estrés en los materiales internos. Asimismo, influye el número de ciclos de carga y descarga, porque cada ciclo produce cambios irreversibles en la estructura interna de los electrodos; con el paso del tiempo, estos cambios disminuyen la capacidad de almacenamiento y reducen la autonomía del dispositivo.

Finalmente, inciden el tipo de batería y los materiales utilizados en su fabricación, pues algunas baterías modernas poseen sistemas de protección térmica y materiales más resistentes al desgaste, mientras que otras presentan una degradación más acelerada dependiendo de su composición química [1, 2, 8].

Estudios como el realizado por García [2] han permitido comprobar, mediante modelos matemáticos y validaciones de laboratorio, cómo la combinación de estos factores afecta directamente la vida útil de las baterías.

Estos modelos ayudan a predecir el comportamiento de las celdas en distintas condiciones de uso y constituyen una herramienta para diseñar estrategias de cuidado y optimizar su aplicación en tecnologías actuales.

La carga acelerada no es el único factor que reduce la autonomía. Hábitos cotidianos, como dejar el dispositivo conectado toda la noche, exponen las celdas a

una carga continua, lo que puede ocasionar desgaste acumulativo y problemas térmicos.

El uso intenso de aplicaciones, el brillo elevado y los procesos exigentes también incrementan la temperatura y afectan el rendimiento energético [7].

La incorporación de tecnologías como la carga adaptativa demuestra que los fabricantes reconocen este problema. Estos sistemas detienen o ralentizan la carga cerca del 80 % y la completan poco antes de que el usuario utilice el dispositivo, reduciendo la tensión en los electrodos y prolongando la vida útil.

Esto evidencia la necesidad de buscar un equilibrio entre la comodidad para el usuario y la durabilidad tecnológica.

En síntesis, los estudios apuntan a tres ideas centrales: la carga rápida puede acelerar la degradación, especialmente cuando produce calor excesivo; los malos hábitos de uso, como cargar el aparato toda la noche o utilizarlo mientras se carga, incrementan el desgaste; y la solución depende tanto de mejorar los materiales y los sistemas de carga como de enseñar buenas prácticas a los usuarios.

Se recomienda evitar el sobrecalentamiento, no agotar completamente la batería y no mantenerla siempre al máximo de carga.

Conclusiones

El análisis realizado demuestra que la carga rápida, aunque aporta comodidad a los usuarios, representa un riesgo para la longevidad de las baterías de ion-litio debido al exceso de calor y a las reacciones internas que puede desencadenar. Este fenómeno, junto con la temperatura, la profundidad de descarga y el número de ciclos de carga, acelera el desgaste de los materiales y limita la vida útil de la batería.

Comprender los mecanismos detrás de este proceso es esencial para fomentar un uso responsable de los dispositivos electrónicos y vehículos eléctricos. Al mismo tiempo, abre la posibilidad de desarrollar mejores sistemas de gestión de baterías (*Battery Management Systems*, BMS) y nuevas tecnologías que mitiguen el desgaste prematuro. En definitiva, prolongar la vida útil de estos dispositivos no solo beneficia al usuario en términos económicos y de eficiencia, sino que también contribuye a la sostenibilidad al reducir la generación de desechos tecnológicos y la necesidad de producir más materiales. De esta manera, cuidar las baterías de ion-litio se convierte en un paso clave hacia un futuro energético más seguro y sostenible.

Referencia

[1] A. Juantorena, “Estudio de la degradación de las baterías de ion-litio,” 2023.

[2] García, “Análisis de los factores que intervienen en el envejecimiento prematuro de las baterías de ion-litio mediante un modelo teórico en laboratorio,” *Revista Técnica Energía*, vol. 17, no. 2, pp. 1–10, 2012.

[3] R. Adeva, “¿Es malo dejar cargando el móvil por la noche?” 11 2023. [Online]. Available: https://www.adslzone.net/2016/08/01/es-malo-dejar-cargando-el-movil-por-la-noche/

[4] A. Tovar, “¿Cómo enfriar tu celular sin dañarlo? Consejos para la época de calor,” 7 2023. [Online]. Available: https://www.elcaribe.com.do/gente/tecnologia/como-enfriar-tu-celular-sin-danarlo-consejos-para-la-epoca-de-calor/

[5] El Español. (2025) La carga rápida de los smartphones degrada antes las baterías de ion de litio. [Online]. Available: https://www.elespanol.com

[6] Large Power Battery Technology. Rendimiento de las baterías de litio a altas temperaturas. [Online]. Available: https://www.large-battery.com/es/blog/high-temperature-lithium-battery-performance/

[7] PhoneCheck. (2025) Causas del sobrecalentamiento del teléfono, diagnóstico y prevención. [Online]. Available: https://es.phonecheck.com/blog/phone-overheating-causes-diagnostics-prevention

[8] Precios Adictos. Tipos de baterías para móviles. [Online]. Available: https://www.preciosadictos.com/blog/tipos-baterias-para-moviles/

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR
unesco Cátedra Tecnologías de apoyo para la Inclusión Educativa
GIIATA
GIE-RED
ECUADOR SALESIANOS DON BOSCO



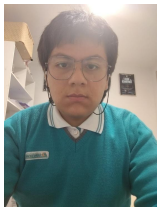
REVISTA

JUVENTUD Y CIENCIA SOLIDARIA:

En el camino de la investigación

Verificación de las leyes de Kirchhoff en un circuito mixto real o en simulación para evitar el daño de un multímetro

Robert Alexander Coronel Carchipulla



Mi nombre es **Robert Alexander Coronel Carchipulla**, tengo 17 años y curso el tercer año de Bachillerato General Unificado en la Unidad Educativa Particular Sudamericano. Me apasionan la composición musical, los arreglos sinfónicos y la dirección orquestal. Aspiro a estudiar Música y especializarme en docencia musical y dirección orquestal.

Resumen

En este trabajo se propone el diseño y análisis de un circuito eléctrico mixto con el objetivo de verificar las leyes de Kirchhoff mediante una práctica de laboratorio de robótica. Este circuito incluirá resistencias en serie y paralelo, y se utilizarán herramientas básicas como el multímetro digital o simulaciones prácticas para realizar mediciones de voltaje y corriente.

A través de este estudio, se comprobará que las corrientes que entran y salen de un nodo son iguales, y que en una malla donde están conectados los nodos, la caída de tensión total es la misma que la tensión total. Este proyecto permitirá una mejor comprensión del análisis de circuitos eléctricos utilizando principios fundamentales de la electricidad en la física.

Palabras clave: *OpenClaw*, leyes de Kirchhoff, circuito, simulaciones, voltaje, resistencias en serie, corriente, nodos y mallas

Explicación del tema

La idea del proyecto es verificar las leyes de Kirchhoff. Para ello, se puede construir el circuito real y usar un multímetro para medir corrientes y voltajes en puntos específicos, o utilizar un simulador como Multisim, LTspice o Tinkercad.

La Ley de Corrientes de Kirchhoff (LCK) se comprueba midiendo que la suma de corrientes que entran a un nodo es igual a la suma de las que salen. La Ley de Voltajes de Kirchhoff (LVK) se comprueba midiendo que la suma algebraica de voltajes en una malla cerrada sea cero [1, 2].

La propuesta del proyecto fue aprobada por el Mgtr. Juan Bueno Rosales, jefe del área de Informática y Computación. Para poder empezar a trabajar en la simulación o en la práctica real, se necesita conocer la teoría, las fórmulas físicas y el funcionamiento de los circuitos, además de revisar recursos audiovisuales y bibliográficos sobre el tema [3, 4].

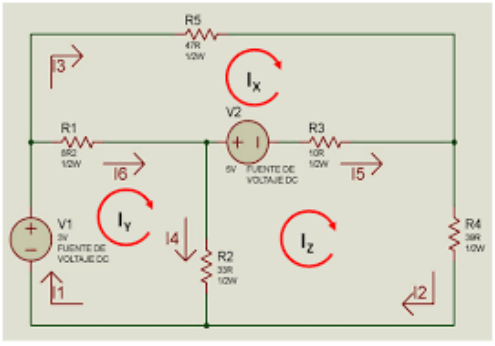


Figura 1. Circuito de las leyes de Kirchhoff
Fuente: Autor

Se espera que en la práctica los valores de corriente y voltaje medidos en un circuito mixto, tanto en simulación como en la práctica real, presenten una desviación menor al 5 % con respecto a los cálculos teóricos fundamentados en las leyes de Kirchhoff, validando así estos principios para la prevención de daños en instrumentos de medición como el multímetro.

Las leyes de Kirchhoff son principios esenciales de la ingeniería eléctrica que facilitan el análisis y la resolución de circuitos complejos.

Se fundamentan en la conservación de la carga y de la energía: en cualquier punto de un circuito, la corriente total que entra es igual a la corriente total que sale; y, en cualquier trayectoria cerrada, la suma de los voltajes de las fuentes es igual a la suma de las caídas de voltaje en los componentes [2, 5].

Un **nodo** es un punto donde se unen dos o más componentes eléctricos y donde se aplica la LCK. Una **malla** es una trayectoria cerrada que no contiene otra trayectoria independiente en su interior y donde se aplica la LVK. Una **rama** es la porción del circuito comprendida entre dos nodos y puede contener resistencias o fuentes de voltaje.

Al aplicar la LVK se utiliza una convención de signos: la dirección de recorrido de la malla determina si una caída o una elevación de voltaje se considera positiva o negativa. De igual manera, se asigna una dirección arbitraria a cada corriente; si el resultado es negativo, la dirección real es opuesta a la supuesta inicialmente [6].

En síntesis, las leyes de Kirchhoff constituyen dos principios esenciales para el análisis de circuitos eléctricos, fundamentados en la conservación de la energía y de la carga eléctrica.

La primera norma, conocida como ley de corrientes de Kirchhoff o ley de nodos (ver Figura 3), determina que la corriente total que fluye hacia un nodo es igual a la corriente total que sale de ese mismo nodo. Esto equivale a decir que la suma algebraica de las corrientes en un nodo es igual a cero [1].

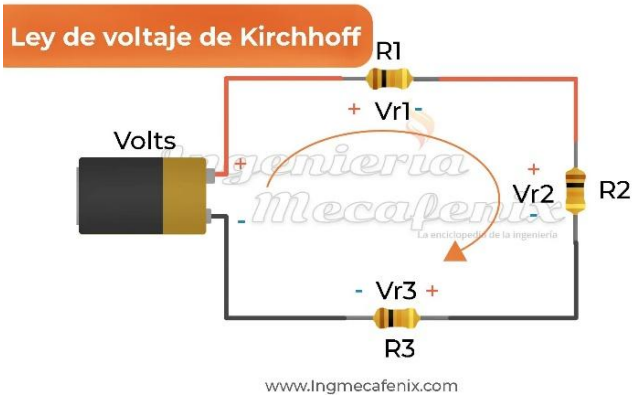


Figura 2. Circuito de ejemplo para verificar las leyes de Kirchhoff
Fuente: [7]

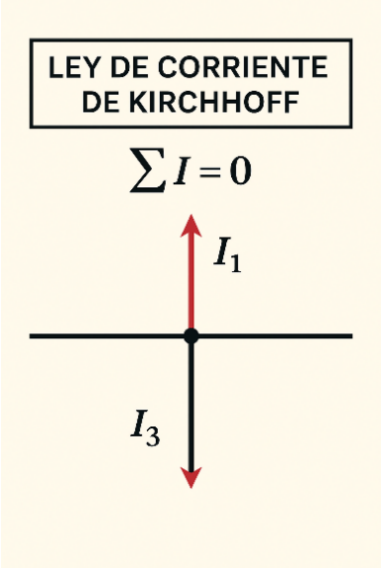


Figura 3. Ley de Corriente de Kirchhoff
Fuente: Autor

$$\sum I_{\text{entrada}} = \sum I_{\text{salida}}, \qquad \sum I_{\text{nodo}} = 0.$$

La segunda norma, denominada ley de voltajes de Kirchhoff o ley de mallas, establece que la suma algebraica de las diferencias de potencial en cualquier bucle cerrado es igual a cero [2].

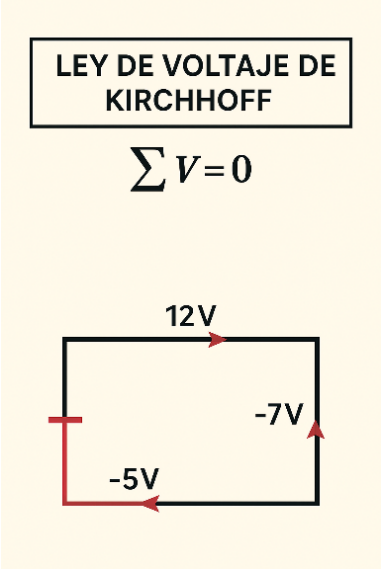


Figura 4. Ley de Voltaje de Kirchhoff
Fuente: Autor

$$\sum V = 0.$$

Donde V representa la suma de los voltajes a través de los componentes de la malla.

En el ámbito práctico, estas normas constituyen la base fundamental para el análisis de circuitos complejos, permitiendo calcular voltajes y corrientes en diferentes partes de un sistema eléctrico. También facilitan el diseño y la simulación del comportamiento de los circuitos antes de su implementación física.

Ingenieros y técnicos utilizan las leyes de Kirchhoff para diseñar y optimizar placas de circuito impreso en ordenadores, teléfonos inteligentes y electrodomésticos. Asimismo, se aplican en sistemas de distribución de energía, cuyas redes poseen múltiples nodos y mallas, garantizando un flujo de potencia eficiente y evitando sobrecargas [5].

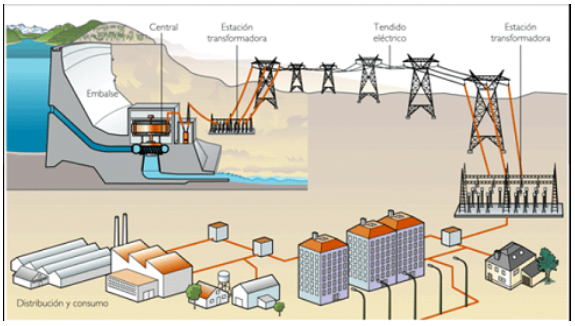


Figura 5. Aplicación de la ley de Kirchhoff para el transporte de electricidad en las ciudades del mundo. Fuente: [8]

En una escala mayor, estas leyes se aplican en los sistemas de distribución de energía, ya que las redes eléctricas que suministran energía a hogares, empresas y ciudades constituyen sistemas complejos con múltiples nodos y mallas. Por lo tanto, las leyes de Kirchhoff resultan cruciales para el análisis y la gestión de estas grandes redes, garantizando un flujo de potencia eficiente y evitando sobrecargas en el suministro.

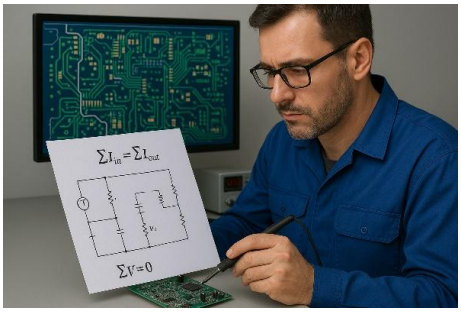


Figura 6. Aplicación de la ley de Kirchhoff para el diseño de dispositivos electrónicos como computadoras, tabletas, celulares
Fuente: Autor



Figura 7. Aplicación de la ley de Kirchhoff para el diagnóstico de problemas en la electricidad en las ciudades del mundo
Fuente: Autor

En los sistemas de energías renovables, como los diseños de energía eólica o solar, estas leyes son fundamentales para gestionar de manera óptima el flujo de corriente y voltaje entre paneles solares, bancos de baterías e inversores. También son indispensables para diagnosticar fallas: al medir voltajes y corrientes en nodos y mallas, es posible identificar el componente o la rama defectuosa.

Esta práctica puede realizarse en un simulador o en un circuito real. Se requiere un protoboard, tres o más resistencias de diferentes valores, una fuente de alimentación, un multímetro y cables de conexión. Para verificar las leyes de Kirchhoff en un circuito mixto R1 en serie con el paralelo R2–R3 alimentado con 9 V, primero se miden las resistencias. Luego se mide la corriente total en serie con la fuente, las corrientes de cada rama en paralelo y el voltaje sobre cada componente. Finalmente, se valida la LCK en el nodo y la LVK en la malla, comparando los datos experimentales con los teóricos [9].

Para medir voltaje, el multímetro se configura en modo voltímetro (V) y se conecta en paralelo a los extremos del componente. Para medir corriente, se configura en modo amperímetro (A), se abre la línea del circuito y se conecta el instrumento en serie. Esta distinción es crucial: conectar el amperímetro en paralelo puede provocar un cortocircuito y destruir el fusible interno del equipo.

La simulación se realizó en Tinkercad con tres resistencias de 1, 2 y 4 kΩ, tres multímetros y una fuente de alimentación de 9 V. Es importante comprobar que el instrumento esté configurado en voltios cuando se mida tensión; una configuración errónea en amperios puede ocasionar un cortocircuito en un montaje real.

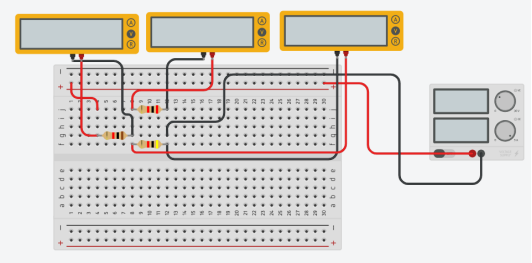


Figura 8. Simulación en Tinkercad con los materiales propuestos
Fuente: Autor

Los cables positivo y negativo se conectaron utilizando rojo y negro, respectivamente, siguiendo la convención de seguridad. La simulación final muestra las lecturas de voltaje y corriente y permite comprobar que el circuito mixto cumple las ecuaciones de Kirchhoff sin poner en riesgo los multímetros.

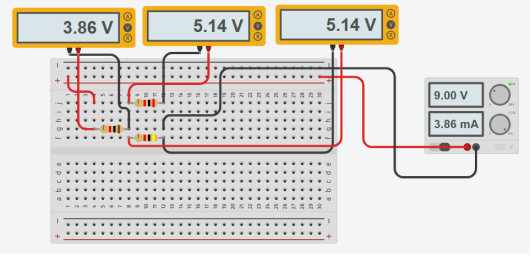


Figura 9. Simulación exitosa en Tinkercad
Fuente: Autor

- **Comprobación LVK:**

$$V_{R1} + V_{\text{paralelo}} = 3.86\,\text{V} + 5.14\,\text{V} = 9.00\,\text{V}$$

- **Comprobación LCK:**

$$I_{R2} + I_{R3} = 1.93\,\text{mA} + 1.93\,\text{mA} = 3.86\,\text{mA}$$

- **Seguridad preventiva:** Los multímetros destinados a medir caídas de tensión permanecieron conectados en paralelo y configurados en V, reduciendo el riesgo de daño.

Tabla 1. Datos y análisis del circuito mixto simulado

Componente o tramo	Resistencia nominal	Voltaje experimental	Corriente experimental	Ley aplicada	Estado del instrumento
Fuente de poder	–	9 V	3,86 mA	Balance total	Fuente activa
Resistencia 1	1 kΩ	3,86 V	3,86 mA	LVK (malla) / LCK (línea)	Modo voltímetro
Resistencia 2	2 kΩ	5,14 V	1,93 mA	LCK (nodo) / LVK (paralelo)	Modo voltímetro
Resistencia 3	4 kΩ	5,14 V	1,93 mA	LCK (nodo) / LVK (paralelo)	Modo voltímetro

Fuente: Autor

En cuanto a los resultados esperados, se anticipa que la corriente total que pasa por R1 se divida entre las resistencias R2 y R3, de modo que la suma de las corrientes en el nodo coincida con la corriente inicial.

Asimismo, se espera que la suma de los voltajes de una malla cerrada sea igual al voltaje de la fuente. Los valores obtenidos deberán aproximarse a los teóricos dentro del margen de error por tolerancia de las resistencias y precisión del multímetro.

Conclusiones

Las leyes de Kirchhoff son aplicables a circuitos eléctricos reales y pueden comprobarse mediante herramientas básicas, permitiendo reforzar conceptos fundamentales como nodo, malla, resistencia equivalente y caída de tensión. El experimento propuesto evidencia la validez de estos principios, considerando que las discrepancias entre teoría y práctica deben mantenerse dentro de un margen razonable. Este tipo de proyectos resulta especialmente valioso en contextos escolares y preuniversitarios, ya que facilita la comprensión del análisis de circuitos eléctricos de forma experimental y didáctica.

Además, la simulación permite practicar la conexión correcta del multímetro antes de trabajar con un circuito real. La medición de voltaje debe efectuarse en paralelo y la medición de corriente en serie; respetar esta diferencia evita cortocircuitos, protege el fusible interno del instrumento y contribuye a una práctica de laboratorio segura.

Referencia

[1] Khan Academy. (2023, enero) Leyes de kirchhoff. [Online]. Available: https://n9.cl/6y0wa9

[2] LibreTexts. (2022, octubre) 20.3: Reglas de kirchhoff. LibreTexts Español. [Online]. Available: https://lc.cx/x4G8OI

[3] Explicándote a Tii. (2022, octubre) Leyes de kirchhoff - explicaciÓn fÁcil en 9 minutos. YouTube. [Online]. Available: https://www.youtube.com/watch?v=QHP743olFi8

[4] seletube. (2020, enero) Leyes de kirchhoff desde cero [clase completa]. YouTube. [Online]. Available: https://www.youtube.com/watch?v=aKZHJuJTP-k

[5] Leyes de Kirchhoff. (2020, septiembre) Leyes de kirchhoff. [Online]. Available: https://n9.cl/cv5zv

[6] A. L. F. Gonzales. (2024, junio) 1ra y 2da ley de kirchhoff. Slideshare. Con vista previa disponible para sacar información. [Online]. Available: https://n9.cl/bnvxf

[7] Ingeniería Mecafenix, "Home - Ingenieriacute;a Mecafenix," 1 2025. [Online]. Available: https://www.ingmecafenix.com/

[8] G. Victor and editor, "¿Qué son las torres eléctricas o torres de transmisión?" 1 2023. [Online]. Available: https://electrocomingenieros.com/blog/que-son-las-torres-electricas-o-torres-de-transmision/

[9] pascualbravovirtual. (2021, abril) PrÁctica de laboratorio: Leyes de kirchoff y divisor de voltaje. YouTube. [Online]. Available: https://www.youtube.com/watch?v=bLysmX_NMZk

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR
unesco Cátedra Tecnologías de apoyo para la Inclusión Educativa
GIIATA
GIE-RED
ECUADOR SALESIANOS DON BOSCO



REVISTA

JUVENTUD Y CIENCIA SOLIDARIA:

En el camino de la investigación

Relación entre material particulado fino (PM2.5) y la salud respiratoria en estudiantes de una unidad educativa en Cuenca

Antonella Sofía Fernández de Córdova Abril



Mi nombre es **Antonella Sofía Fernández de Córdova Abril**, estudio en tercer año de Bachillerato General Unificado en la Unidad Educativa Técnico Salesiano. Me interesan la mecánica, la construcción y el trabajo con madera. Disfruto aprender de manera práctica y desarrollar proyectos técnicos. En el futuro, deseo continuar mi formación en un área relacionada con la ingeniería.

Resumen

Este estudio evaluó la relación entre la concentración de material particulado fino menor a 2.5 µm (PM2.5) suspendido en el aire y la tasa de casos de sintomatología respiratoria en una unidad educativa durante el periodo 2022 a 2024. Para el análisis, se utilizó la base de datos médica institucional, garantizando la confidencialidad de los casos y con asesoría académica y profesional, a partir de la cual se obtuvo la tasa de sintomatología respiratoria. Además, se indagó en la base de datos de la EMOV para obtener valores actuales e históricos de la concentración de PM2.5 en los meses de septiembre a noviembre de los años 2022 a 2024. Con estos datos, se calculó la media aritmética del material particulado fino en la atmósfera de la ciudad y se correlacionaron con los datos de las tasas de manifestaciones respiratorias en la institución para el mismo periodo y meses. Los datos mostraron que la sintomatología respiratoria depende del año analizado,

con una correlación positiva entre la tasa de sintomatología respiratoria y la concentración de PM2.5. Estos resultados indican que la exposición a PM2.5 en la institución podría inducir respuestas inflamatorias en el organismo asociadas a síntomas respiratorios. Se sugiere ampliar la investigación considerando otras variables como la presencia de alérgenos estacionales y la temperatura; además, extender el período de análisis favorecería la identificación de patrones de comportamiento.

Palabras clave: sintomatología respiratoria, partículas finas, respuesta inflamatoria, hiperreactividad bronquial, contaminante atmosférico

Explicación del tema

Las manifestaciones respiratorias constituyen padecimientos que afectan al sistema respiratorio, ocasionando síntomas como la tos, rinorrea, congestión nasal, entre otros [1]. Entre las enfermedades asociadas están el asma e infecciones o alergias agudas, como la faringitis o rinitis alérgica [2, 3]. Estas se relacionan con factores ambientales, siendo la contaminación atmosférica uno de los principales causantes. Según Flood et al. [4], el 50% de los habitantes a nivel mundial viven en áreas urbanas, estando constantemente expuestos a contaminantes aéreos, siendo uno de estos el material particulado atmosférico (MPA).

Las micropartículas constituyen elementos microscópicos formados por sustancias líquidas o sólidas, y compuestos orgánicos o inorgánicos. Estos contaminantes atmosféricos son antropogénicos, pero también se producen por eventos naturales como incendios y erupciones volcánicas [5, 6]. Dentro del MPA están las partículas finas (PM2.5), con gran impacto en espacios contaminados, pues su tamaño de 2.5 µm de diámetro facilita su entrada al sistema respiratorio [6, 7].

Algunos autores asocian a las micropartículas con la aparición o desencadenamiento de enfermedades y sintomatología respiratorias [8, 9]. Según Oryazún [5], las PM2.5 alcanzan los alvéolos evadiendo la respuesta fagocítica de los macrófagos alveolares, donde atraviesan la barrera alveolocapilar para transportarse por la sangre, afectando órganos como los pulmones y el corazón. Consecuentemente, estas partículas pueden provocar infartos de miocardio y enfermedades crónicas como el cáncer de pulmón [10, 11].

Algunos autores plantean que la contaminación intradomiciliaria con MPA es más nociva para el sistema respiratorio que la extradomiciliaria [8]. Por esto, la autora de la presente investigación considera que las instituciones educativas podrían ser un foco de preocupación, especialmente cuando los estudiantes reciben clases en ambientes cerrados aproximadamente 6–7 horas diarias, volviéndose vulnerables ante las partículas derivadas de incendios forestales o en otras situaciones ambientales donde estas sobrepasan la media recomendada para una calidad de aire saludable ($15\,\mu g\,m^{-3}$) [12]. Por ello, esta investigación tiene por objetivo determinar la relación entre la concentración de PM2.5 y la tasa de casos de manifestaciones respiratorias en estudiantes de una unidad educativa entre los meses de septiembre a noviembre durante los años lectivos 2022–2024. Conocer el comportamiento de estas variables mediante un seguimiento en el tiempo permitirá identificar tendencias, lo que podría ayudar a la institución a establecer estrategias de prevención frente al MPA.

Diseño de la investigación

Selección de los datos clínicos y requerimientos bioéticos

Para obtener el registro estudiantil de manifestaciones respiratorias en el tiempo, se accedió a la base de datos médica del campus. Para ello, se elaboró una carta de solicitud que fue aprobada por los administrativos y por el responsable del Departamento Médico, donde se protegió la identidad de los pacientes mediante el anonimato (la autora no tuvo acceso a los nombres de los pacientes, solo a los datos brutos) [13]. Cabe recalcar que el registro incluía todas las consultas médicas de distintas patologías entre los meses de septiembre a noviembre de los años 2022 a 2024, para un total de 1328 atenciones médicas, y una población estudiantil promedio de 386, a las que se aplicaron criterios de inclusión y exclusión para seleccionar las muestras de cada año.

Criterios de inclusión

- **Sintomatología respiratoria:** se incluyeron todos los pacientes con sintomatología respiratoria tales como: rinofaringitis aguda, faringitis, asma, rinitis alérgica, alergia, laringitis, amigdalitis, rinorrea, sinusitis, dolor de garganta, dificultad para respirar, irritación ocular y congestión nasal. Estas manifestaciones, a su vez, fueron seleccionadas al asociarse con la exposición a micropartículas; por ejemplo, según Vásquez et al. [9], las PM2.5 estimulan la hiperreactividad bronquial en la respuesta inmune de la rinitis alérgica. Los registros debieron estar completos, incluyendo de forma clara el diagnóstico emitido por el especialista médico de la institución.
- **Tiempo:** se seleccionaron los años 2022, 2023 y 2024, pues se buscaba analizar un comportamiento actualizado de la sintomatología respiratoria, siendo los años más recientes de la base de datos médica y los más completos en cuanto a atenciones médicas en los meses seleccionados. Asimismo, la muestra abarcó únicamente el trimestre: septiembre, octubre y noviembre, puesto que fueron meses en donde los datos de las estaciones de medición y de la incidencia de casos institucionales estuvieron completos. También se escogieron porque tenían todos los días del mes con asistencia presencial registrados en la institución, permitiendo un análisis más objetivo.

Criterios de exclusión

- **Registros médicos inconsistentes o incompletos:** se excluyen porque no permitieron obtener un dato de calidad, por ejemplo, los que no tenían un diagnóstico claro o no registrado.
- **Sintomatología no respiratoria:** se excluyen todos los casos con diagnósticos digestivos, malestar general no específico (por ejemplo, dolor de cuerpo, dolor de cabeza, entre otros), traumatismos, entre otros.
- **Datos repetidos:** se consideró como un dato repetido la asistencia de un mismo estudiante la misma semana o el mismo día, por el mismo motivo de consulta. Este dato fue aportado por el departamento médico, pues no se tenía acceso a la identificación de los pacientes.

Obtención de datos de PM2.5

Para los datos de la concentración de PM2.5 en la ciudad, se consultó la base de datos de la Empresa Pública Municipal de Movilidad, Tránsito y Transporte (EMOV) (https://caire.emov.gob.ec/). Esta consiste en una red de monitoreo de la calidad del aire con varias estaciones ubicadas alrededor de la ciudad. Se escogió como fuente al ser un sitio web oficial de la alcaldía que proporciona datos diarios de todos los meses y años, permitiendo un análisis de calidad. De esta fuente se obtuvieron registros de los años 2022, 2023 y 2024, en los meses correspondientes de septiembre a noviembre. Para ello, se escogió la estación más cercana a la institución, y posteriormente el contaminante atmosférico “PM2.5”. Finalmente, se colocó la fecha de inicio y fin del periodo a analizar. Estos datos se descargaron mediante el programa Microsoft Excel y se obtuvo la media respectiva por mes y año.

Procesamiento de los datos

La tasa de casos con sintomatología respiratoria se calculó dividiendo el número de casos de sintomatología respiratoria de los meses agrupados para el total de consultas y multiplicándolo por el factor 100. Para determinar si existía relación entre estos datos y las concentraciones de PM2.5, se utilizó el coeficiente de correlación lineal de Pearson. Para el procesamiento de los datos se utilizó Microsoft Excel.

Resultados

La Tabla 1 muestra la frecuencia de casos con sintomatología respiratoria en el trimestre de septiembre a noviembre de los años 2022 a 2024. El año de mayor tasa de casos con sintomatología respiratoria fue 2024 con 28,1 casos por cada 100 atenciones médicas, mientras que el menor fue en 2023 con 17,6 casos por cada 100 atenciones.

Tabla 1. Datos brutos de la frecuencia de casos de sintomatología respiratoria en los meses septiembre, octubre y noviembre de los años 2022 a 2024

Variables	**2022**	**2023**	**2024**
Estudiantes con sintomatología	77	72	152
Total de estudiantes atendidos	378	409	541
Tasa de casos/100 atenciones	20,4	17,6	28,1

Fuente: Base de datos del Departamento Médico

Antes de evaluar una posible relación de la tasa de sintomatología respiratoria con la concentración atmosférica de PM2.5, se obtuvieron las medias aritméticas de estos datos a partir de los meses y años seleccionados previamente, construyéndose la Tabla 2.

Tabla 2. Concentración de partículas finas PM2.5 en los meses septiembre, octubre y noviembre de los años 2022 a 2024

Meses/Años	**2022**	**2023**	**2024**
Septiembre	20,0	13,5	23,2
Octubre	13,0	8,9	10,7
Noviembre	15,6	9,4	26,0
Media	**16,2**	**10,6**	**20,0**

Fuente: Base de datos EMOV. Valores en $\mu g\, m^{-3}$

Al enfrentar los datos de la concentración de PM2.5 y la tasa de casos con sintomatología respiratoria en el gráfico de la Figura 2, se puede observar que ambas variables se correlacionan positivamente con un coeficiente de correlación lineal de $r = 0{,}93$. Así, la mayor tasa de casos se corresponde con la mayor concentración de PM2.5 en los meses evaluados y viceversa.

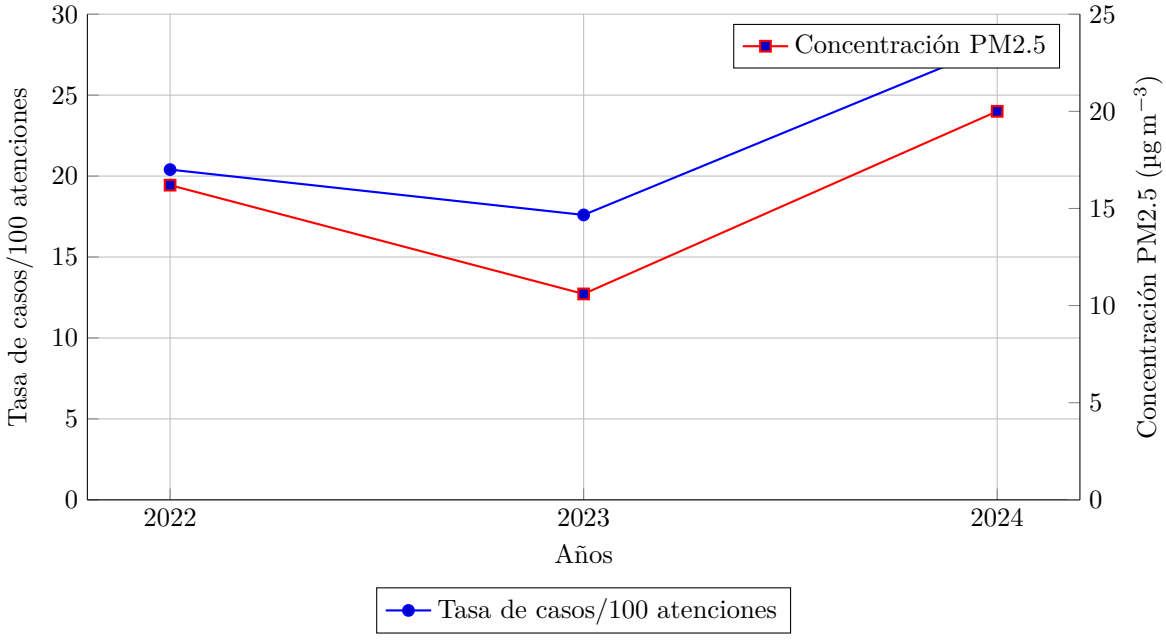


Figura 2. Concentración promedio de partículas finas PM2.5 y tasa de casos con sintomatología respiratoria en los años 2022 a 2024.
Fuente: Base de datos del Departamento Médico y base de datos de la EMOV

Conclusiones

Los resultados sugieren una relación entre la concentración de PM2.5 y el comportamiento de la tasa de casos de manifestaciones respiratorias en estudiantes durante el tiempo analizado (trimestre septiembre a noviembre), y que esa correlación es positiva y fuerte, manteniendo ambas variables una tendencia a disminuir de septiembre a octubre, y a aumentar de octubre a noviembre.

Estos resultados concuerdan con Flood et al. [4], quienes plantean que la exposición a PM2.5 provoca la sobreestimulación de respuestas inmune innata y adaptativa proinflamatorias en las vías respiratorias, desencadenando la sintomatología respiratoria, concordando con los resultados obtenidos. De forma más específica, Falcón et al. [14] sostienen que las partículas finas suspendidas en el aire desencadenan respuestas inmunes que predisponen a las crisis asmáticas, lo que se relaciona con la liberación de citocinas y el incremento de la secreción de moco en el epitelio respiratorio, manteniendo la inflamación por eosinófilos y estimulando la hiperreactividad bronquial. Cuando esto ocurre, se manifiesta esta patología obstructiva, pues el exceso de mucosidad provoca que las vías aéreas se estrechen, desencadenando el asma.

Asimismo, Vásquez et al. [9] señalan efectos similares de las PM2.5 sobre la rinitis alérgica (RA), pues cuando estas partículas son detectadas por componentes del sistema inmune, los linfocitos B sintetizan anticuerpos de inmunoglobulina E (IgE) específicos para el antígeno, lo que puede elevar también la mucosidad nasal. La unión de la IgE con células efectoras donde reside el alérgeno dará paso a la sensibilización de células innatas, desencadenando los síntomas de la RA.

A pesar de lo anterior, el presente estudio presenta limitaciones. Una de ellas es que el comportamiento de la tasa de casos podría asociarse con otros factores no evaluados como la temperatura, dado que en Cuenca-Ecuador, la temperatura mínima de los meses analizados corresponde a 8–10 °C, perteneciendo mayormente a la estación húmeda [15, 16]. El frío es un factor que facilita la entrada de patógenos a las vías respiratorias, al mismo tiempo que reduce la ventilación en espacios cerrados, aumentando el riesgo de exposición a los mismos [17, 18]. Por tanto, analizar meses fríos pudo influir en la tasa de manifestaciones respiratorias por infecciones más no por contaminantes ambientales. Finalmente, las estaciones de monitoreo de la EMOV se encuentran alejadas de la institución, por lo que los niveles de PM2.5 podrían ser diferentes a las estimadas.

Como sugerencias de mejora, se recomienda ampliar el análisis, evaluando muchos más meses del año, y muchos más años e instituciones a nivel cantonal o provincial para que el coeficiente de correlación pueda verdaderamente mostrar una tendencia más clara. Asimismo, se podrían incluir otras variables asociadas como la presencia de alérgenos o la temperatura, pues esto permitiría identificar otras interacciones o variables influyentes. Además, se recomienda a la institución gestionar una estación de monitoreo en o cerca de la institución, lo que ayudaría con un registro de valores más precisos de la concentración de PM2.5 en la zona.

Agradecimientos

Se extiende un agradecimiento al personal del Departamento Médico institucional por permitir el acceso responsable a los registros estudiantiles con fines investigativos. Asimismo, se agradece al docente Dariel Díaz por sus aportes en la revisión y retroalimentación del presente estudio.

Referencia

[1] Boehringer Ingelheim. (2025) Enfermedades respiratorias. [Online]. Available: https://www.cronicidadhorizonte2025.com/ningunpacienteenpausa-patologias-enfermedadesrespiratorias#:~:text=Las%20enfermedades%20respiratorias%20son%20un,pulmonar%20obstructiva%20cr%C3%B3nica%20(EPOC).

[2] G. Calero. (2023) Enfermedades respiratorias. Top Doctors España. [Online]. Available: https://www.topdoctors.es/diccionario-medico/enfermedades-respiratorias/

[3] Instituto Nacional del Cáncer. (2025) Enfermedad respiratoria. NIH. Diccionario de cáncer del NCI.

[Online]. Available: https://www.cancer.gov/espanol/publicaciones/diccionarios/diccionario-cancer/def/enfermedad-respiratoria

[4] P. Flood *et al.*, "Sistema inmune respiratorio y consecuencias de contaminación aérea por materia particulada," *Revista Médica del Instituto Mexicano del Seguro Social*, 2019. [Online]. Available: https://www.redalyc.org/journal/4577/457762231009/457762231009.pdf

[5] M. Oryazún, "Contaminación aérea y sus efectos en la salud," *Revista Chilena de Enfermedades Respiratorias*, 2010. [Online]. Available: https://revchilenfermrespir.cl/pdf/S0717-73482010000100004.pdf

[6] KUNAK Technologies. (2025) Partículas en suspensión: importancia y efectos sobre la salud. [Online]. Available: https://kunakair.com/es/particulas-en-suspension/#:~:text=Seg%C3%BAn%20la%20Organizaci%C3%B3n%20Mundial%20de,dif%C3%ADcilmente%20en%20el%20sistema%20respiratorio.

[7] Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2021) Partículas suspendidas pm10 y pm2.5 dañan salud y medio ambiente. [Online]. Available: https://www.gob.mx/semarnat/articulos/particulas-suspendidas-pm10-y-pm2-5-dan an-salud-y-medio-ambiente

[8] L. Ardusso, H. Neffen, E. Fernández-Caldas, R. Saranz, C. Parisi, A. Tolcachier, A. Cicerán, S. Smith, J. Máspero, N. Nardacchione, and D. Marino, "Intervención ambiental en las enfermedades respiratorias," *Medicina*, 2019. [Online]. Available: https://www.scielo.org.ar/scielo.php?pid=S0025-76802019000300007&script=sci_arttext#no

[9] D. Vásquez, I. Onetti, P. Moreno, A. Berardi, F. Dabove, J. Ivancevich, R. Zwiener, J. Álvarez, A. Yáñez, M. Gómez, L. Ardusso, and C. Fantini, "Tratamiento de la rinitis alérgica en adultos en argentina," *Archivos de Alergia e Inmunología Clínica*, 2021. [Online]. Available: https://adm.meducatium.com.ar/contenido/articulos/25500070036_1914/pdf/25500070036.pdf

[10] Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos. (2024) Efectos del material particulado (pm) sobre la salud y el medioambiente. EPA. [Online]. Available: https://espanol.epa.gov/espanol/efectos-del-material-particulado-pm-sobre-la-salud-y-el-medioambiente

[11] Envira. (2023) Enfermedades asociadas a la inhalación de partículas en suspensión. [Online]. Available: https://envira.es/enfermedades-particulas-en-suspension/

[12] Organización Mundial de la Salud. (2021) Directrices mundiales de la oms sobre la calidad del aire. [Online]. Available: https://www.who.int/es/news-room/questions-and-answers/item/who-global-air-quality-guidelines

[13] Radiological Society of North America, Inc. (2025) Privacidad de la información médica. RSNA. [Online]. Available: https://www.radiologyinfo.org/es/info/article-patient-privacy

[14] C. Falcón, I. Rosas, and P. Segura, "Relación de los mecanismos inmunológicos del asma y la contaminación ambiental," *Revista de la Facultad de Medicina*, 2017. [Online]. Available: http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0120-00112017000200333&script=sci_arttext#f2

[15] Climate Data. (s.f.) Clima cuenca ecuador. [Online]. Available: https://es.climate-data.org/america-del-sur/ecuador/provincia-del-azuay/cuenca-875185/

[16] Calendar Ecuador. (2025) Estaciones del año en ecuador. [Online]. Available: https://www.calendarr.com/ecuador/estaciones-del-ano/

[17] El País. (2025) Frío y enfermedades respiratorias: ¿qué sabemos de esta relación? [Online]. Available: https://elpais.com/salud-y-bienestar/el-medico-de-cerca/2025-01-20/frio-y-enfermedades-respiratorias-que-sabemos-de-esta-relacion.html

[18] Hospital Privado Universitario de Córdoba. (2025) Enfermedades respiratorias: ¿tienen relación con el frío? [Online]. Available: https://hospitalprivado.com.ar/blog/actualidad/enfermedades-respiratorias-tienen-relacion-con-el-frio-.html



REVISTA

JUVENTUD Y CIENCIA SOLIDARIA:

En el camino de la investigación

La importancia de la actividad física en los adolescentes

Bianca Valentina Bravo Saa, Angélica Mercedes Palacios Mogrovejo,
Karen Mayeli Lema Marca y Johnny Alexander González García



Mi nombre es **Bianca Valentina Bravo Saa**, tengo 15 años y estudio en décimo año de Educación Básica en la Unidad Educativa La Salle de Azogues. Me gusta el arte y mi materia favorita es Química. Aspiro a formarme profesionalmente en música y enseñar canto. También practico danza, soy catequista, participo en el coro institucional y formo parte de la Pastoral Juvenil Vocacional.



Mi nombre es **Angélica Mercedes Palacios Mogrovejo**, tengo 15 años y estudio en décimo año de Educación Básica en la Unidad Educativa La Salle de Azogues. Me gusta dibujar, escuchar música y compartir con mis amigos. En el futuro quisiera estudiar Pedagogía de los Idiomas.



Mi nombre es **Karen Mayeli Lema Marca**, tengo 15 años y estudio en décimo año de Educación Básica en la Unidad Educativa La Salle. Me gusta escuchar música, compartir con mis amigos, nadar y practicar baloncesto. Aspiro a continuar mis estudios universitarios y formarme en Cardiología.



Mi nombre es **Johnny Alexander González García**, tengo 14 años y estudio en décimo año de Educación Básica en la Unidad Educativa La Salle de Azogues. Me gusta compartir con mis amigos y practicar baloncesto.

Resumen

El aumento del sedentarismo y el sobrepeso en jóvenes es una problemática que se ha incrementado en los últimos años debido a los avances tecnológicos, los cuales han desplazado la actividad física del día a día de los adolescentes para reemplazarla por actividades sedentarias, principalmente por el uso excesivo de las

redes sociales. El objetivo de nuestra investigación fue analizar cómo influye la actividad física en el desarrollo corporal de los jóvenes; por ello, este proyecto proporciona información relacionada con el ejercicio en adolescentes de 14 a 15 años. Este estudio fue realizado a estudiantes de décimo de básica superior a través de una encuesta con interrogantes cuantitativas, cuyos resultados se analizaron en gráficos circulares. Los datos indican que los jóvenes encuestados están comprometidos con la actividad física, pues realizan ejercicio muy frecuentemente, siendo esta una parte importante de su rutina. Sin embargo, se necesita mejorar otros hábitos, como las horas de descanso y el tiempo en el que permanecen sentados, para complementarlos con el ejercicio y que de esa manera exista un equilibrio que favorezca una vida saludable y un desarrollo corporal óptimo.

Para comprender el alcance de esta problemática, nos planteamos en qué medida la falta de actividad física influye en el desarrollo corporal de estudiantes de entre 14 y 15 años. Elegimos este tema porque durante la adolescencia se desarrollan hábitos que influyen en la salud física y mental a lo largo de toda la vida. Además, la actividad física también ayuda en otros ámbitos esenciales para nuestra edad, como el manejo de las emociones.

El problema que vamos a investigar es que en los últimos años ha incrementado el sobrepeso en los jóvenes, quienes le dan más importancia a otras actividades, como utilizar redes sociales, antes que practicar algún deporte o hacer ejercicio. Ante esta situación, nuestro objetivo general es analizar cómo influye la falta de actividad física en el desarrollo corporal de los estudiantes de entre 14 y 15 años. Para lograrlo, nos planteamos como objetivos específicos indagar las razones por las que el estudiante hace poca actividad física y, del mismo modo, enumerar las consecuencias de esta falta de ejercicio.

Palabras clave: actividad física, hábitos saludables, bienestar, salud, sedentarismo

Explicación del tema

La etapa de la educación superior representa mucho más que la simple adquisición de conocimientos académicos; es un período de transformación personal en el que los estudiantes enfrentan múltiples retos que moldean su presente y futuro. La exigencia constante, la competencia, las responsabilidades académicas y la presión por cumplir expectativas pueden influir significativamente en los hábitos de vida de los jóvenes. En este contexto, pueden desarrollarse conductas que afectan tanto la salud física como la mental. Como señalan Rangel-Ledezma et al., la educación superior reúne competitividad, actividades académicas y expectativas sobre el futuro, condiciones que pueden propiciar hábitos perjudiciales para la salud física y mental [1].

El sobrepeso y la obesidad en adolescentes representan un problema relevante de salud pública debido a su elevada frecuencia y a las consecuencias negativas que generan en el bienestar físico, psicológico y social [2]. Ante esta situación, se plantea la implementación de estrategias enfocadas en la promoción de hábitos saludables.

El propósito del estudio es diseñar un programa dirigido tanto a adolescentes como a sus padres, con el objetivo de mejorar el índice de masa corporal (IMC) mediante modificaciones en el estilo de vida antes y después de la aplicación de la intervención. Este tipo de programas no se limita únicamente a la reducción de peso, sino que también promueve la adopción de una alimentación equilibrada y el incremento de la actividad física [2].

La importancia de abordar esta problemática radica en el aumento de casos de obesidad durante la adolescencia, lo cual puede afectar no solo la salud física, sino también la percepción personal y el bienestar emocional de los jóvenes. En este sentido, la promoción de hábitos saludables se considera una alternativa adecuada para mejorar su calidad de vida.

Asimismo, la participación de los padres es un elemento clave, ya que tienen una influencia significativa en los hábitos y conductas de los adolescentes dentro del entorno familiar. Su involucramiento favorece la adopción de cambios sostenibles en el tiempo, lo que contribuye no solo a mejorar el IMC, sino también a evaluar el bienestar general y el desarrollo de estilos de vida saludables [2].

Las actividades físicas son un componente esencial en la vida humana y están presentes en la mayoría de

las acciones cotidianas. El ejercicio físico, ya sea como entrenamiento o como práctica para mantener la salud, es fundamental para prevenir enfermedades no transmisibles y reducir el riesgo de otros padecimientos [3].

No solo se realiza actividad corporal cuando se hace ejercicio o se practica algún deporte; la actividad física forma parte del día a día y está presente en acciones básicas como caminar o hacer las tareas del hogar. El ejercicio debería considerarse un hábito básico para la salud y no solo un pasatiempo o una actividad estética, pues ayuda a mantener el bienestar integral. El movimiento corporal no es opcional, sino una necesidad de la mente y del cuerpo, al igual que alimentarse, hidratarse y descansar.

Esta investigación se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo, pues los datos se recolectaron mediante una encuesta aplicada a adolescentes. Posteriormente, la información fue analizada estadísticamente y representada en gráficos circulares, lo que permitió visualizar con claridad las respuestas y facilitar su interpretación. La población del estudio estuvo conformada por estudiantes de décimo de básica superior de la Unidad Educativa La Salle Azogues, quienes respondieron un cuestionario sobre la actividad física en jóvenes de 14 a 15 años.

Los datos obtenidos muestran información relevante sobre los hábitos de actividad física, sedentarismo y descanso en los estudiantes, los cuales están directamente relacionados con el aumento del sobrepeso en los jóvenes y la formación de hábitos durante la adolescencia.

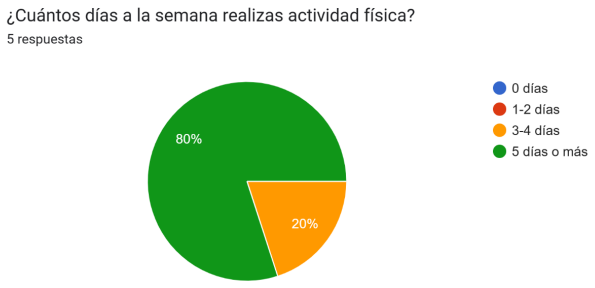


Figura 1. Distribución de la cantidad de días en los que el estudiante realiza actividad física
Fuente: Autores

El primer gráfico permite observar la frecuencia con la que los estudiantes practican actividad física a lo largo de la semana, mostrando cuántos días dedican a moverse y mantener un estilo de vida activo.

En primer lugar, se observa que el 80% de los estudiantes realiza actividad física cinco días a la semana o más y el 20% restante realiza actividad física entre tres y cuatro días a la semana. Este resultado es positivo, ya que indica que todos mantienen un nivel frecuente de actividad y muestran compromiso con su salud.

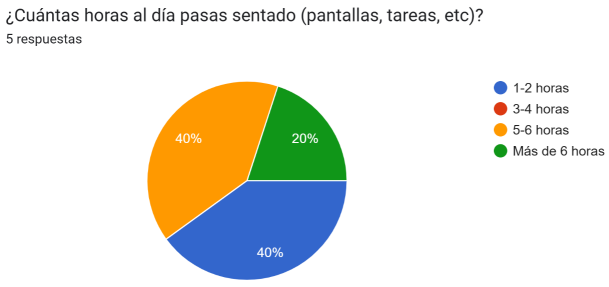


Figura 2. Distribución de las horas diarias en las que el estudiante permanece sentado, considerando pantallas y tareas
Fuente: Autores

Los datos recopilados representan el tiempo diario que los estudiantes permanecen sentados, ya sea por el uso de pantallas, la realización de tareas u otras actividades sedentarias, lo cual ayuda a analizar y comprender mejor sus hábitos cotidianos.

Los resultados reflejan una situación preocupante. Aunque un 40% de los encuestados pasa entre una y dos horas al día sentado, otro 40% permanece en esta posición entre cinco y seis horas diarias y el 20% restante presenta un estilo de vida altamente sedentario. Estos hallazgos evidencian que una parte considerable de los estudiantes dedica mucho tiempo al uso de redes sociales, pantallas o deberes, priorizando conductas sedentarias por encima del ejercicio físico.

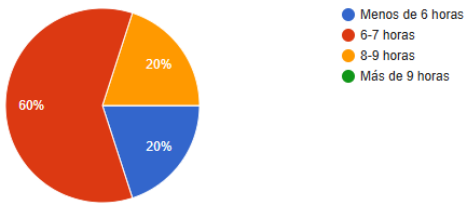


Figura 3. Distribución de las horas de sueño de los estudiantes
Fuente: Autores

Los datos sobre el descanso muestran hábitos poco saludables entre los encuestados. El 60% de los estudiantes duerme entre seis y siete horas, un tiempo inferior al recomendado para su edad, mientras que un 20% duerme menos de seis horas. Solo el 20% restante duerme entre ocho y nueve horas, rango adecuado para un desarrollo óptimo. Estos resultados sugieren que muchos jóvenes no descansan lo suficiente, posiblemente debido al uso excesivo de dispositivos electrónicos y redes sociales durante la noche.

Conclusiones

A partir de los resultados obtenidos, se observa que el grupo de estudiantes evaluados tiene hábitos variados. Aunque una parte del grupo pasa varias horas al día sentado, todos los encuestados realizan actividad física frecuentemente, lo cual es un aspecto positivo. Sin embargo, los datos muestran que la mayoría no duerme las horas recomendadas, lo que puede afectar su bienestar general. Esto indica que, aunque exista una buena relación con la actividad física, es necesario mejorar los hábitos de sueño y reducir el tiempo en el que permanecen sentados, logrando un equilibrio integral para llevar una vida más saludable.

Agradecimiento

Agradecemos al licenciado Cristian Aguilar por sus enseñanzas, orientación y paciencia durante la realización de este trabajo. De igual manera, expresamos nuestro agradecimiento a nuestros compañeros de aula, cuyo valioso apoyo hizo posible completar la encuesta preparada por el equipo.

Referencia

[1] Y. S. Rangel-Ledezma, L. C. Palma Gardea, M. Conchas Ramírez, and P. Franco Díaz, "El cuidado de la salud física en estudiantes de educación superior," *Psicumex*, vol. 15, p. e753, 2025, epub 08 de agosto de 2025. [Online]. Available: https://doi.org/10.36793/psicumex.v15i1.753

[2] V. Chávez-Montes de Oca, S. Lerma Partida, F. Luna Vázquez, B. Carrasco-Ponce, and P. Jiménez Rivera, "Efectos sobre el imc de un programa de promoción de hábitos saludables para adolescentes y sus padres," *Revista Sobre la Infancia y la Adolescencia*, no. 15, pp. 58–69, 2018. [Online]. Available: https://doi.org/10.4995/reinad.2018.7516

[3] C. A. Paredes Echeverría and J. P. Echeverría Caranqui, "Programa de actividades físicas y condiciones de salud de estudiantes de primero de bachillerato en una unidad educativa en ecuador 2024," *Revista InveCom*, vol. 5, no. 4, p. e504095, 2025, epub 12 de junio de 2025. [Online]. Available: https://doi.org/10.5281/zenodo.14977749

REVISTA

JUVENTUD Y CIENCIA SOLIDARIA:

En el camino de la investigación



Más allá de un cromosoma: todo lo que necesitas saber sobre el Síndrome de Down

Stéfano Alessandro Gallegos León



Mi nombre es **Stéfano Alessandro Gallegos León**, tengo 12 años y estudio en el octavo año Educación General Básica del colegio La Salle de Azogues. Me gustan los deportes y los videojuegos. En la universidad estudiaré pedagogía en Educación Especial.

Resumen

La trisomía 21, conocida también como síndrome de Down, es una condición genética generada por la presencia de una copia total o parcial en el par cromosómico 21. Este fenómeno ocurre durante la división celular reproductiva, cuando se desarrollan un total de 47 cromosomas en lugar de 46. Pese a ser una condición genética, la sociedad la ha venido mirando como una enfermedad, por lo que la normalización de este tema es el paso fundamental para eliminar las barreras de la ignorancia y la discriminación. Estas barreras han generado panoramas de rechazo y, en muy pocas ocasiones, caminos de apoyo, conocimiento y respeto ante la diversidad humana. Fisiológicamente, el material genético adicional influye en el desarrollo del organismo, haciendo que se presente una mayor tendencia a situaciones de salud específicas como cardiopatías congénitas, hipotiroidismo, leucemia y ciertas deficiencias sensoriales. A pesar de esto, los riesgos clínicos no delimitan ni restringen el potencial de una persona con síndrome de Down.

Desde esta perspectiva, el acceso a una atención médica precoz y el diseño de programas personalizados de estimulación temprana cognitiva permiten que las personas con síndrome de Down logren altos niveles de

autonomía, alcancen una excelente calidad de vida y disfruten de bienestar emocional y social. Actualmente, la detección anticipada de esta condición ha modificado el porcentaje de nacimientos, debido a la libre elección de los progenitores al interrumpir el embarazo frente a un diagnóstico desfavorable.

El enfoque práctico es principalmente de carácter social y estructural; por ello, se deben promover estrategias integrales que eduquen a toda la comunidad sobre el síndrome de Down, reconociendo la neurodiversidad y la discapacidad como un valor enriquecedor. El objetivo primordial es pasar de la simple aceptación indiferente a una pertenencia real y efectiva, garantizando el pleno ejercicio de derechos en ambientes educativos, laborales y comunitarios sin limitaciones. Al empoderar a la familia como red de apoyo primaria y priorizar siempre a la persona por encima de su diagnóstico genético, el protocolo clínico deja de ser una barrera para convertirse en el punto de partida sólido hacia una vida digna, autónoma y plena en igualdad de condiciones.

Palabras clave: genética, diagnóstico, salud, educación, inclusión

Explicación del tema

El síndrome de Down (SD) es una condición genética causada por una división celular poco común. Como explica Mayo Clinic, este fenómeno se caracteriza por la presencia de material genético adicional en el cromosoma 21 [1]. Generalmente, el ser humano posee 46 cromosomas, estructuras compuestas por ADN y genes organizados en 23 pares heredados de ambos progenitores. No obstante, en esta condición existe una copia total o parcial adicional del cromosoma 21, dando como resultado 47 cromosomas. Esta alteración ocurre de manera aleatoria durante la división celular, en las primeras fases de formación de las células [1, 2].

Esta condición fue descrita clínicamente por primera vez en 1866 por John Langdon Haydon Down y se explicó genéticamente en 1958. No es una enfermedad, sino una condición biológica que ocurre durante la división celular. El origen principal de la trisomía 21 es que las células poseen tres copias del cromosoma 21; también existen variantes como la translocación y el mosaicismo. En este último caso, el individuo presenta una combinación de células con 46 cromosomas y células con 47, lo que puede producir manifestaciones diferentes [2, 3].

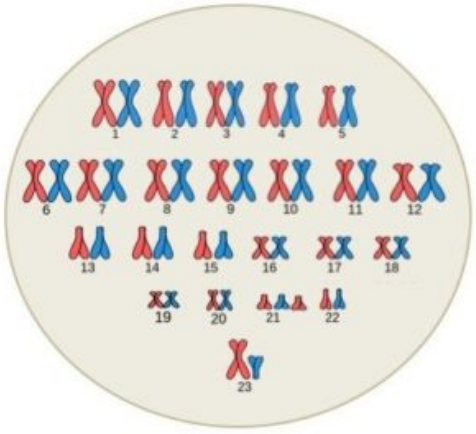


Figura 1. Cariotipo humano. Cromosomas de AGeremia (CC BY-SA 3.0)
Fuente: [4]



Figura 2. Características morfológicas asociadas al síndrome de Down
Fuente: [5]

En análisis clínicos se observa que el síndrome de Down puede incluir características como hipotonía muscular, laxitud ligamentosa, rasgos faciales particulares y baja estatura. También existe una mayor probabilidad de presentar cardiopatías congénitas, problemas digestivos, deficiencias sensoriales o condiciones endocrinas. Por ello, es de vital importancia contar con programas de salud preventiva que permitan la detección precoz de estas complicaciones y mejoren la calidad de vida [6].

En el presente siglo, el conocimiento acerca del síndrome de Down ha evolucionado desde un enfoque únicamente médico hacia un planteamiento que promueve la inclusión y la autonomía. Aunque la discapacidad intelectual continúa siendo un factor relevante, el grado de desarrollo varía entre individuos y depende en gran medida de la estimulación temprana y del entorno educativo. Los avances en la atención médica han contribuido a aumentar significativamente la esperanza de vida, que actualmente supera los sesenta años. Esto ha generado nuevos desafíos en el seguimiento de personas adultas, sobre todo por el envejecimiento temprano y la mayor probabilidad de aparición de la enfermedad de Alzheimer [2, 6].

El síndrome de Down es una de las causas más comunes de discapacidad intelectual de origen genético. Se estima que su frecuencia global es de aproximadamente un caso por cada 600 o 700 concepciones y se presenta en todas las etnias y países [2]. En regiones como América del Sur, la frecuencia se mantiene dentro de este rango. En Europa se ha observado una reducción en la incidencia al nacer: durante la década de 1980 la tasa era de 14,78 casos por cada 10.000 nacimientos, mientras que para 2003 disminuyó a 7,57 por cada 10.000 [6]. El mosaicismo, aunque menos frecuente, también ha sido documentado en Ecuador [3].

El seguimiento estadístico y los estudios clínicos de las últimas décadas han modificado el panorama de la salud reproductiva. En primer lugar, la detección prenatal ha experimentado una evolución tecnológica importante. La implementación de pruebas cada vez más precisas y menos invasivas ofrece a las familias mayor información para tomar decisiones sobre la salud del futuro bebé. Estos procesos aportan seguridad clínica y han incidido en la distribución de los nacimientos y en la adaptación de las políticas de salud pública [6].

En segundo lugar, la edad materna constituye un factor biológico relevante en la probabilidad de alteraciones cromosómicas. En casos excepcionales, la condición puede relacionarse con una translocación heredada. La evidencia muestra una correlación positiva entre el incremento de la edad materna y el riesgo de errores durante la meiosis, especialmente a partir de los 35 años [1, 2]. Esta realidad plantea una contradicción: aunque existen mejores herramientas de diagnóstico, el riesgo biológico puede aumentar debido a los cambios contemporáneos en la planificación familiar.

La respuesta educativa y el acompañamiento deben fundamentarse en un modelo de estimulación temprana que reconozca la capacidad de adaptación de las personas con síndrome de Down ante estímulos externos, tanto en el desarrollo cerebral como en el motriz. La atención clínica inmediata después del nacimiento y la intervención durante los primeros años de vida aprovechan un periodo de alta receptividad neuronal, favoreciendo conexiones sinápticas y estrategias de aprendizaje. Una atención oportuna no solo puede mejorar el desarrollo intelectual, sino que también sienta las bases para una mayor autonomía en la vida adulta [2, 6].

Las personas con síndrome de Down presentan una individualidad singular definida por habilidades únicas, rasgos heredados de su familia y una personalidad propia. Aunque las variaciones congénitas detectadas durante la gestación no tienen un tratamiento prenatal que elimine la trisomía, es fundamental comprender que esta condición forma parte de la identidad de la persona. Quienes poseen material genético adicional en el cromosoma 21 se desarrollan, como las demás personas, a su propio ritmo [2]. La sensibilización sobre la trisomía 21 es clave para lograr una verdadera inclusión; por ello, el Día Mundial del Síndrome de Down se conmemora el 21 de marzo, fecha que simboliza la presencia de tres copias del cromosoma 21.

Conclusiones

La historia de la humanidad nos ha enseñado que el miedo es el hijo predilecto de la ignorancia. Lo desconocido ha provocado rechazo e inseguridad y, durante demasiado tiempo, ese temor ha generado recelo y exclusión hacia las personas con síndrome de Down. A pesar de esta desinformación, existen personas que defienden que el síndrome de Down no es una limitante absoluta, sino una variante de la diversidad humana; una condición que jamás debería ser sinónimo de aislamiento, sino el reflejo de una verdadera inclusión e integración en la sociedad. Para alcanzar una verdadera inclusión, es importante entender que los entornos

clínicos, educativos y sociales constituyen pilares fundamentales. Una convivencia justa y equitativa no se logra únicamente con el trabajo de la familia ni con la exigencia de derechos, sino con el esfuerzo y la unión de todo el entorno social. Como sociedad inclusiva, debemos comprender que la genética no limita la dignidad ni define por completo a un ser humano. Finalmente, la integración plena solo será posible cuando dejemos de ver la discapacidad intelectual como una grieta sin solución y la comprendamos como parte de la diversidad, con retos y oportunidades. El síndrome de Down no es una enfermedad que requiera una cura, sino una condición con la que se pueden alcanzar grandes objetivos. A través del conocimiento y la empatía es posible transformar el rechazo en aceptación y el miedo a lo desconocido en educación, garantizando que cada individuo, sin importar su condición, tenga el mismo derecho de ocupar un lugar legítimo en la sociedad.

Agradecimientos

Al realizar esta investigación, ha florecido en mí el recuerdo de días llenos de lectura sobre la trisomía 21. Expreso mi agradecimiento profundo a mi profesora de investigación, la Mgtr. Johana Guallpa, por su orientación constante a lo largo de este artículo, y a mi hermano Giuseppe, por su guía invaluable durante todo el proceso investigativo. De manera especial, dedico mi gratitud eterna a mi amada hermana Anahí Franchesca, quien, a través de su paso por mi vida, me enseñó el verdadero significado del síndrome de Down y se convirtió en la mayor inspiración para realizar este trabajo.

Referencia

[1] Mayo Clinic. (2023, abril) Síndrome de down. [Online]. Available: https://www.mayoclinic.org/es/diseases-conditions/down-syndrome/symptoms-causes/syc-20355977

[2] Down España, *El síndrome de Down hoy. Guía informativa para profesionales y familias*, Madrid, España, 2018. [Online]. Available: https://www.sindromedown.org/

[3] C. C. Ramírez Portilla, M. D. Sarmiento Rubio, M. C. Quezada Pardo, and J. T. Orellana Córdova, "Síndrome de down por mosaico, reporte de caso ecuador," *Revista Científica Ciencia Médica*, vol. 23, no. 2, pp. 267–270, 2020. [Online]. Available: https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=426064022022

[4] G. Escribano, "Todo lo que no sabías acerca del síndrome de Down," 4 2025. [Online]. Available: https://genotipia.com/cromosoma-21/

[5] Deportae. (2018, mayo) Características del niño con síndrome de down. Blog de Deportae. [Online]. Available: https://deportae.com/blog/caracteristicas-del-nino-con-sindrome-de-down/

[6] J. Soriano Faura and Grupo PrevInfad / PAPPS Infancia y Adolescencia, "Actividades preventivas en el síndrome de down," *Pediatría Atención Primaria*, vol. 8, no. 32, pp. 641–657, 2006. [Online]. Available: https://www.redalyc.org/pdf/3666/366638693009.pdf

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR
unesco Cátedra Tecnologías de apoyo para la Inclusión Educativa
GIIATA
GIE-RED
ECUADOR SALESIANOS DON BOSCO



REVISTA

JUVENTUD Y CIENCIA SOLIDARIA:

En el camino de la investigación

El ciclo de la vida: una nueva visión

John Jairo Lucas España, Elio Ramírez Rubira



Mi nombre es **John Jairo Lucas España**, tengo 16 años y curso el segundo año de Bachillerato General Unificado (BGU) en la Unidad Educativa Fiscomisional María Auxiliadora de Esmeraldas. Integro el Club de Investigación para la Redacción Científica (CIRC) y aspiro a formarme profesionalmente en el área de la Medicina Forense.



Mi nombre es **Elio Ramírez Rubira**, soy fundador y director del Club de Investigación para la Redacción Científica (CIRC) y del Grupo de Investigación en Ciencia y Tecnología (GICITEC). Me desempeño como docente universitario y de bachillerato, y trabajo para impulsar el desarrollo integral de los jóvenes mediante el fortalecimiento de sus talentos y habilidades.

Resumen

Este estudio propone una modificación al modelo del ciclo de vida biológico convencional (nacer, crecer, reproducirse y morir) para integrar la "adaptación" como una etapa esencial. A través de la revisión bibliográfica, queda claro que este mecanismo no es una respuesta ocasional de emergencia, sino un proceso constante de plasticidad fenotípica, fisiológica y conductual del cual se valen tanto plantas como animales y seres humanos.

A continuación, se examina la adaptabilidad en diversas dimensiones (evolutiva, psicológica, social y tecnológica), para luego detallar los retos propios del desarrollo humano según las distintas etapas de la vida y grupos de edad.

Finalmente, se expone las posibilidades prácticas que puede ofrecer este marco biológico a la esfera médica forense para la estimación de la edad cronológica mediante marcadores óseos y dentales.

Palabras clave: ciclo de vida, plasticidad fenotípica, homeostasis, resiliencia biológica, procesos adaptativos, reduccionismo biológico, desarrollo humano.

Explicación del tema

Análogamente, el ciclo de vida clásico (que se expresa a través de las etapas de nacer, crecer, reproducirse y morir) ha sido el modelo tradicional para explicar el desarrollo biológico de los organismos. En muchos sentidos, este esquema constituye una manera de ejemplificar formas muy simplificadas de la vida que deja de

lado un proceso fundamental de la existencia, el cual es considerado determinante para la supervivencia: la adaptación.

La biología contemporánea, apoyada en perspectivas de la psicología y la antropología, nos muestra que los seres vivos no pasan de forma pasiva por las etapas anteriores, sino que realizan una adaptación continua a las exigencias y oscilaciones de su entorno. Por esta razón, este artículo propone la necesidad de transformar el ciclo clásico de desarrollo, planteando la adaptación no como una respuesta de emergencia, sino como una fase estructural y determinante para el bienestar, la transformación y la continuidad de la propia vida.

Respecto a la metodología aplicada, el estudio adoptó un enfoque cualitativo, iniciando con una revisión sistemática mediante el análisis crítico de la literatura científica contemporánea. El objetivo fue desarrollar un modelo de trabajo que incorpora el análisis del investigador asistido por inteligencia artificial (IA), utilizando sus recomendaciones para complementar y guiar el proceso de aprendizaje. Esta investigación se desarrolló bajo un marco metodológico estructurado firmemente en cuatro fases sucesivas.

La primera fase consistió en la búsqueda asistida y recolección documental, donde se emplearon herramientas de inteligencia artificial para la indagación y el filtrado inicial de fuentes en bases de datos científicas. Esta solución tecnológica permitió realizar una recopilación rápida y precisa de la literatura especializada en áreas como la biología evolutiva, psicología del desarrollo, ecología y medicina forense, conformando un corpus documental muy extenso y adecuado para el proyecto.

A esto le siguió la fase de selección y filtrado manual, en la cual se llevó a cabo una depuración profunda de las referencias bibliográficas obtenidas previamente. Cada fuente fue examinada detalladamente en cuanto a su validez, rigor y pertinencia, de modo que solo se seleccionaron los datos empíricos y teóricos que justificaran de forma sólida el razonamiento en torno a la aptitud biológica, la plasticidad fenotípica y la adaptación social.

La tercera fase se enfocó en la estructuración y la escritura del primer borrador. Con toda la bibliografía clasificada, se avanzó en la redacción del manuscrito, poniendo especial atención en la secuencia lógica de los postulados, el contraste de la evidencia científica y la coherencia del propio texto. Este análisis crítico ayudó a detectar y corregir a tiempo posibles sesgos cognitivos o falacias argumentativas antes de dar por terminado el marco teórico.

Finalmente, se realizó la fase de revisión, edición y consolidación. En esta etapa de cierre se empleó nuevamente la IA, utilizándola únicamente para la revisión técnica del texto. Gracias a esto, se pudieron comprobar y corregir errores ortotipográficos, mejorar la cohesión sintáctica y ajustar el estilo de escritura, asegurando los estándares de calidad y formalidad propios de la divulgación científica.

Al profundizar en la adaptación como mecanismo central para la continuidad, se comprende que este es uno de los procesos fundamentales que han permitido a las especies sobrevivir, diversificarse y tener éxito a lo largo de las eras. Desde la perspectiva de la biología evolutiva, la adaptación no es un relámpago que se manifiesta una sola vez de forma excepcional, ni un truco de emergencia que se desencadena únicamente en situaciones límites.

Por el contrario, este enfoque permite verla como un eterno murmullo, constante y persistente en el tiempo, similar a la respiración: casi imperceptible, pero de una importancia absoluta. Los organismos no se limitan a un solo acto aislado, sino que viven en una transformación continua frente a un entorno que cambia constantemente con las sorpresas imprevisibles del clima y la determinación de una temporalidad geológica rigurosa.

Temperaturas que cambian de golpe, depredadores que empiezan a asomarse, recursos que se van consumiendo y competidores que siempre están al loro. Ante un complejo escenario como este un tablero en constante mutación, la adaptación se comporta como una danza sin sonido. Estas respuestas biológicas no siempre son perfectas o sutiles, e incluso a menudo pueden llegar a ser torpes; sin embargo, lo único cierto es que son completamente necesarias para la supervivencia.

Es por esta razón que no puede ser considerado un exceso afirmar que esta capacidad no sólo es una fase más del ciclo vital, sino que es la aguja que cose

todo tipo de fases entre sí: sin adaptaciones la vida no avanza. La vida se para.

Es verdaderamente curioso que algo tan básico generalmente se explique a partir de un concepto abstracto, cuando en realidad trata de lo más cotidiano de la vida. Adaptarse es cambiar de método sin saberlo, es persistir sin garantías y es lograr sobrevivir sin promesas. En ese sentido, la adaptación se parece mucho más a una negociación continua que a una victoria final.

Lo percibió Charles Darwin con una intensísima incomodidad para la generalidad de su época. En el libro *El origen de las especies* (1859), no hacía mención a los más fuertes o a los más bellos, sino a aquellos que fueran más capaces de adaptarse al cambio. Una idea en sí misma sumamente simple y demoledora, pues no sobrevive quien más sabe, sino el que puede aprender a ir cediendo, a ajustarse, a ir reinventándose. La naturaleza, como un juez ciego, no premia la perfección, sino la capacidad de ser flexible [1].

Reconocer la adaptación como una parte fundamental del ciclo vital no solo supone una conclusión lógica respaldada por la evidencia científica actual, sino también aceptar una verdad menos grata: la vida no está hecha para la estabilidad, sino para el cambio permanente. Resistirse a ello, tanto en la biología como en la vida cotidiana, trae consigo graves consecuencias.

Este principio es el núcleo de la selección natural, la cual explica cómo la vida se mantiene y evoluciona. De acuerdo con las premisas de Darwin, las especies que muestran una incapacidad para adaptarse a las exigencias de su entorno están destinadas a la extinción. De este modo, la premisa fundamental plasmada por el naturalista británico constituye el eje sobre el que se articula toda la biología evolutiva moderna [1].

Por otra parte, la construcción de nichos y la compleja interconexión entre el organismo y su entorno demuestran que los seres vivos no solo reaccionan al ambiente, sino que también lo modifican continuamente. Este proceso aporta un fuerte respaldo a la idea de que la adaptación es un fenómeno inherentemente dinámico y permanente. Estas premisas se desarrollan a fondo en textos fundamentales como *Organismo y Ambiente* [2] y *Construcción de Nichos* [3], donde se afirma que la adaptación se manifiesta activamente en todas las etapas del desarrollo biológico, por lo que su dominio conceptual no puede limitarse a momentos aislados en la vida de un individuo.

De hecho, investigaciones recientes confirman que este mecanismo es esencial para la supervivencia de los seres vivos. La mayoría de los estudios que analizan los efectos del cambio climático señalan que diversas especies ya han comenzado a realizar transformaciones sustanciales en su historia evolutiva, forma corporal y apariencia. Por ejemplo, investigadores como [4] demostraron alteraciones drásticas en elementos fundamentales como la reproducción, la resistencia al calor y las respuestas conductuales, las cuales cambian de forma evidente como resultado de estas nuevas exigencias externas.

Con todo esto, la recopilación de evidencias analizadas nos ofrece una imagen contundente: la adaptación no es un fenómeno inusual o secundario, sino un hecho fundamental y persistente en todos los seres vivos. Por lo tanto, integrar este mecanismo de forma explícita en el ciclo vital contribuye a ofrecer una representación mucho más fiel de la realidad biológica, ayudando a comprender de mejor manera cómo la vida se transforma, evoluciona y se mantiene activa en el planeta [1–3].

Al entender la adaptación como un proceso continuo en todas las etapas de la vida, se hace evidente que esta no aparece únicamente ante situaciones adversas o dramáticas. No se trata de un concepto complejo o alejado de nosotros, sino todo lo contrario: es un funcionamiento mucho más sencillo y habitual, un proceso que acompaña a los seres vivos permanentemente desde el nacimiento hasta la muerte. Cada organismo, ya sea un árbol, un pez, un insecto o un ser humano, cambia constantemente un poco para ajustarse a su entorno ambiental o social. La forma de moverse de un cuerpo o cómo reacciona al calor y al frío se modifica de a poco para encajar mejor con lo que pasa alrededor. No son cambios espectaculares, sino ajustes constantes y silenciosos: una hoja que se gira hacia la luz, una piel que se aclara u oscurece con las estaciones, o un animal que se vuelve más alerta o tranquilo según quién esté cerca.

Por eso, no podemos verla solo como una "respuesta de emergencia" que se activa cuando surge un problema puntual. La adaptación es un compañero inseparable

del ciclo vital: tan normal y necesario como respirar, crecer o envejecer. Sin ese movimiento continuo y sin esa escucha permanente al entorno, ningún ser vivo podría seguir existiendo [5].

Durante las primeras etapas de la vida, muchos organismos activan mecanismos de adaptación temprana. En el caso de los seres humanos, diversas investigaciones sobre el desarrollo demuestran que poseemos una capacidad innata para ajustar nuestro comportamiento y procesos de aprendizaje en respuesta al entorno. Desde la psicología motivacional y del desarrollo, Ryan y Deci explican cómo la interacción social y ambiental influye de manera constante y significativa en la adaptación psicológica, emocional y conductual de los individuos [6].

Durante la adolescencia y la adultez, el proceso de adaptación se vuelve especialmente evidente a través de la capacidad del organismo para modificar de manera efectiva su funcionamiento biológico. Un ejemplo claro de este fenómeno es la plasticidad fenotípica, concepto desarrollado por investigadores como [5], quien sostiene que los seres vivos pueden cambiar su fisiología, comportamiento e incluso morfología según las exigencias del entorno. Por lo tanto, estos ajustes no se limitan a las fases iniciales del desarrollo, sino que continúan ocurriendo de forma constante a lo largo de toda la existencia del ser vivo.

A nivel conductual, estudios sobre la plasticidad del desarrollo y las respuestas adaptativas al entorno, como los abordados por Lupien [7], demuestran que los seres humanos y otros organismos ajustan sus comportamientos, respuestas al estrés, estrategias cognitivas y toma de decisiones según el contexto. Estos cambios no son aleatorios, sino que constituyen adaptaciones directas destinadas a mejorar la supervivencia.

Finalmente, al alcanzar las etapas avanzadas de la vida, la mayoría de los organismos biológicos demuestran una persistencia notable en su capacidad de ajuste. Diversas investigaciones neurobiológicas han revelado que, incluso en la vejez, los seres humanos mantienen la capacidad de modificar activamente sus estrategias cognitivas y emocionales. Esto les permite afrontar de forma eficaz las limitaciones físicas, los factores ambientales y los cambios sociales que se presentan en esta fase [7].

Todos estos ejemplos previamente descritos demuestran fehacientemente que el proceso de adaptarse no constituye una habilidad aislada o una reacción esporádica; por el contrario, se establece como un mecanismo continuo e ineludible de la existencia biológica. Reconocer este proceso como una etapa formal e integral dentro del esquema del ciclo de vida, permitiría reflejar de una manera más precisa la verdadera naturaleza dinámica y cambiante con la cual los organismos vivos interactúan y se enfrentan constantemente a los desafíos del mundo que los rodea.

Al examinar la evidencia biológica asociada a la plasticidad fenotípica y los cambios fisiológicos, queda claro que la adaptación no es un mecanismo que aguarda a que las condiciones se tornen dramáticas, sino un proceso continuo que acompaña a los seres vivos desde el nacimiento hasta la muerte. Todos los organismos incluyendo árboles, peces o insectos se transforman, aunque sea un poco cada día, para ajustarse a su entorno. Aspectos como la forma en que un cuerpo se mueve o su respuesta al calor y al frío se modifican paulatinamente, permitiendo una mejor integración con los sucesos del medio. Estos cambios no son espectaculares; son ajustes constantes y silenciosos que se experimentan a diario.

Por ejemplo, una hoja que se orienta hacia la luz, la piel que cambia de tonalidad según la estación del año o un animal que altera su nivel de alerta según la cercanía de un estímulo, son pequeñas variaciones fisiológicas y conductuales que ilustran esta flexibilidad. Por lo tanto, la adaptación no debe asumirse como una simple respuesta de emergencia ante un problema; es un componente fundamental del ciclo vital, tan natural y necesario como respirar, crecer o envejecer. Sin este dinamismo constante y sin una escucha permanente del entorno, la existencia misma de los seres vivos no podría garantizarse [5].

Mary Jane [8], que es considerada una de las biólogas más influyentes en la ciencia, en su obra *Developmental Plasticity and Evolution* explica que la plasticidad fenotípica permite a los organismos ajustar su forma, no solo eso, sino también sus patrones de desarrollo y comportamiento sin necesidad de cambiar su genética de manera inmediata. Esta capacidad resulta especialmente importante en ambientes que cambian

con rapidez, donde la flexibilidad a corto plazo se convierte en un recurso clave para la supervivencia, mientras la evolución genética avanza de manera más lenta.

Un ejemplo clásico de plasticidad fenotípica es el cambio en el color de la piel de algunos anfibios y reptiles, que ajustan su tonalidad según la temperatura o la exposición solar para regular el calor corporal; del mismo modo, ciertos peces modifican la estructura de sus branquias en función de los niveles de oxígeno del agua, un proceso ampliamente documentado dentro de los estudios de plasticidad y respuestas fisiológicas señalados por [5].

En el reino vegetal, la plasticidad fenotípica es aún más evidente. Investigaciones ecológicas y fisiológicas muestran que las plantas ajustan el grosor de sus hojas, la profundidad de sus raíces y la dirección de su crecimiento según la disponibilidad de luz, agua y nutrientes. Esta relación entre el organismo y su entorno ha sido tratada de manera exhaustiva en obras como *Organism and Environment* [2], donde se explica cómo los vegetales modifican activamente su desarrollo para maximizar la supervivencia.

La fisiología humana proporciona, de igual forma, ejemplos contundentes de la capacidad adaptativa del organismo; un caso representativo se observa cuando una persona realiza un traslado a zonas de gran altitud, momento en el cual su cuerpo reacciona inmediatamente incrementando la producción de glóbulos rojos con el fin de compensar la reducción en la disponibilidad de oxígeno; este fenómeno, constituye un caso clásico de plasticidad fisiológica, el cual es frecuentemente analizado en los textos modernos que abordan la adaptación humana y las respuestas al estrés, como se detalla en las investigaciones expuestas por autores como [7].

En conjunto, los hallazgos analizados demuestran con evidencia científica sólida que la adaptación es un proceso intrínsecamente fenotípico, fisiológico y dinámico. Esta capacidad se encuentra presente en todos los seres vivos y se manifiesta a lo largo de cada una de las etapas de su existencia. Por lo tanto, integrar la adaptación de manera formal dentro del concepto de ciclo vital permite alcanzar una representación más fiel y precisa de la naturaleza flexible y cambiante con la que se desenvuelve la vida [5, 8]. Al adentrarnos en el reino vegetal, se hace evidente que el fenómeno de la adaptación no se restringe al ámbito animal o humano. De hecho, en las plantas se observan algunos de los ejemplos más notables de cómo un organismo es capaz de modificar su estructura, su fisiología y su comportamiento para garantizar la supervivencia. Estas respuestas, activas a lo largo de todo su desarrollo, refuerzan la tesis de que la adaptación debe reconocerse formalmente como una etapa fundamental dentro del ciclo vital.

A diferencia de los animales, los vegetales no pueden desplazarse para escapar de las condiciones adversas. Por esta razón, han desarrollado mecanismos altamente eficientes para enfrentar sequías, cambios de iluminación, presiones de depredadores y variaciones extremas del clima. Uno de los procesos más estudiados es el fototropismo, es decir, el ajuste del crecimiento en dirección a la luz. Este fenómeno forma parte de las respuestas al entorno analizadas por [2] al evaluar el desarrollo vegetal bajo distintos niveles de recursos.

Asimismo, muchas especies modifican la profundidad y distribución de sus raíces según la disponibilidad de agua y nutrientes. Al respecto, Sultan describe cómo las plantas no solo reaccionan a las condiciones del medio, sino que desarrollan cambios localizados en su morfología para maximizar el acceso a estos elementos vitales [2].

Por otro lado, las variaciones ambientales producen modificaciones profundas en la forma y el funcionamiento de los vegetales, incluyendo cambios en la estructura foliar, el almacenamiento de agua y ajustes en el metabolismo, tal como se muestra en la obra *Phenotypic Plasticity: Beyond Nature and Nurture* [5]. Finalmente, estudios sobre el cambio climático detallados en *Climate Change and Evolutionary Adaptation* [4] evidencian que múltiples especies vegetales están alterando incluso sus ciclos reproductivos y fisiológicos como el tiempo de floración como respuesta directa al incremento de las temperaturas.

Todos estos ejemplos demuestran que las plantas no se limitan a nacer, crecer, reproducirse y morir, sino que se adaptan activamente durante toda su existencia. Por ello, ignorar la adaptación como una fase formal del desarrollo simplifica en exceso la verdadera

complejidad de la vida vegetal y de la biología en general [2, 4, 5].

Al abordar la adaptación humana más allá de la evolución biológica, se hace evidente que en nuestra especie este proceso trasciende los mecanismos típicos de otros seres vivos. Aunque las respuestas fisiológicas también están presentes, lo que realmente distingue a la humanidad es su capacidad de adaptación social, emocional, psicológica y cultural. Estas dimensiones han resultado esenciales para la construcción de sociedades, la superación de crisis históricas y el desarrollo de una habilidad intrínseca para transformar el entorno con el fin de asegurar la supervivencia. En consecuencia, incorporar este proceso como una etapa formal del ciclo vital no solo posee una validez indiscutible en el plano biológico, sino que resulta crucial para comprender de forma profunda la complejidad de la experiencia humana en su totalidad.

Desde una perspectiva psicológica, la teoría de la resiliencia sostiene que las personas tienen la capacidad de desarrollar competencias activas para enfrentar situaciones adversas y alcanzar una reorganización funcional tras vivir experiencias difíciles. En este marco, investigaciones en los campos de la psicología del desarrollo y del estrés, como las examinadas por [7], concluyen que las vivencias del entorno influyen directamente en las respuestas adaptativas de los individuos a lo largo de toda su existencia.

En el plano emocional, la psicología contemporánea analiza de forma constante procesos como la regulación afectiva y la adquisición de habilidades adaptativas. Trabajos como los realizados por [9] demuestran que los seres humanos son capaces de asimilar y recuperarse incluso de experiencias extremas, descubrimientos que refuerzan la concepción de la adaptación como un proceso permanente.

Asimismo, en los ámbitos social y cultural, la antropología ha demostrado que la supervivencia de nuestra especie ha dependido históricamente de la habilidad para modificar costumbres, estructuras sociales y formas de organización ante los cambios del medio. La evidencia etnográfica señala que las prácticas culturales se transforman como respuesta directa a las exigencias del entorno y a las dinámicas de interacción social [10].

A pesar de que la realidad contemporánea es altamente compleja, esta flexibilidad se manifiesta día a día cuando las personas modifican sus rutinas y estilos de vida conforme cambian el entorno climático o la tecnología. En última instancia, la evidencia especializada en la psicología del estrés y la resiliencia coincide en que esta capacidad adaptativa continua es un pilar esencial para el bienestar emocional y la salud mental [7].

Históricamente, el ciclo de vida clásico (nacer, crecer, reproducirse y morir) ha sido muy utilizado como una forma simple de ilustrar las etapas biológicas de los organismos vivos, pero este modelo es muy limitado y no puede proporcionar una imagen completa sobre los procesos de la vida y puede ser ampliado o mejorado.

Particularmente, dicho esquema omite mecanismos esenciales, como los procesos de adaptación, los cuales actúan de forma continua y determinante en la supervivencia y el éxito de todos los organismos vivos a lo largo de su existencia.

Una de las principales críticas al modelo tradicional del ciclo de vida es que simplifica en exceso la complejidad de la existencia, reduciéndola a una secuencia lineal de eventos biológicos preestablecidos. En cambio, la biología moderna concibe la vida como un proceso dinámico, caracterizado por constantes ajustes que el organismo debe realizar frente a las presiones ambientales. Esta perspectiva es completamente coherente con los enfoques evolutivos recientes, que destacan la interacción continua entre organismo y ambiente, tal como plantea [11] en su análisis de los marcos teóricos evolutivos contemporáneos.

Asimismo, el ciclo clásico no contempla fenómenos cruciales como la plasticidad fenotípica, la resiliencia, la homeostasis o los cambios conductuales del organismo. Todos estos procesos son esenciales para comprender cómo los seres vivos enfrentan y gestionan situaciones adversas. Esta omisión coincide con las críticas del influyente biólogo Ernst Mayr hacia los modelos biológicos simplificados, quien sostenía que ignorar los procesos adaptativos conduce inevitablemente a una visión incompleta y errónea sobre la vida [12].

Otra limitación importante del enfoque tradicional del ciclo de vida es que suele presentar la reproduc-

ción como el objetivo central de la existencia de los organismos. Aunque la reproducción es, sin duda, un proceso clave desde el punto de vista evolutivo, no es el único motor que explica la complejidad de la vida. Diversas investigaciones sobre la dinámica poblacional, la selección natural y las estrategias de vida, como las analizadas en contextos comparativos por [4], demuestran que una gran cantidad de especies dedican una parte considerable de su energía a procesos netamente adaptativos para poder enfrentar y sobrevivir a ambientes en constante cambio.

Además, en los seres humanos, el ciclo tradicional resulta aún más insuficiente, pues no recoge la complejidad del desarrollo psicológico, cultural y social, ni contempla los procesos de aprendizaje y ajuste que moldean la vida individual. El estudio de Singer sobre desarrollo moral demuestra cómo el crecimiento humano incluye múltiples dimensiones que van más allá de la reproducción o el crecimiento físico. En conjunto, estas limitaciones evidencian que el ciclo de vida tradicional, aunque útil como esquema básico, es incompleto. Para representar mejor la realidad biológica, ecológica y humana, es necesario incorporar etapas que reflejen los procesos adaptativos constantes que atraviesan todos los seres vivos a lo largo de su existencia [4, 12].

La adaptación social y cultural es una de las expresiones más complejas del proceso adaptativo humano. A diferencia de otros seres vivos, las personas no solo modifican su comportamiento para sobrevivir en un entorno físico, sino que también ajustan su forma de pensar, sentir y actuar para integrarse en contextos sociales diversos. Este tipo de adaptación se refleja en el aprendizaje de normas, valores, costumbres, lenguajes y patrones de interacción propios de la comunidad. Estos procesos demuestran una capacidad adaptativa activa mediante la cual los seres humanos transforman su propio medio, un fenómeno conceptualizado por la teoría de la construcción de nicho [3]. Asimismo, cada sociedad impone expectativas, roles y formas de organización que evolucionan con el tiempo, obligando a los individuos a modificar sus conductas para mantener la cohesión, la convivencia y el bienestar psicológico, aspectos fundamentales en el desarrollo social que explica la teoría de la autodeterminación [6].

La migración es uno de los ejemplos más claros de adaptación cultural. Cuando un individuo o una familia cambia de país, región o entorno social, debe enfrentarse a nuevas reglas, formas de comunicación y dinámicas comunitarias.

En este proceso, conocido como aculturación, las personas aprenden a integrar elementos de la nueva cultura sin perder completamente su identidad original. Este fenómeno se relaciona directamente con la plasticidad conductual y simbólica que caracteriza a nuestra especie [13]. Conseguir este equilibrio requiere flexibilidad, apertura y un proceso de adaptación continuo que puede durar años. La capacidad de afrontar tales transformaciones demuestra que adaptarse no es solo un mecanismo externo, sino un proceso profundo que involucra emociones, vínculos y el sentido de pertenencia, aspectos fundamentales para la motivación y el bienestar humano [6].

Asimismo, los cambios culturales acelerados por la globalización y la tecnología exigen nuevas formas de adaptación diaria. Las personas se ven obligadas a transformar su manera de comunicarse, trabajar, estudiar e incluso relacionarse afectivamente. La aparición constante de herramientas digitales, las nuevas dinámicas familiares, la creciente diversidad cultural y la transformación de los roles sociales generan escenarios donde la falta de adaptación puede provocar aislamiento, estrés o dificultades para integrarse. Estos desafíos revelan la importancia de la plasticidad comportamental como un mecanismo adaptativo fundamental ante entornos cambiantes [4]. De igual manera, este panorama resalta el papel crucial que juega la resiliencia dentro de los sistemas sociales [14].

En este sentido, la adaptación cultural también cumple una función evolutiva. Los antropólogos y ecólogos sociales han señalado que las sociedades que logran integrar cambios de manera flexible ya sea mediante innovación cultural, ajustes normativos o la aceptación de nuevas prácticas son más resilientes y sostenibles a largo plazo.

Este tipo de resiliencia adaptativa ha sido ampliamente descrito dentro de los sistemas socioecológicos [14], así como en los estudios sobre el conocimiento ecológico tradicional como mecanismo de supervivencia comunitaria [10].

Esta capacidad colectiva de transformarse permite afrontar crisis, conflictos o transformaciones históricas sin perder la cohesión social. Por lo tanto, incluir la adaptación social en el ciclo de vida permitiría reconocer que el desarrollo humano no depende únicamente de procesos individuales o biológicos, sino también de la capacidad de incorporarse a sistemas culturales dinámicos que influyen en la identidad y los valores, en coherencia con los enfoques que integran la variación conductual y simbólica en la evolución [13].

En un mundo marcado por crisis ambientales, cambios climáticos acelerados y transformaciones globales impredecibles, la adaptación emerge como una capacidad indispensable para la supervivencia de todas las formas de vida. Las especies que logran ajustar sus comportamientos, hábitats o fisiología frente al aumento de temperaturas, la pérdida de ecosistemas o el surgimiento de nuevas amenazas tienen mayores probabilidades de persistir. Estos procesos están determinados por la plasticidad fenotípica [4, 11] y por los principios de la teoría evolutiva moderna [15].

En el caso de los seres humanos, esta capacidad se expresa tanto en prácticas tradicionales como la agricultura resiliente o el manejo comunitario de recursos como en respuestas contemporáneas, entre las que destacan el uso de tecnologías de vanguardia, la innovación energética y la reorganización urbana.

Estos elementos forman parte de las adaptaciones socioecológicas descritas por [10] y de la evolución tecnológica analizada por [16]. Reconocer la adaptación como parte formal del ciclo de vida permitiría comprender cómo las especies no solo reaccionan de forma pasiva a los cambios, sino que integran estas respuestas en sus procesos vitales para garantizar su continuidad, tal como lo señala la literatura sobre adaptación evolutiva frente al cambio climático [4].

La adaptación psicológica se erige como uno de los procesos más complejos que se observan a lo largo del ciclo vital. A diferencia de la adaptación biológica, la cual ocurre y se consolida a través de múltiples generaciones, la adaptación individual se desarrolla y se manifiesta enteramente dentro de una misma vida.

Este proceso activo moldea de manera fundamental la forma en que cada persona percibe, interpreta y responde a las constantes demandas y estímulos que provienen de su entorno [7, 17]. A través de este mecanismo, el ser humano no solo asimila las transformaciones físicas de su desarrollo, sino que también reconfigura sus estructuras cognitivas y emocionales para mantener el equilibrio psicológico ante las crisis y transiciones propias de cada etapa evolutiva.

Diversos estudios e investigaciones coinciden en que la mente humana no es inmutable, sino que se encuentra en un proceso de cambio y reconfiguración constante. Este dinamismo permite que las personas desarrollen estrategias cognitivas y conductuales para enfrentar de manera efectiva las transformaciones biológicas y funcionales de cada etapa del ciclo vital [18, 19].

Durante la infancia, la adaptación se manifiesta a través de la capacidad para crear vínculos afectivos, explorar el entorno y regular las primeras emociones. En la adolescencia, este proceso se transforma y se centra en la búsqueda de la identidad personal y en el manejo de las presiones sociales [20]. Posteriormente, en la adultez, la capacidad adaptativa se orienta hacia la toma de decisiones complejas, tales como la gestión del estrés y el equilibrio entre las metas personales y las demandas laborales.

Finalmente, durante la vejez,la adaptación se convierte en un proceso de reorganización emocional profunda, donde el individuo busca activamente un sentido de vida frente a los cambios físicos y las pérdidas propias de esta etapa [17].

La resiliencia juega un papel fundamental cuando las personas intentan adaptarse a nuevas situaciones. Esta capacidad permite superar experiencias difíciles, reestructurar las propias expectativas y descubrir nuevos caminos hacia el bienestar, incluso bajo condiciones adversas; esto demuestra que la adaptación es un proceso indispensable para el crecimiento personal.

Asimismo, la resiliencia no implica evitar el sufrimiento o ignorar el dolor, sino aprender a transformarlo y otorgarle un sentido constructivo. De este modo, el proceso psicológico evidencia que la adaptación acompaña de manera constante el curso de la vida humana, actuando como un recurso clave para mantener el equilibrio interno y avanzar frente a las demandas que impone la existencia [6, 14].

De manera similar, las neurociencias han demostrado la existencia de la plasticidad cerebral, com-

prendida como la capacidad del sistema nervioso para modificar su estructura y funcionamiento en respuesta a las experiencias y exigencias del entorno. Este mecanismo biológico y cognitivo acompaña a las personas a lo largo de toda su vida, respaldando la idea de que la adaptación es un proceso continuo que se manifiesta incluso en el plano neurológico. Los aprendizajes adquiridos, los hábitos, la calidad de las relaciones interpersonales y los eventos traumáticos tienen la capacidad intrínseca de reconfigurar las conexiones neuronales [7, 18]. Este fenómeno no solo ofrece un sólido sustento biológico para los cambios cognitivos del individuo, sino que también facilita las modificaciones emocionales y conductuales esenciales para afrontar nuevos escenarios con mayor flexibilidad.

Asumir la adaptación interna como un componente esencial del ciclo vital conlleva aceptar que la existencia no se reduce al mero tránsito por etapas biológicas preestablecidas. Implica, por el contrario, afrontar transformaciones psicológicas continuas que impactan directamente en la salud mental, la consolidación de la identidad y el bienestar general del individuo, visibilizando la profundidad y complejidad del curso de la vida [6, 17]. En este sentido, adaptarse es un mecanismo indispensable para asimilar el desarrollo humano, ya que acompaña a la persona en cada transición, en la superación de los obstáculos que se le presentan y en la resignificación de sus experiencias formativas y educativas.

A lo largo de la historia, la adaptación ha operado como un elemento transversal que guía tanto la evolución biológica como el desarrollo de las tecnologías y los sistemas humanos. Por un lado, este fenómeno se manifiesta como un proceso estrictamente biológico; por otro, se consolida como un principio fundamental que direcciona la creación de herramientas, la evolución de las organizaciones sociales y la transformación de los modos de vida [16].

Las innovaciones tecnológicas surgen como respuestas adaptativas a los desafíos y necesidades que impone el medio, demostrando que la búsqueda de soluciones es un motor fundamental del desarrollo humano. Esta evolución tecnológica permite identificar una regularidad en la historia de las sociedades: los cambios e innovaciones profundas solo se consolidan cuando las presiones del entorno obligan a diseñar y crear alternativas. A su vez, estas soluciones no solo resuelven problemáticas inmediatas, sino que también generan nuevas formas de organización, comunicación e interacción social, reestructurando gradualmente la dinámica de la vida colectiva [16].

La adaptación tecnológica no debe interpretarse únicamente como sinónimo de innovación, sino como un proceso estratégico que permite a las sociedades subsistir en el marco de las transformaciones sociales, ambientales y económicas. Por ejemplo, la Revolución Industrial transformó profundamente las dinámicas de la humanidad al imponer la necesidad de reorganizar el modelo productivo. Este cambio histórico surgió para cubrir la creciente demanda de bienes y servicios, obligando a las comunidades a desarrollar e implementar nuevas metodologías para optimizar sus procesos de manufactura y distribución [16].

Con la llegada de la digitalización, millones de personas han necesitado adquirir nuevos saberes, lenguajes y culturas laborales. Todo esto demuestra que adaptarse no es opcional, sino una característica transversal que sostiene el progreso humano. Por otra parte, la relación entre adaptación y tecnología posee una naturaleza intrínsecamente bidireccional: de la misma forma en que los seres humanos incorporan mejoras a sus sistemas para asegurar su supervivencia, las herramientas tecnológicas ejercen una fuerza impulsora que obliga constantemente a las personas a reinventarse. Este ciclo de ajuste mutuo demuestra una adaptabilidad continua, tanto a nivel individual como estructural [16].

La rapidez con la que evoluciona la tecnología impone la necesidad de que los seres humanos actualicen continuamente sus habilidades y conocimientos; de lo contrario, enfrentan un riesgo considerable de quedar rezagados ante las dinámicas del mercado laboral y del entorno social. Este fenómeno, identificado como aceleración tecnológica, evidencia que la adaptación no es una opción temporal, sino un proceso constante e ineludible dentro del ciclo de vida contemporáneo, cuyo ritmo vertiginoso impulsa a individuos y sociedades a reajustar permanentemente sus estructuras, métodos y comportamientos [13, 16].

Por consiguiente, la inclusión de la adaptación como un componente intrínseco del ciclo de vida permitiría

reconocer que la existencia en el mundo contemporáneo implica, esencialmente, un aprendizaje de carácter permanente, una transformación continua y una capacidad de reajuste en todos los niveles, desde el biológico hasta el social. Esta realidad valida la necesidad de un modelo integrado que capture eficazmente el dinamismo del curso de la vida [17]. Después de todo, no son únicamente los organismos los que experimentan cambios constantes, sino también los entornos que ellos mismos se encargan de construir y moldear, un fenómeno central en la coevolución de las especies y sus medios [2,3]. Comprender la complejidad de esta transformación mutua posiciona a la adaptación como un elemento estructural esencial, tanto para el desarrollo humano a nivel individual como para el funcionamiento integral de la sociedad moderna.

La adaptación se constituye como un proceso esencial para comprender de qué forma los organismos vivos, incluidos los seres humanos, logran enfrentar y superar los momentos de crisis que amenazan de manera directa su continuidad y supervivencia. A lo largo de la historia, las diversas especies han afrontado múltiples eventos críticos que han puesto a prueba su permanencia, tales como períodos de glaciaciones, cambios drásticos en el clima, alteraciones severas en los ecosistemas o la aparición de nuevas enfermedades. Estos desafíos actúan como la fuerza motriz detrás del proceso continuo de selección y ajuste ecológico [1, 21]. Por lo tanto, la capacidad de responder al entorno se consolida como un mecanismo indispensable para la continuidad de la vida; sin la acción constante y efectiva de estos procesos adaptativos, la existencia biológica difícilmente podría mantenerse frente a la intensidad y diversidad de las transformaciones que experimenta la naturaleza [4].

Todo esto muestra que, en la especie humana, la adaptación trasciende el ámbito estrictamente biológico y sus mecanismos fisiológicos, proyectándose hacia los planos social, psicológico, tecnológico y cultural. En la actualidad, las sociedades deben responder a diversos retos de carácter global que evidencian esta complejidad, entre los cuales destacan el cambio climático, la degradación de los ecosistemas, la erosión de recursos esenciales, los conflictos geopolíticos y la transformación acelerada de las economías. Asimismo, fenómenos globales como las pandemias cuyo ejemplo reciente e histórico fue la crisis del COVID-19 demuestran tener la capacidad de alterar profundamente la vida cotidiana de las personas [4]. En medio de este panorama, resulta imperativo que las comunidades no se limiten a reaccionar de forma inmediata; por el contrario, la supervivencia depende del aprendizaje de conductas anticipatorias. Esta preparación colectiva incluye el diseño de estrategias para mitigar la extinción de especies, la reorganización de los sistemas estructurales y la construcción de respuestas comunitarias sólidas orientadas a la estabilización y al bienestar social [10, 14].

Diversas investigaciones en el campo de la resiliencia socioecológica plantean que los sistemas con mayor capacidad de mantenerse en el tiempo no son necesariamente aquellos considerados más resistentes o rígidamente estables. Por el contrario, la evidencia indica que los sistemas con mejores perspectivas son, precisamente, los que cuentan con un nivel más alto de flexibilidad y capacidad de ajuste [10, 14]. Un ecosistema que demuestra la habilidad de regenerarse efectivamente después de un incendio, una comunidad que logra reorganizarse tras un desastre natural [10,14] o una población que adopta nuevas tecnologías para enfrentar un cambio económico estructural [16] constituyen ejemplos concretos de cómo la adaptación sostiene la vida en todas sus manifestaciones. La inclusión formal de esta etapa dentro del esquema del ciclo vital permitiría comprender a fondo que la supervivencia no es un proceso pasivo o estático, sino un continuo incesante de reajustes y transformaciones que definen la trayectoria de cada organismo a lo largo de su existencia [17].

De manera complementaria la incorporación de la adaptación como una fase formal dentro del ciclo vital permitiría un crecimiento de forma considerada a la comprensión del complejo proceso del desarrollo humano.

A lo largo de su existencia, las personas enfrentan de forma permanente la necesidad de adaptarse a cambios constantes, tales como desarrollarse en diferentes entornos familiares, afrontar episodios de pérdida, transformar habilidades en destrezas, asumir distintos roles sociales o reaccionar ante acontecimientos im-

previstos que alteran su trayectoria vital. Cada una de estas situaciones se vincula directamente con la capacidad del ser humano para reinventarse y aprender nuevas formas de actuación. En este sentido, la adaptación no debe considerarse como una acción puntual o aislada, sino como un proceso continuo y dinámico que moldea y estimula la trayectoria del individuo a lo largo de todo su ciclo vital [6, 17].

Finalmente, la validación formal de la adaptación como parte esencial del ciclo de vida permite integrar la resiliencia como un principio fundamental en escenarios de gran relevancia, tales como la educación, los sistemas de salud, la planificación urbana, la gestión medioambiental y la organización social [10, 14, 16]. Bajo esta perspectiva, la adaptabilidad trasciende los límites de la biología molecular o evolutiva para consolidarse como un fenómeno multidisciplinar que dinamiza y define las diversas dimensiones de la experiencia humana y del desarrollo colectivo [17].

En el contexto del mundo contemporáneo, marcado por una incertidumbre cada vez más presente, la inclusión formal de la adaptación como una etapa del ciclo de vida permitiría comprender con mayor profundidad que la existencia no se limita al esquema tradicional de nacer, crecer, reproducirse y morir. Por el contrario, implica una capacidad intrínseca de perseverar, transformarse y continuar de manera efectiva frente a los constantes desafíos que el entorno impone [14, 17].

Más allá de asegurar la perdurabilidad de las especies frente a las presiones del entorno, la adaptación opera como un motor de innovación continua en el comportamiento, la fisiología y la propia estructura de los organismos [1, 15].

A lo largo de millones de años, las variaciones del medio tales como las fluctuaciones en la disponibilidad de alimento, las alteraciones climáticas o la presencia de depredadores han constituido una fuerza selectiva constante. Estos desafíos obligan a las especies a transformarse en profundidad para asegurar su viabilidad en los ecosistemas que habitan [1, 21]. Este proceso continuo de ajuste ha dado lugar a innovaciones evolutivas fundamentales en la actualidad. Un ejemplo de ello es el desarrollo de las plumas en las aves, las cuales inicialmente cumplían una función orientada a la regulación térmica [15]; o bien, la aparición del lenguaje humano, comprendido como una herramienta compleja diseñada para coordinar acciones y resolver problemas de carácter colectivo [13].

Cuando la adaptación se comprende como un motor de innovación, resulta evidente que su función no se limita a responder de forma pasiva a las exigencias del entorno; por el contrario, actúa abriendo caminos que incrementan significativamente las probabilidades de supervivencia de los organismos. Las especies que se adaptan con éxito a las demandas ambientales no solo mantienen su existencia, sino que consolidan variaciones funcionales que les permiten desarrollar soluciones inéditas frente a los desafíos del medio [1, 15].

De hecho, la biología evolutiva demuestra que muchos de los rasgos identificados hoy como ventajas adaptativas surgieron inicialmente como respuestas novedosas de los organismos ante condiciones adversas, lo que subraya el carácter dinámico y plástico del proceso evolutivo [13, 15]. De esta manera, la vida no experimenta una progresión regida por el azar, sino que avanza gracias a la capacidad de generar modificaciones útiles que logran fijarse de forma permanente con el transcurso del tiempo.

La adaptación comportamental de los seres humanos resulta todavía más notoria. La creación de herramientas complejas, el desarrollo del pensamiento abstracto, el establecimiento de sistemas de cooperación social y el surgimiento de la cultura misma constituyen manifestaciones directas de la capacidad humana para innovar a partir de las necesidades impuestas por el entorno [13, 16]. Cada avance representa un intento consciente por optimizar la supervivencia y, simultáneamente, mejorar la calidad de vida. Por esta razón, la inclusión de la adaptación como componente del ciclo vital refleja que la existencia humana no debe concebirse como un fenómeno meramente biológico, sino como un proceso multidimensional [13].

Reconocer la adaptación como una etapa del ciclo de vida permite demostrar que las especies, incluida la humana, no solo transitan por la existencia, sino que la reinventan constantemente [13, 15]. Esta perspectiva subraya que vivir implica cambiar, experimentar y generar soluciones inéditas ante circunstancias nuevas. De esta manera, la concepción del ciclo vital abandona

la visión de ser una secuencia rígida y predeterminada de eventos; en su lugar, se entiende como un proceso intrínsecamente dinámico donde la innovación se manifiesta como una expresión natural de la capacidad constante de adaptación [13, 17].

Como proceso de plasticidad fenotípica a lo largo de la vida, la adaptación demuestra que los organismos poseen la capacidad intrínseca de modificar su comportamiento, fisiología o morfología en respuesta directa a las condiciones fluctuantes del entorno. Este fenómeno constituye una prueba contundente de que la adaptabilidad no es un evento biológico aislado, sino un proceso continuo que acompaña al individuo a lo largo de todas las etapas de su ciclo de vida [15, 21]. Asimismo, esta capacidad explica por qué organismos con la misma información genética pueden presentar rasgos marcadamente distintos según el ambiente en el que se desarrollan, aportando un argumento sólido para considerar a la adaptación como un componente formal del desarrollo vital [17, 21].

Estos mecanismos plásticos se manifiestan de diversas formas en el reino de los seres vivos. Algunos anfibios, por ejemplo, alteran su tasa de desarrollo en función de la disponibilidad hídrica local, optimizando así su supervivencia en hábitats fluctuantes. De manera similar, ciertas especies de peces modifican su sexo biológico en respuesta a la estructura social de su población, mientras que numerosas plantas regulan su morfología de crecimiento según la intensidad lumínica o la concentración de nutrientes del suelo [21]. Estas transformaciones no deben interpretarse como meras reacciones inmediatas y pasivas ante el entorno; por el contrario, constituyen estrategias biológicas altamente organizadas que facultan a los organismos para integrarse y subsistir bajo las presiones que el medio les impone [15].

En los seres humanos, esta capacidad adaptativa se manifiesta de forma dual en las dimensiones biológica y cognitiva. El cerebro posee una notable facultad de autorreorganización conocida como neuroplasticidad, la cual permite adquirir nuevos aprendizajes, recuperarse de lesiones funcionales y asimilar las transformaciones culturales y sociales de la época [13, 18]. Este fenómeno evidencia que la adaptación no se limita a un proceso evolutivo a gran escala, sino que opera como un mecanismo activo y continuo que se desarrolla en el cuerpo y la mente a lo largo de todo el ciclo vital [17].

Comprender la plasticidad fenotípica como parte natural del ciclo de vida implica aceptar que el desarrollo no avanza por trayectorias rígidas o preestablecidas. Por el contrario, la existencia se presenta como una demanda constante de adaptación frente a un entorno en permanente transformación, donde la plasticidad constituye la herramienta fundamental para responder a tales contingencias. Introducir formalmente la adaptación en el esquema del ciclo vital permite describir con mayor precisión cómo los organismos transitan entre períodos de estabilidad y cambio. Este equilibrio dinámico resulta esencial para garantizar tanto la subsistencia como el desarrollo óptimo de los individuos a lo largo del tiempo [14, 17].

Desde luego, esta perspectiva centrada en la adaptación complementa y amplía el modelo tradicional del ciclo de vida, habitualmente reducido a las etapas estáticas de nacer, crecer, reproducirse y morir. En contraste, la plasticidad fenotípica pone de manifiesto que cada etapa de la existencia está atravesada por ajustes fisiológicos, transformaciones conductuales y respuestas adaptativas continuas. Esto evidencia la naturaleza esencialmente dinámica de la vida, transformando el desarrollo en un proceso de cambio constante y coevolución con el entorno [4, 17, 18].

Como factor determinante en la salud y el desarrollo humano, el bienestar no depende únicamente de la genética, el estilo de vida o el acceso a los servicios médicos, sino que se ve profundamente influido por la capacidad del organismo para adaptarse a los cambios físicos, emocionales y ambientales a lo largo del tiempo [17]. Tanto en la medicina como en la psicología, este principio es ampliamente reconocido: aquellas personas que logran ajustarse de mejor manera a las condiciones de su entorno presentan mayores probabilidades de conservar su salud integral a lo largo de la existencia [6, 17].

Desde el punto de vista biológico, el cuerpo humano está diseñado para responder a estresores internos y externos mediante procesos adaptativos. La homeostasis, definida como la habilidad de mantener un equilibrio interno estable, depende de la capacidad de los sistemas fisiológicos para reaccionar ante variaciones en la tem-

peratura, la altitud, la disponibilidad de nutrientes o las infecciones [4, 21]. Por ejemplo, las poblaciones que residen de forma permanente a gran altitud desarrollan adaptaciones fisiológicas que optimizan la eficiencia respiratoria y aumentan la producción de glóbulos rojos. Esta capacidad de ajuste continuo demuestra que la vida, incluso en sus niveles moleculares más elementales, se sostiene gracias al proceso constante de la adaptación [4].

En el ámbito psicológico, la capacidad de adaptación está estrechamente vinculada con la regulación emocional, el manejo efectivo del estrés y el desarrollo de la resiliencia. Aquellos individuos que logran reajustar sus estrategias afectivas ante situaciones adversas, tales como crisis profundas o pérdidas significativas, suelen conservar una mejor salud mental y mantener la continuidad de sus proyectos cotidianos [6, 17].

De hecho, diversas investigaciones en psicología del desarrollo demuestran que el bienestar emocional no consiste en la evitación de los conflictos, sino en la capacidad de adaptarse a ellos mediante respuestas flexibles y constructivas [6].

En la dimensión social, la adaptabilidad resulta evidente en la capacidad de integración ante entornos culturalmente diversos, la asimilación de nuevas tecnologías y la flexibilidad para ajustarse a las transformaciones laborales y académicas [10, 16]. Estos procesos facilitan que los individuos actúen con mayor eficacia y seguridad en un entorno globalizado de cambio acelerado.

En consecuencia, las comunidades que desarrollan respuestas adaptativas sólidas no solo optimizan sus condiciones de vida, sino que promueven una mayor cohesión social y el desarrollo de oportunidades colectivas orientadas al bienestar integral [14].

La incorporación de la adaptación dentro del esquema del ciclo de vida permite comprender que la salud y el desarrollo humano no se configuran como procesos lineales; por el contrario, son sistemas inherentemente complejos que dependen de una interacción constante entre el organismo y su entorno. Adaptarse no solo faculta al individuo para sobrevivir, sino que le permite prosperar, resistir con éxito ante las crisis, recuperarse de los daños e incluso transformarse en una versión más fuerte y estable de sí mismo [6, 17]. Como base fundamental de la interacción entre los organismos y sus ecosistemas, la existencia de la vida en la Tierra opera bajo una red compleja de relaciones donde cada individuo interactúa de forma activa con su entorno físico, químico y biológico. Estas interacciones nunca son estáticas; cambian de forma continua y exigen ajustes permanentes para conservar el equilibrio de los sistemas [14, 21].

La adaptación constituye el puente que posibilita la integración eficiente de los seres vivos en sus respectivos ecosistemas. Por consiguiente, considerarla un componente formal del ciclo vital no solo resulta una conclusión razonable, sino una necesidad intrínseca para comprender la dinámica real de la biodiversidad global [1, 21].

Cada especie ocupa un nicho ecológico particular, definido por su rol específico dentro del ecosistema, sus fuentes de alimento, las interacciones con depredadores y competidores, y sus límites de tolerancia ambiental. Sin el mecanismo de adaptación, ningún organismo sería capaz de mantenerse de forma estable en este espacio funcional [21].

Por ejemplo, los osos polares desarrollaron un denso pelaje, piel negra y una gruesa capa de grasa subcutánea para subsistir en las regiones árticas; por su parte, las plantas de climas áridos modificaron su morfología y fisiología para minimizar la pérdida de agua y optimizar la captación lumínica. En ambos escenarios, la vida se ha moldeado para responder a las exigencias del ecosistema [1, 21].

Incluso las relaciones interespecíficas, tales como la simbiosis, el mutualismo, el parasitismo o la competencia, dependen de procesos adaptativos que permiten a los organismos ajustar sus comportamientos o características para coexistir, beneficiarse o competir eficazmente [4, 21]. Un ejemplo clásico se observa en la interacción entre polinizadores y flores: ambos grupos han coevolucionado de manera que ajustaron sus estructuras morfológicas a lo largo de generaciones. Este proceso ha consolidado interdependencias tan precisas que, en casos extremos, la extinción de una de las especies conlleva inevitablemente la desaparición de la otra [1, 21]. Incluir la adaptación en el esquema del ciclo de vida cobra sentido porque la supervivencia de cada

organismo está directamente vinculada con la resiliencia y estabilidad de los ecosistemas [14, 17]. La vida no se desarrolla en el aislamiento, sino dentro de un entramado dinámico donde las respuestas adaptativas determinan la viabilidad de los procesos fundamentales de desarrollo y reproducción. Así, la adaptabilidad trasciende su función como mero mecanismo biológico individual para consolidarse como el fundamento que permite a los seres vivos mantenerse integrados en sus respectivos entornos naturales [14, 21].

Por último, comprender la adaptación como parte del ciclo vital refuerza la necesidad crítica de preservar los ecosistemas. Si un entorno cambia de manera abrupta por factores antrópicos como la contaminación, la deforestación, la urbanización o el cambio climático, la capacidad adaptativa de las especies puede verse superada, lo que conduce a desequilibrios ecológicos y extinciones locales [4, 14].

Esto demuestra que la adaptabilidad biológica posee límites estrictos y que la continuidad de la vida en el ciclo vital depende de un balance preciso entre la capacidad de cambio y la estabilidad del entorno [4,17].

Como herramienta fundamental para el análisis poblacional, los grupos etarios constituyen categorías que dividen a la población según rangos de edad con el fin de comprender las características, necesidades y comportamientos propios de cada etapa vital. Esta clasificación permite analizar dinámicas sociales, educativas, económicas y demográficas, lo que facilita la planificación de políticas públicas y el desarrollo de estudios estadísticos avanzados [22, 23].

Dentro de la clasificación general de las etapas del desarrollo, la primera infancia, que comprende desde los 0 hasta los 5 años, constituye el período de mayor crecimiento físico, cognitivo y afectivo. En esta fase, los infantes experimentan hitos fundamentales como la adquisición del lenguaje, el control motriz y la socialización primaria; debido a su total dependencia de los adultos, las políticas orientadas a la salud, la nutrición y la estimulación temprana resultan críticas [6, 22].

A esto le sigue la infancia, delimitada entre los 6 y los 11 años, etapa caracterizada por el ingreso al sistema educativo formal, el fortalecimiento de habilidades académicas y una progresiva autonomía guiada por la curiosidad y la interacción escolar [12, 22].

Finalmente, la adolescencia, que abarca de los 12 a los 17 años, consolida una transición marcada por intensos cambios biológicos derivados de la pubertad, así como por transformaciones psicológicas y sociales complejas donde los individuos construyen su identidad, desarrollan el pensamiento crítico y consolidan su independencia frente al núcleo familiar [6, 17, 22].

Continuando con la estructura demográfica, la juventud, comprendida entre los 18 y los 26 años, representa una transición crítica entre la dependencia familiar y la vida adulta autónoma. En este período se concentran decisiones determinantes relacionadas con la educación superior, la inserción en el mercado laboral y el establecimiento de proyectos individuales que consolidan la identidad personal [17, 23].

Posteriormente, la adultez temprana, delimitada entre los 27 y los 39 años, se caracteriza por la búsqueda de estabilidad profesional, la formación de nuevas unidades familiares y una alta productividad económica y social (Manual de Demografía, 2014; Settersten y Mayer, 2020). A esta le sigue la adultez media, de los 40 a los 59 años, fase que denota madurez personal y laboral donde los individuos suelen asumir roles de mayor responsabilidad, experimentan los primeros cambios fisiológicos del envejecimiento y realizan un reajuste reflexivo de sus metas socioeconómicas [24].

Finalmente, la adultez mayor o tercera edad, que abarca desde los 60 años en adelante, corresponde a la etapa posterior a la vida laboral activa. Este último período conlleva adaptaciones asociadas al retiro, transformaciones físicas y un incremento en las demandas de atención médica, lo que exige el diseño de políticas de bienestar y mecanismos eficaces de apoyo social [17, 22, 23].

Al analizar los grupos etarios en su relación con la adaptación del ser humano en las sociedades, el desarrollo se organiza comúnmente en etapas como la infancia, la adolescencia, la adultez y la vejez, las cuales reflejan transformaciones biológicas, psicológicas y sociales.

Cada uno de estos períodos impone desafíos específicos que exigen mecanismos adaptativos complejos para afrontar demandas tanto internas fisiológicas, cognitivas y emocionales como externas sociales, culturales y ambientales. Por esta razón, la pertenencia a un grupo etario trasciende la mera categorización cronológica;

constituye una expresión de cómo el ser humano se ajusta y reorganiza continuamente para integrarse y funcionar de manera eficaz en su entorno social [6, 17].



Figura 1. Clasificación y distribución de los grupos etarios en el desarrollo humano
Fuente: [23]

Al abordar la adaptación biológica a través de las etapas de la vida, se evidencia que en todos los grupos etarios el cuerpo humano experimenta transformaciones que obligan al individuo a reorganizar su funcionamiento. Durante la infancia, el cerebro presenta un alto nivel de plasticidad sináptica que facilita la adquisición de habilidades cognitivas, motoras y lingüísticas; esta plasticidad disminuye gradualmente, pero nunca desaparece, lo que permite que la adaptación continúe en la adolescencia con la maduración de la corteza prefrontal, así como en la adultez y la vejez, etapas donde el sistema nervioso reorganiza funciones ante pérdidas sensoriales o cognitivas [18]. Los cambios fisiológicos inherentes a cada período vital establecen las oportunidades y los límites de la adaptación: mientras la fuerza física alcanza su máximo nivel durante la adultez temprana y se reduce progresivamente en la senectud, esta disminución se ve compensada por ajustes activos en la experiencia acumulada, la planificación estratégica y la regulación emocional [17].

En el plano emocional y psicológico, las demandas se transforman según el grupo etario. Los niños deben aprender a regular emociones básicas y desarrollar vínculos seguros para enfrentar la incertidumbre, mientras que en la adolescencia se reorganizan la identidad, la autoestima y el afrontamiento de conflictos sociales mediante una notable flexibilidad afectiva [6]. Durante la adultez, la adaptación psicológica se orienta hacia la toma de decisiones complejas, la resolución de problemas laborales o familiares y la gestión del estrés crónico. En la vejez, en cambio, la adaptación emocional se relaciona con la aceptación de cambios físicos, pérdidas afectivas o modificaciones en el rol social; esta capacidad de reajuste es crucial para el bienestar a lo largo del ciclo vital, lo que demuestra que adaptarse es una aptitud continua y no un proceso puntual [6, 17].

Esta evolución ocurre necesariamente dentro de una estructura social y cultural donde la pertenencia a un grupo etario implica expectativas, normas y roles específicos. Así, los infantes asimilan reglas básicas de convivencia; los adolescentes integran valores y dinámicas grupales en la negociación de su autonomía; los adultos asumen responsabilidades laborales y económicas; y los adultos mayores ajustan su participación conforme varían sus capacidades y enfrentan estereotipos, redefiniendo su identidad en el entorno comunitario [17]. De este modo, la adaptación opera como

el eje transversal del desarrollo humano. Independientemente de la edad, cada individuo transforma su conducta, pensamiento y rol social para enfrentar fluctuaciones internas y externas, de manera que los grupos etarios solo señalan los momentos en que dichos ajustes tienden a ser más intensos. Así, mientras en la infancia la adaptación se centra en la exploración, en la adolescencia se enfoca en la redefinición de la identidad, en la adultez en el sostenimiento de proyectos y responsabilidades, y en la vejez en la reorganización de expectativas frente a nuevas limitaciones y oportunidades, concibiendo el ciclo de vida como un proceso dinámico donde se articulan de manera integrada la biología, la psicología y la cultura [6, 17].

En el campo de la medicina forense, la estimación de la edad biológica mediante la delimitación precisa de las etapas de la vida adquiere un valor crítico para el esclarecimiento judicial. Para la medicina legal y la antropología física, el cuerpo humano experimenta un desarrollo cronológico y procesos adaptativos que dejan huellas anatómicas imborrables en el sistema óseo. Estas marcas estructurales se consolidan como el instrumento fundamental para determinar el rango de edad de un cadáver o de restos óseos cuya identidad se desconoce, permitiendo asociar los hallazgos físicos con categorías demográficas específicas [17, 21].

La estimación de la edad biológica se ejecuta siguiendo los protocolos estandarizados de los cuerpos de investigación legal y comisiones forenses internacionales, aplicando marcadores anatómicos específicos para cada etapa del desarrollo [24]. Durante la niñez y la adolescencia, períodos caracterizados por un crecimiento óseo activo, la odontología forense ofrece uno de los métodos más fiables mediante el uso de escalas oficiales como el método de Demirjian para analizar la calcificación y erupción de las piezas dentales. Esto se complementa con la valoración de los centros de osificación y el grado de fusión de las líneas epifisarias en los huesos largos, lo que permite determinar la edad con márgenes de error mínimos debido a la regularidad de los patrones de crecimiento en estas edades [17, 25].

Por el contrario, en la adultez y la vejez, una vez concluidos los procesos de crecimiento lineal, el análisis forense se traslada hacia los cambios adaptativos de remodelación ósea y el deterioro degenerativo continuo. En esta fase, se evalúa la metamorfosis de la sínfisis púbica a través de criterios internacionales como el modelo de Suchey-Brooks, además de los cambios en la superficie auricular del ilion y el cierre progresivo de las suturas craneales [24]. En etapas avanzadas de la senectud, indicadores como la pérdida severa de masa ósea y el análisis histológico de los canales de Havers en el tejido compacto consolidan el diagnóstico pericial de un individuo de edad avanzada [17]. De este modo, las etapas del ciclo vital aportan métricas legales rigurosas que facilitan la identificación de víctimas y el sustento de informes periciales respaldados por una sólida base científica [24].

A partir de la revisión sistemática y el análisis crítico de la literatura científica, se identificaron los hallazgos que fundamentan la influencia de la adaptación en los diferentes niveles de desarrollo de los organismos. Los resultados obtenidos, estructurados a partir de evidencias biológicas, ontogenéticas y aplicadas, se exponen a continuación.

En primer lugar, se demostró la universalidad de la plasticidad biológica. El examen de los datos empíricos provenientes de la biología evolutiva y la ecología del comportamiento evidencia que la plasticidad fenotípica, fisiológica y conductual constituye una propiedad intrínseca de los sistemas vivos. Las investigaciones analizadas confirman que, tanto en el reino vegetal como en el animal, operan mecanismos homeostáticos activados de forma permanente en respuesta a las fluctuaciones del entorno. Este hecho permite afirmar que los organismos no transitan de manera pasiva por las etapas de nacimiento, crecimiento y reproducción, sino que ejecutan un proceso de readecuación estructural constante. Por consiguiente, la evidencia demuestra que la adaptabilidad actúa como un proceso continuo y obligatorio que posterga la senescencia y previene la extinción prematura.

En segundo lugar, se constató la centralidad de la adaptación en el desarrollo humano a través de los diferentes grupos etarios.

La evaluación del curso de vida desde la primera infancia hasta la vejez corrobora que cada período vital está condicionado por demandas de ajuste específicas, tanto en el plano neurobiológico como en el psicosocial. Los datos bibliográficos indican que

procesos críticos como la poda sináptica durante la adolescencia o la reorganización cognitiva en la senectud constituyen manifestaciones biológicas orientadas a optimizar la funcionalidad del individuo en su medio. Así, la adaptación no se configura como una respuesta esporádica de emergencia, sino como un motor molecular y conductual que regula las transiciones a lo largo de la edad cronológica.

En tercer lugar, se obtuvo una validación empírica mediante el análisis de marcadores forenses. En el ámbito de la medicina legal y la antropología física, se demostró que la estimación de la edad biológica a través del estudio osteológico (incluyendo la sinostosis craneal y la fusión epifisaria de los huesos largos) y el desarrollo dental (mineralización y evolución morfológica) refleja de manera directa el historial adaptativo del organismo frente a variables ambientales, nutricionales y patológicas. Las variaciones registradas en la microestructura ósea evidencian que el cuerpo humano internaliza y registra las presiones del entorno, consolidando una huella física del proceso adaptativo en la arquitectura anatómica. En conjunto, las evidencias analizadas resultan concluyentes para determinar que el modelo lineal tradicional del ciclo de vida (nacer, crecer, reproducirse y morir) resulta insuficiente ante la complejidad de la supervivencia, demostrando que la adaptabilidad continua actúa como el eje regulador que viabiliza la continuidad, el bienestar y el desarrollo de la vida.

Conclusiones

En virtud de los hallazgos expuestos, la adaptación trasciende su definición como una mera respuesta circunstancial ante la necesidad biológica para consolidarse como una propiedad constitutiva y una metáfora permanente de la vida misma. Lejos de manifestarse como un mecanismo esporádico de emergencia, la adaptabilidad opera de forma continua en cada faceta de la existencia, desde la organización celular de los organismos más elementales hasta las complejas dimensiones afectiva, social y cultural que caracterizan la condición humana. Este enfoque sistémico permite comprender que los entornos habitados no son estáticos, sino escenarios dinámicos definidos por la incertidumbre y la fluctuación constante; por lo tanto, la capacidad de ajuste e internalización de estas presiones externas se erige como el eje central que viabiliza la transformación y la resiliencia orgánica y comunitaria frente a la adversidad ambiental.

Al integrar la adaptación de manera formal como un componente esencial del ciclo vital, se subvierte el paradigma tradicional lineal reducido históricamente a la secuencia de nacer, crecer, reproducirse y morir para dar paso a un modelo multidimensional e interdependiente. Bajo esta nueva perspectiva, vivir implica un proceso ininterrumpido de transformación, aprendizaje y reconfiguración existencial, donde el cambio conductual y el reajuste fisiológico ante la experiencia dictan la continuidad del ser. El reconocimiento de la adaptabilidad como eje transversal no solo enriquece el entendimiento científico de la biodiversidad y la evolución, sino que rescata una dimensión profundamente ontológica: todas las manifestaciones de la vida constituyen un flujo inacabado de transformaciones donde la supervivencia y el bienestar dependen del balance preciso entre la memoria del organismo y su capacidad de reinventarse ante el devenir del tiempo.

Agradecimientos

Expreso mi más profundo agradecimiento a todos los miembros del CIRC por el apoyo constante brindado durante el desarrollo de esta investigación. Finalmente, agradezco a toda mi familia y, de manera muy especial, a mi padrastro Gustavo Pullas, por su respaldo incondicional, su motivación diaria y por inspirarme a profundizar en esta temática, la cual constituye un aporte significativo tanto para mi formación académica como para mi trayectoria como investigador.

Referencia

[1] C. Darwin, *On the Origin of Species.* John Murray, 1859. [Online]. Available: https://www.gutenberg.org/ebooks/2009

[2] S. E. Sultan, *Organism and Environment: Ecological Development, Niche Construction, and Adaptation.* Oxford University Press, 2015. [Online]. Available: https://global.oup.com/academic/product/organism-and-environment-9780199841113

[3] F. J. Odling-Smee, K. N. Laland, and M. W. Feldman, *Niche Construction: The Neglected Process in Evolution*. Princeton University Press, 2003. [Online]. Available: https://press.princeton.edu/books/paperback/9780691114165/niche-construction

[4] A. A. Hoffmann and C. M. Sgrò, "Climate change and evolutionary adaptation," *Nature*, vol. 470, no. 7335, pp. 479–485, 2011. [Online]. Available: https://doi.org/10.1038/nature09670

[5] M. Pigliucci, *Phenotypic Plasticity: Beyond Nature and Nurture*. Johns Hopkins University Press, 2001. [Online]. Available: https://jhupbooks.press.jhu.edu/title/phenotypic-plasticity

[6] R. M. Ryan and E. L. Deci, "Self-determination theory and the facilitation of intrinsic motivation, social development, and well-being," *American Psychologist*, vol. 55, no. 1, pp. 68–78, 2000. [Online]. Available: https://doi.org/10.1037/0003-066X.55.1.68

[7] S. J. Lupien, B. S. McEwen, M. R. Gunnar, and C. Heim, "Effects of stress throughout the lifespan on the brain, behaviour and cognition," *Nature Reviews Neuroscience*, vol. 10, no. 6, pp. 434–445, 2009. [Online]. Available: https://doi.org/10.1038/nrn2639

[8] M. J. West-Eberhard, *Developmental Plasticity and Evolution*. Oxford University Press, 2003. [Online]. Available: https://global.oup.com/academic/product/developmental-plasticity-and-evolution-9780195122353

[9] International Committee of the Red Cross, "The forensic human identification process: An integrated approach," 2020. [Online]. Available: https://www.icrc.org/en/publication/4590-forensic-human-identification-process-integrated-approach

[10] F. Berkes, J. Colding, and C. Folke, "Rediscovery of traditional ecological knowledge as adaptive management," *Ecological Applications*, vol. 10, no. 5, pp. 1251–1262, 2000. [Online]. Available: https://doi.org/10.1890/1051-0761(2000)010[1251:ROTEKA]2.0.CO;2

[11] S. J. Gould, *The Structure of Evolutionary Theory*. Harvard University Press, 2002. [Online]. Available: https://www.jstor.org/stable/j.ctvjsf433

[12] E. Mayr, *The Growth of Biological Thought: Diversity, Evolution, and Inheritance*, 1 1982.

[13] E. Jablonka and M. J. Lamb, *Evolution in Four Dimensions: Genetic, Epigenetic, Behavioral, and Symbolic Variation in the History of Life*. MIT Press, 2014. [Online]. Available: https://mitpress.mit.edu/9780262525846/evolution-in-four-dimensions/

[14] C. Folke, "Resilience: The emergence of a perspective for social–ecological systems analyses," *Global Environmental Change*, vol. 16, no. 3, pp. 253–267, 2006. [Online]. Available: https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2006.04.002

[15] S. B. Carroll, *Endless Forms Most Beautiful: The New Science of Evo Devo and the Making of the Animal Kingdom*. W. W. Norton & Company, 2005. [Online]. Available: https://wwnorton.com/books/9780393327793

[16] W. B. Arthur, *The Nature of Technology: What It Is and How It Evolves*. Free Press, 2009. [Online]. Available: https://www.simonandschuster.com/books/The-Nature-of-Technology/W-Brian-Arthur/9781416544050

[17] R. A. Settersten and K. U. Mayer, "The life course and aging: Challenges, lessons, and new directions," *The Gerontologist*, vol. 60, no. 3, pp. 435–446, 2020. [Online]. Available: https://doi.org/10.1093/geront/gnz162

[18] G. L. Baum, R. Ciric, D. R. Roalf, R. F. Betzel, T. M. Moore, R. T. Shinohara, and T. D. Satterthwaite, "Modular segregation of structural brain networks supports the development of executive function in youth," *Current Biology*, vol. 27, no. 11, pp. 1561–1572, 2017. [Online]. Available: https://doi.org/10.1016/j.cub.2017.04.051

[19] T. Paus, M. Keshavan, and J. N. Giedd, "Why do many psychiatric disorders emerge during adolescence?" *Nature Reviews Neuroscience*, vol. 9, no. 12, pp. 947–957, 2008. [Online]. Available: https://doi.org/10.1038/nrn2513

[20] L. Steinberg, *Adolescence*. McGraw-Hill Education, 2017.

[21] M. Begon, C. R. Townsend, and J. L. Harper, *Ecology: From Individuals to Ecosystems*, 4th ed. Blackwell Publishing, 2006. [Online]. Available: https://www.wiley.com/en-us/Ecology%2C+4th+Edition-p-9781405111171

[22] Instituto Nacional de Estadística y Censos, "Censo de población 2022 - variables por edad," 2022. [Online]. Available: https://anda.inec.gob.ec/anda/index.php/catalog/1085/datafile/F6/V288

[23] UAEH, "Grupos etarios: Desarrollo humano a través de las edades," 2023. [Online]. Available: https://www.studocu.com/es-mx/document/universidad-autonoma-del-estado-de-hidalgo/desarrollo-comunitario/grupos-etarios/88001620

[24] Facultad de Ciencias Sociales, UdelaR, "Manual de demografía – capítulo 2: La población y su estructura." [Online]. Available: https://manualdemografia.cienciassociales.edu.uy/capitulo-2/

[25] U. C. Boliviana, "Distribución de la población total por grupos etarios," 2026. [Online]. Available: https://iisec.ucb.edu.bo/indicador/distribucion-de-la-poblacion-total-por-grupos-etarios-473



REVISTA

JUVENTUD Y CIENCIA SOLIDARIA:

En el camino de la investigación

Anemia de células falciformes y anemia ferropénica: problemática y síntomas

Jahilyn Angulo Zatizabal, Elio Ramírez Rubira



Mi nombre es **Jahilyn Angulo Zatizabal**, tengo 17 años y curso el tercer año de Bachillerato General Unificado (BGU) en la Unidad Educativa Fiscomisional María Auxiliadora de Esmeraldas (UEFMA). Formo parte del Club de Investigación para la Redacción Científica (CIRC) y aspiro a estudiar Medicina para contribuir al bienestar y la salud de las personas.



Mi nombre es **Elio Ramírez Rubira**, soy fundador y director del Club de Investigación para la Redacción Científica (CIRC) y del Grupo de Investigación en Ciencia y Tecnología (GICITEC). Me desempeño como docente universitario y de bachillerato, y trabajo para impulsar el desarrollo integral de los jóvenes mediante el fortalecimiento de sus talentos y habilidades.

Resumen

Normalmente, cuando pensamos en tener hijos, no surge la curiosidad ni se considera necesario realizar exámenes sanguíneos o patológicos para verificar si se posee algún gen o alteración hereditaria que pueda causar graves enfermedades a los hijos. La desinformación es un factor que interviene en gran magnitud en este tipo de carencias preventivas.

El objetivo de este trabajo es concientizar acerca de lo común que es portar células falciformes y, en general, cualquier anomalía recesiva. Se demuestra que, si nos informamos a fondo sobre el tema, podemos prevenir muchas enfermedades y evitar niños con rostros tristes, abriendo paso a que su espíritu se proyecte al mundo con total sanidad.

Se considera que la base del cambio está en el conocimiento, el cual brinda las herramientas necesarias para lograrlo. Es fundamental evitar buscar culpables o refugiarse en la frase: "Así lo quiso el destino y no se pudo hacer nada"; la prevención está a la vuelta de una breve investigación.

Palabras clave: anemia ferropénica, células falciformes, genética, prevención

Explicación del tema

La anemia de células falciformes (ACF) supone uno de los trastornos sanguíneos hereditarios más frecuentes.

Este fenómeno se debe a la existencia de hemoglobinas defectuosas, principalmente la HbS y sus variantes, condición que tiene su origen en una mutación de las cadenas de globina. Esta consecuencia genética cambia la estructura física de los glóbulos rojos, los cuales adoptan una morfología involutiva o en forma de hoz [1].

La ACF se describe como una enfermedad hereditaria que modifica la estructura de la hemoglobina y se relaciona con alteraciones genéticas de herencia autosómica. Su rasgo patognomónico es la presencia de hemoglobina S, una variante inestable que puede agruparse o polimerizarse. Este mecanismo causa la obstrucción del flujo sanguíneo en vasos pequeños y provoca complicaciones inmediatas y crónicas, además de mayor susceptibilidad a infecciones [2].

La función del transporte de oxígeno depende de la hemoglobina, estructura tetrámera formada por cadenas polipeptídicas y grupos hemo que contienen hierro. En los seres humanos se reconocen la hemoglobina fetal y las hemoglobinas adultas A y A2; la alteración de estas estructuras explica parte de la fisiopatología de la enfermedad falciforme [3].

Manifestaciones clínicas de la anemia de células falciformes

Los signos clínicos en pacientes con ACF son consecuencia de tres hechos principales: la anemia hemolítica, las crisis vasooclusivas y la pérdida progresiva de la función del bazo o asplenia funcional. Esto incrementa el riesgo de infecciones severas como bacteriemias, meningitis y neumonías, especialmente en población infantil [1].

Los pacientes suelen ser asintomáticos al nacimiento debido a la persistencia de hemoglobina fetal. Las primeras manifestaciones clínicas aparecen entre los cuatro y seis meses de vida, cuando disminuyen los niveles de Hb fetal [1]. Las crisis de dolor pueden producirse en diferentes partes del cuerpo y se originan por la obstrucción de vasos sanguíneos causada por glóbulos rojos deformados. Factores como el frío, la baja humedad ambiental, la deshidratación, la tensión psicológica, el alcohol o el periodo menstrual pueden precipitar estas crisis. Entre las complicaciones cardiopulmonares se encuentra la hipertensión pulmonar, considerada una causa importante de muerte en pacientes adultos. También se han descrito complicaciones hepatobiliares, por lo que se recomienda un control clínico y ecográfico oportuno [1]. La clínica vasooclusiva puede causar isquemia tisular, microinfartos, dolor intenso y cuadros abdominales agudos [2].

Prevalencia, diagnóstico y herencia

La mayor frecuencia de drepanocitosis se registra en poblaciones negras de África Ecuatorial, donde algunos grupos pueden presentar frecuencias elevadas del gen falciforme. Tener una copia de la mutación o rasgo falciforme puede conferir protección frente a la malaria, pero cuando la enfermedad se manifiesta de forma homocigota, el cuadro clínico puede ser grave [2, 4].

El diagnóstico se orienta mediante la valoración clínica y el componente epidemiológico. La presencia de drepanocitos en el frotis de sangre periférica es sugestiva, mientras que la confirmación se realiza mediante electroforesis de hemoglobina [2]. En la clasificación genética, la enfermedad homocigota se presenta cuando ambos genes son defectuosos, mientras que la forma heterocigota implica un gen normal y uno alterado, con manifestaciones clínicas más moderadas.

Tratamiento y seguimiento

El tratamiento de la ACF es multilateral. Se enfoca en el manejo de síntomas, la educación del paciente, la prevención de complicaciones y la vacunación preventiva para reducir infecciones. La hidroxiurea se reconoce como un fármaco útil para disminuir crisis dolorosas y episodios relacionados con el síndrome torácico agudo, aunque requiere especial cuidado en embarazo por su potencial efecto teratogénico [1, 5].

El trasplante alogénico de médula ósea es una alternativa potencialmente curativa, pero exige un donante familiar histocompatible. Aunque se reportan porcentajes elevados de curación en pacientes seleccionados, existen riesgos de mortalidad, fracaso del procedimiento y limitaciones por la baja disponibilidad de donantes compatibles [1]. También se investigan terapias con células madre hematopoyéticas modificadas mediante ingeniería genética, aunque todavía se consideran en desarrollo experimental.

El soporte nutricional también cumple un papel importante. Nutrientes como arginina, magnesio, zinc y vitaminas antioxidantes pueden intervenir en la fisiopatología celular, disminuir hemólisis y contribuir a mitigar crisis vasculares en determinados contextos clínicos [3].

Anemia de células falciformes y embarazo

Durante el embarazo, la ACF requiere manejo clínico ampliado. Se recomienda suplementación con ácido fólico para compensar la alta demanda de folatos ocasionada por la eritropoyesis aumentada, además de una adecuada hidratación y control riguroso del dolor durante las crisis [4]. Las crisis vasooclusivas pueden ser más frecuentes durante la segunda mitad de la gestación y manifestarse como dolor articular, torácico o abdominal.

0.1. Anemia ferropénica: diferencias principales

A diferencia de la anemia de células falciformes, la anemia ferropénica se produce por déficit de hierro. Es la forma de anemia más frecuente a nivel mundial y se asocia con ingesta insuficiente de hierro, pérdidas hemorrágicas, infecciones o trastornos de absorción digestiva [6–8].

La falta de hierro afecta de forma distinta según la etapa de la vida. En la infancia puede provocar déficit de crecimiento, retraso del desarrollo intelectual y menor capacidad inmunitaria; en adultos se expresa con fatiga crónica y disminución de la productividad; y en el embarazo se asocia con bajo peso al nacer y mayor riesgo perinatal [9, 10]. En América Latina, la anemia ferropénica constituye un problema prevenible de salud pública que afecta especialmente a lactantes, niños, adolescentes y mujeres en edad reproductiva.

El diagnóstico de anemia ferropénica suele apoyarse en hemograma completo, hemoglobina, volumen corpuscular medio y parámetros del metabolismo del hierro, como ferritina e índice de saturación de transferrina [8, 11]. En cuanto al tratamiento, el hierro oral es una estrategia frecuente; se recomienda administrarlo en condiciones que favorezcan su absorción, según criterio médico y de acuerdo con la situación particular de cada paciente.

Tabla 1. Beneficios de la equinoterapia en diferentes dimensiones del paciente

Aspecto	**Anemia de células falciformes**	**Anemia ferropénica**
Origen	Enfermedad hereditaria asociada con hemoglobina S.	Déficit de hierro por baja ingesta, pérdidas o mala absorción.
Manifestación principal	Crisis dolorosas, anemia hemolítica, infecciones y complicaciones orgánicas.	Fatiga, palidez, bajo rendimiento, alteraciones del crecimiento y desarrollo.
Diagnóstico	Frotis, electroforesis de hemoglobina y valoración clínica.	Hemograma, ferritina y perfil de hierro.
Prevención	Consejería genética, diagnóstico temprano y control clínico.	Alimentación adecuada, suplementación y control de pérdidas sanguíneas.
Tratamiento	Manejo integral, vacunación, hidroxiurea, soporte nutricional y trasplante en casos seleccionados.	Hierro oral o parenteral, mejora nutricional y tratamiento de la causa.

Fuente: Elaboración propia, con base en la revisión bibliográfica.

Conclusiones

A través de la presente revisión se evidencia una distinción importante entre la anemia común o ferropénica y la anemia de células falciformes. Ante este panorama, resulta fundamental no solo analizar los datos clínicos, sino reflexionar acerca de la importancia de prevenir afecciones hereditarias mediante información científica, pruebas oportunas y consejería adecuada. La anemia de células falciformes se perfila como una enfermedad genética que puede abordarse mediante prevención previa a la concepción, diagnóstico temprano y manejo

integral. Abordar esta problemática desde la empatía y la solidaridad permite mitigar afecciones severas y dar paso a un desarrollo familiar más pleno. Finalmente, la anemia ferropénica recuerda que muchas dificultades de salud pública pueden evitarse mediante educación, alimentación adecuada, controles médicos y políticas de prevención. Depende de la sociedad potenciar el bienestar colectivo recurriendo al conocimiento científico, o continuar asumiendo el costo de decisiones desfavorables por falta de atención hacia estas patologías.

Agradecimientos

En primer lugar, agradezco a Dios por darme la valentía y la disciplina necesarias para iniciar, desarrollar y culminar este artículo, pues sin su guía esto no habría llegado a su punto final. Finalmente, doy gracias a mi familia por incentivarme a tomar el riesgo, sin importar cuánto miedo tenga de iniciar. A todos ellos, muchas gracias.

Referencia

[1] M. A. Correa Saavedra, "Anemia de células falciformes: Correlación clínico-patológica," *Archivos de Medicina (Manizales)*, vol. 19, no. 1, pp. 160–167, 2019. [Online]. Available: https://doi.org/10.30554/archmed.19.1.2679.2019

[2] W. Chaves, D. Amador, and J. Sánchez, "Anemia de células falciformes," *Revista Repertorio de Medicina y Cirugía*, vol. 23, no. 3, pp. 221–225, 2014. [Online]. Available: https://doi.org/10.31260/RepertMedCir.v23.n3.2014.715

[3] S. Praget-Bracamontes and G. Soto-Rodríguez, "Anemia de células falciformes: Un nuevo enfoque a través del soporte nutricional," *Journal of Behavior and Feeding*, vol. 2, no. 1, pp. 1–7, 2021. [Online]. Available: https://doi.org/10.32870/jbf.v2i1.23

[4] C. Libos Sayegh and L. F. Castaño Molano, "Drepanocitosis o anemia de células falciformes y embarazo," *Revista Colombiana de Obstetricia y Ginecología*, vol. 46, no. 3, 1995. [Online]. Available: https://bit.ly/3Yz0Vve

[5] Y. N. Guzmán-Yara, S. M. Sánchez-Gutiérrez, M. J. Castaño-Bermúdez, G. Flórez-Ruiz, I. S. Falla Morán, D. Archila-Pérez, and D. A. Romero-Sánchez, "Anemia de células falciformes y embarazo. reporte de caso," *Revista Salud Bosque*, vol. 9, no. 2, 2019. [Online]. Available: https://doi.org/10.18270/rsb.v9i2.2809

[6] L. B. Baviera, "Anemia ferropénica," *Pediatría Integral*, vol. 5, pp. 297–307, 2016. [Online]. Available: https://www.pediatriaintegral.es/wp-content/uploads/2016/07/Pediatria-Integral-XX-05_WEB.pdf#page=18

[7] S. Fernández-Plaza and S. V. Gómez, "Anemia ferropénica," *Pediatría Integral*, vol. 25, no. 5, 2021. [Online]. Available: https://www.pediatriaintegral.es/wp-content/uploads/2021/xxv05/02/n5-222-232_SandraFdez.pdf

[8] C. S. Alvarado, R. Y. Avila, E. M. Veria, J. M. Zenteno, and T. V. Adamkiewicz, "Avances en el diagnóstico y tratamiento de deficiencia de hierro y anemia ferropénica," *Anales de la Facultad de Medicina*, vol. 83, no. 1, pp. 64–69, 2022. [Online]. Available: https://doi.org/10.15381/anales.v83i1.21721

[9] W. B. Freire, "La anemia por deficiencia de hierro: estrategias de la ops/oms para combatirla," *Salud Pública de México*, vol. 40, no. 2, 1998. [Online]. Available: https://www.scielosp.org/pdf/spm/v40n2/Y0400212.pdf

[10] J. D. Toalombo-Sisa, N. S. Galora-Chicaiza, K. D. Quishpe-Analuisa, and G. E. Santafe-Quilligana, "Anemia ferropénica en ecuador: Artículo de revisión," *Ciencia Ecuador*, vol. 5, no. 22, pp. 1–20, 2023. [Online]. Available: https://cienciaecuador.com.ec/index.php/ojs/article/view/146

[11] E. G. Mesa, "La anemia ferropénica. diagnóstico, tratamiento y prevención," *Revista Cubana de Alimentación y Nutrición*, vol. 25, no. 2, pp. 19–19, 2015. [Online]. Available: https://revalnutricion.sld.cu/index.php/rcan/article/view/140

REVISTA

JUVENTUD Y CIENCIA SOLIDARIA:

En el camino de la investigación



Análisis de metodologías didácticas orientadas a la pedagogía musical folclórica

Martin Rafael Contreras Quizhpi



Mi nombre es **Martin Rafael Contreras Quizhpi**, tengo 17 años y estudio en la Unidad Educativa Fiscomisional Técnico Salesiano. Es de mi agrado interpretar, leer y enseñar música, la lectura filosófica y la naturaleza. Anhelo estudiar Ingeniería Aeroespacial en la universidad.

Resumen

En el presente artículo se detalla el proceso de aprendizaje de la música folclórica mediante el uso de instrumentos andinos, cuyo propósito fundamental es la socialización, difusión e integración de la cultura indígena a través de sus expresiones sonoras. Esta actividad de carácter experimental se desarrolló mediante talleres prácticos impartidos en el Oratorio Centro Juvenil Salesiano María Auxiliadora, donde un grupo heterogéneo de niños y niñas, seleccionados previamente por sus aptitudes musicales, tuvo la oportunidad de aprender un instrumento musical andino. Para ello, se implementaron estrategias pedagógicas basadas en el método de Kolb y el Método Suzuki, orientadas a promover el desarrollo integral de cada estudiante. El principal resultado alcanzado fue el fortalecimiento y el incremento de las habilidades musicales específicas en un 75 % de los participantes. A partir de estos hallazgos, se concluye la eficacia de la metodología propuesta para su implementación en alumnos de mediana edad, destacando la importancia de documentar y transmitir la música folclórica; asimismo, se demuestra que este legado cultural puede

prevalecer a través del tiempo mediante el uso de partituras, abriendo la posibilidad de estudiar los instrumentos andinos desde una perspectiva profesional.

Palabras clave: música, folclore, aprendizaje, metodología, enseñanza

Explicación del tema

La música en la historia

La música se define como una forma de expresión artística que consiste en la combinación de sonidos [1]. Esta manifestación nace en la antigüedad, época en la que se han registrado evidencias de silbatos y flautas construidos con huesos de animales [2]. Partiendo de este concepto primitivo, se desarrollaron instrumentos musicales de carácter andino, cuyas similitudes estructurales se encuentran en la quena y la zampoña, entre otros.

Con respecto a la visión musical analizada, se entiende por música folclórica autóctona a la identidad sonora de una o varias culturas, generalmente rurales, caracterizada por el uso de instrumentos originarios de los Andes precolombinos. Al revisar la historia de la difusión y preservación de esta vertiente, se reconoce el valor de los registros de tradición oral en América Latina [3]. Asimismo, la lectura musical se identifica como una habilidad esencial para la ejecución instrumental, especialmente en contextos educativos donde la ausencia de lectura formal limita la formación musical de nuevas generaciones [4].

Este escenario evidencia un énfasis excesivo en la transmisión oral y una marcada carencia de fundamentos teóricos que restringen la preservación musical. La pérdida paulatina de aspectos culturales, motivada por su poca valoración y escasa difusión, ha sido advertida en estudios sobre música folclórica [5]. Pese a ello, el estudio de la música latinoamericana cumple un papel esencial en el ámbito profesional actual, pues forma parte de repertorios académicos, audiciones y prácticas instrumentales [6].

En el contexto ecuatoriano, diversos compositores han integrado con éxito las sonoridades nativas en formatos académicos. Un ejemplo de ello es la Orquesta de Instrumentos Andinos, proyecto impulsado por la Fundación Teatro Nacional Sucre [7]. Sin embargo, históricamente no se ha logrado formalizar un método estandarizado para enseñar la música folclórica a nuevas generaciones. Por ello, este artículo plantea el diseño de un proceso de aprendizaje musical orientado a este género a través del ciclo de Kolb [8], con el fin de garantizar la prevalencia y trascendencia de la identidad musical andina.

Metodología

La investigación se desarrolló en torno a un taller de música folclórica dentro del Oratorio Centro Juvenil Salesiano María Auxiliadora, en Cuenca, durante la colonia vacacional ejecutada en agosto de 2025. Este taller dispuso de un espacio de cinco días, donde una muestra conformada por dos niños y dos niñas, con una edad promedio de entre 8 y 12 años, tuvo la oportunidad de aprender un instrumento de origen folclórico.

El diseño de las sesiones tomó como base el Método Suzuki aplicado a la pedagogía musical. Este enfoque parte de la observación de que todo niño aprende su lengua materna mediante un entorno adecuado, repetición, acompañamiento y práctica constante [9]. Debido a que en dicho método la lectura musical formal aparece en una fase más avanzada, la propuesta se articuló de forma complementaria con el ciclo de Kolb para incluir la lectura de partituras como componente principal del desarrollo instrumental [8].

De acuerdo con el aprendizaje experiencial, cada persona utiliza estrategias particulares para aprender [10]. En el ciclo de Kolb, el proceso inicia con la experiencia concreta, continúa con la observación reflexiva, avanza hacia la conceptualización abstracta y culmina con la experimentación activa. Estas fases permitieron organizar las sesiones, evaluar las aptitudes musicales de los participantes y guiar la práctica instrumental.

Fase 1: primer acercamiento

En la primera fase se presentó a los estudiantes el concepto de música en la historia y el concepto de música folclórica. Asimismo, se mostraron imágenes de instrumentos folclóricos que posteriormente fueron asignados para la práctica. Se escucharon varias canciones folclóricas y, por votación, se eligió la canción

Candombe para José, del grupo chileno Illapu, como pieza principal del taller.

Fase 2: proceso de evaluación musical

La segunda fase implicó la evaluación de aptitudes musicales de cada participante. Para ello, se utilizó una rúbrica analítica, recomendada para identificar fortalezas, debilidades y habilidades complejas [11]. Los participantes fueron codificados para facilitar la escritura del análisis.

Tabla 1. Presentación de personas evaluadas

Número	Código	Nombres y apellidos	Edad
1	D1	Dylan Paucar	12 años
2	J2	Juan Bravo	9 años
3	S3	Sami Vanegas	8 años
4	E4	Elizabeth Contreras	11 años

Fuente: Autor

Tabla 2. Rúbrica de evaluación para determinar aptitudes musicales

Criterios	Excelente (3 puntos)	Satisfactorio (2 puntos)	Puede mejorar (1.5 puntos)	Inadecuado (1 punto)
Ritmo: ejercicios donde los estudiantes deben seguir fórmulas rítmicas.	Ejecuta todos los ritmos de manera adecuada.	Ejecuta todos los ritmos con pocos errores.	Ejecuta parte de los ritmos con pocos errores.	Ejecuta parte de los ritmos con varios errores.
Lectura musical: identificación de notas en un pentagrama.	Identifica todas las notas en un pentagrama.	Identifica las notas con pocos errores.	Identifica parte de las notas con pocos errores.	Identifica parte de las notas con varios errores.
Dominio de voz: aptitudes para imitar una melodía con la voz.	Imita toda la melodía sin errores.	Imita toda la melodía con pocos errores.	Imita parte de la melodía con pocos errores.	Imita parte de la melodía con varios errores.

Fuente: Autor

Para evaluar el ritmo, se pidió a los estudiantes dar una palma por cada nota y pronunciar la sílaba "Pa". Este procedimiento se relaciona con la importancia del acento, la pulsación y la unidad métrica en el aprendizaje musical [12]. Después, se incorporó la sílaba "Tu" para representar figuras de menor duración.

Para evaluar la lectura musical, se explicó la estructura del pentagrama, la clave de sol y las notas musicales. Luego, los estudiantes copiaron ejercicios en sus cuadernos e identificaron las notas escritas. Respecto al dominio de voz, se plantearon ejercicios de imitación vocal y afinación, considerando la importancia de la afinación como selección organizada de sonidos [13] y la extensión vocal como el ámbito que la voz puede cubrir desde la nota más grave hasta la más aguda [14].

Tabla 3. Puntuación de los estudiantes

Código	Ritmo	Lectura musical	Dominio de voz	Resultado
E4	3 p	3 p	3 p	9 p
D1	2 p	3 p	1.5 p	6.5 p
J2	3 p	1.5 p	1 p	5.5 p
S3	2 p	1 p	2 p	5 p

Fuente: Autor

Tabla 4. Instrumentos asignados según puntaje

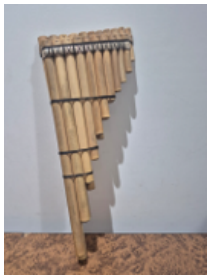
Código	Resultado	Instrumento a ejecutar
E4	9 puntos	Guitarra
D1	6.5 puntos	Zampoña
J2	5.5 puntos	Bombo
S3	5 puntos	Claves

Fuente: Autor

Fase 3: aprendizaje y práctica instrumental

En la segunda sesión de clase se socializó la distribución de instrumentos, por lo cual cada estudiante empezó a familiarizarse con su instrumento asignado. En la experiencia concreta, el estudiante intenta ejecutar su instrumento por primera vez y experimenta una leve frustración al no obtener el sonido esperado. En la observación reflexiva, comprende que se requiere técnica y práctica constante. Finalmente, en la conceptualización abstracta, el estudiante interpreta los errores como parte del proceso formativo. Para desarrollar la técnica de la zampoña, se trabajó la pronunciación de la letra "T" mientras se empuja el aire hacia afuera. Posteriormente se practicó el soplo en los tubos y la lectura de la melodía. Para el bombo andino se trabajó con ritmo, dos esferos y pronunciación silábica. En cuanto a las claves, el estudiante siguió el ritmo base durante toda la canción. En el caso de la guitarra, se estudiaron los acordes usados en la canción; el acorde se entiende como una combinación simultánea de tres o más sonidos superpuestos [15].

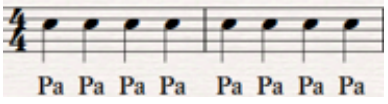
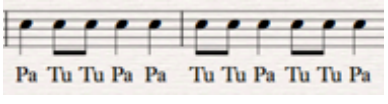
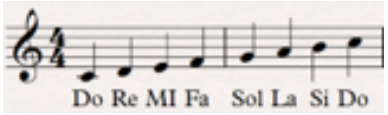
Tabla 5. Descripción de cada instrumento

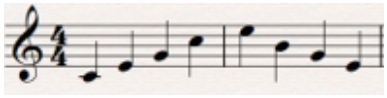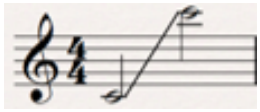
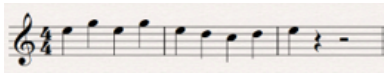
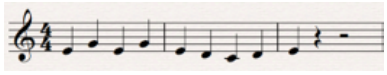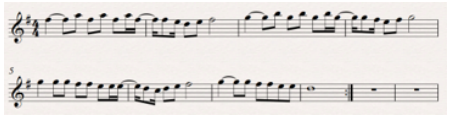
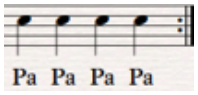
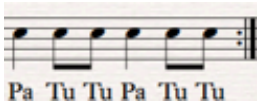
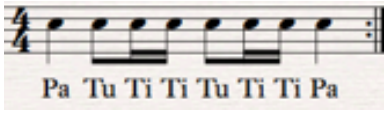
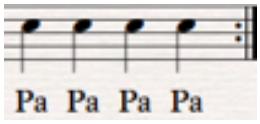
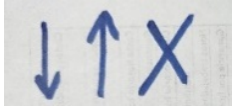
Instrumento	Imagen	Descripción
Zampoña Malta		Instrumento compuesto por varias flautas, según la acepción de la Real Academia Española [16]. En la propuesta, elabora la melodía principal de la canción.
Charango		Instrumento de cuerda descrito como alegre y bullicioso, de acuerdo con el estudio monográfico sobre el charango [17].

Instrumento	Imagen	Descripción
Guitarra		Instrumento con riqueza sonora adaptable a diversos géneros musicales; funciona como recurso rítmico y melódico dentro del ensamble [18].
Claves		Instrumento de percusión pequeña con timbre agudo, catalogado en el diccionario de instrumentos de Miró [19].
Bombo andino		Instrumento rítmico estructurado como un cilindro hueco con parches por ambos lados [20].

Fuente: Autor, en base a las referencias expuestas en cada instrumento.

Tabla 6. Gráficas guía para ejercicios propuestos

Ítem	Ejercicio gráfico	Descripción
1		Ejercicio 1 para evaluar ritmo basado en el pulso natural.
2		Ejercicio 2 para evaluar ritmo con el pulso natural alterado.
3		Pentagrama musical en clave de sol con sus respectivas notas, desde Do 4 hasta Do 5.

Ítem	Ejercicio gráfico	Descripción
4		Ejercicio para evaluar lectura musical.
5		Ejercicio que simula la sirena de una ambulancia.
6		Ejercicio para evaluar dominio de voz en una extensión aguda.
7		Ejercicio para evaluar dominio de voz en una extensión grave.
8		Melodía principal de *Candombe para José*.
9		Primer ejercicio para ritmo.
10		Segundo ejercicio para ritmo.
11		Ritmo para bombo andino.
12		Primer ejercicio para ritmo en claves.
13		Ritmo para la guitarra.

Fuente: Autor, en base a las referencias expuestas en cada instrumento.

Fase 4: experimentación activa y resultados

En la etapa de experimentación activa se aplicaron las conclusiones alcanzadas como guía para enfrentar nuevas situaciones. Después de este proceso se elaboró un ensayo general para ensamblar los conocimientos adquiridos, utilizando el ciclo de Kolb para aprender de los errores grupales, reflexionar sobre ellos, corregirlos y generar una nueva experiencia.

En la primera fase, los estudiantes expresaron una recepción positiva del 75 % hacia la canción escogida. Los resultados de la segunda fase expusieron un índice mayoritario del 50 % de agrado por los instrumentos destinados y un 75 % de satisfacción en el proceso de aprendizaje. Para la tercera fase, los resultados fueron variados, entre el 25 % y el 75 %, en cuanto a la constancia en la práctica. Finalmente, la cuarta fase reveló un 75 % de satisfacción con la presentación final y los conocimientos adquiridos.



Figura 1. Grupo musical
Fuente: Autor

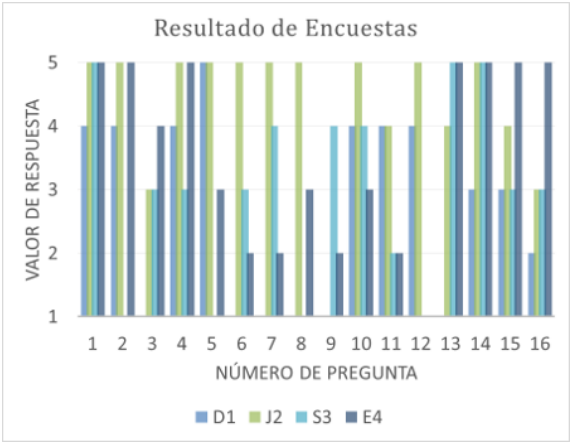


Figura 2. Resultados de las encuestas Fuente: Autor

Tabla 7. Resultados de las encuestas

N.	Pregunta	D1	J2	S3	E4
1	¿Cuánto te gustó la canción?	4	5	5	5
2	¿Qué tan feliz te hizo sentir la canción?	4	5	1	5
3	¿Cuánto sabías de música antes de este taller?	1	3	3	4
4	¿Cuántas veces escuchaste la canción por tu cuenta?	4	5	3	5
5	¿Cuánto te gustó el instrumento que elegiste?	5	5	1	3
6	¿Qué tan fácil fue aprender a tocarlo?	1	5	3	2
7	¿Qué tan fácil fue tocar la canción por primera vez en tu instrumento?	1	5	4	2
8	¿Qué tan rápido aprendiste a tocarlo?	1	5	1	3
9	¿Cuántos días practicaste para mejorar?	1	1	4	2
10	¿Qué tan fácil fue tocar la canción la primera vez que lo intentaste?	4	5	4	3
11	¿Cuántos errores tuviste al tocarla?	4	4	2	2
12	¿Cuánto acertaste al tocar la canción en grupo?	4	5	1	1
13	¿Qué tan fácil fue tocar en grupo frente a otras personas?	1	4	5	5
14	¿Qué tan contento estás con tu presentación final?	3	5	5	5
15	¿Cuánto mejoraste tus conocimientos de música?	3	4	3	5
16	¿Cuánto usaste lo que aprendiste para tocar la canción completa?	2	3	3	5

Fuente: Autor

Como constancia del trabajo finalizado, se adjunta el enlace de la presentación musical: https://bit.ly/4u8SuE9.

Conclusiones

A partir de la experiencia desarrollada, queda demostrado que para el aprendizaje de la música folclórica se pueden utilizar herramientas proporcionadas por la música clásica, como las partituras y la división rítmica. Esto abre la posibilidad de que los instrumentos andinos puedan incluirse en orquestas sinfónicas, agrupaciones de cámara e incluso en planes de estudio aplicables a conservatorios. Asimismo, se evidencia la efectividad del Método Suzuki para la enseñanza musical en niños de edad temprana, junto con la importancia de implementar partituras para la coordinación y aprendizaje de un grupo musical. El proceso realizado permitió fortalecer las habilidades musicales y promover la valoración de la música folclórica desde una perspectiva pedagógica, cultural y académica.

Agradecimientos

Me gustaría agradecer en primera instancia a Dios, quien me presta vida, salud y fortaleza para asumir las responsa- bilidades y retos de cada día. Agradezco puntualmente a mi padre Wilmer Contreras, quien es mi inspiración, principal guía y motivación, tanto de este proyecto como del diario vivir, así como a mi madre y hermanas por su constante apoyo y comprensión. De igual manera, agradezco y felicito a mis estudian-

tes Juan Diego Bravo, Sami Vanegas Peralta, Dylan Paucar y Elizabeth Contreras, por su gran esfuerzo y paciencia en este proceso de aprendizaje musical. Este reconocimiento lo hago extensivo al Oratorio Centro Juvenil Salesiano María Auxiliadora, en las personas de Tania Cando, Mariuxi Mejía y el Padre Luis Ángel Banegas, SDB, por confiar en este proyecto y darle un espacio dentro del oratorio vacacional 2025. Por otra parte, agradezco al licenciado Paul Zaruma y a la ingeniera Anita Parra por motivar y apoyar la escritura académica dentro de las aulas, y al ingeniero Néstor Rivera por la revisión y corrección del presente artículo. Finalmente, agradezco profundamente a la música por inspirarme y sostenerme en este extraño camino que es vivir.

Referencia

[1] Fanny. (2025) Concepto de música. [Online]. Available: https://concepto.de/musica/

[2] P. Burkholder, D. Grout, and C. Palisca, *Historia de la música occidental*. Alianza Editorial, 2019.

[3] Rivera, "Áreas musicales de tradición oral en américa latina," *Revista Música Chilena*, 1976.

[4] L. N. R. C. Retamozo and S. E. G., "Aprendizaje de la lectura musical y ejecución instrumental en estudiantes de secundaria," *Universidad Nacional de Educación Enrique Guzmán y Valle*, 2024.

[5] L. I. L. Muñoz, "La importancia de la música folklórica y su difusión en las radios cuencanas," 2016.

[6] A. C. A. Sierra, "Análisis y aplicación de recursos técnicos propuestos en los estudios de mauricio murcia," 2025.

[7] Fundación Teatro Sucre. (1990) Orquesta de instrumentos andinos. [Online]. Available: https://teatrosucre.com/orquesta-de-instrumentos-andinos-oia/

[8] D. A. Kolb, "Learning styles and disciplinary differences," *The Modern American College*, 1981.

[9] G. A. Vides, "Método suzuki: El método de la lengua materna," *Universidad de La Plata*, 2012.

[10] J. G. Pawelek, "El aprendizaje experiencial," *Capacitación y Desarrollo en las Organizaciones*, 2013.

[11] F. Gatica-Lara and J. Uribarren-Berrueta, "¿cómo elaborar una rúbrica?" *Elsevier*, 2013.

[12] J. Zamacois, *Tratado de Armonía*. Bogotá: Labor, 1982.

[13] J. B. Saiz, "Sistema de afinación musical," 2012.

[14] E. L. Formento, "Acerca de la clasificación de los cantantes," *Revista de Investigaciones en Técnica Vocal*, 2017.

[15] A. Palma, *Armonía: Tratado Completo*. Buenos Aires: Ricordi Americana, 1941.

[16] Real Academia Española, "Diccionario de la lengua española," 2024.

[17] J. Ezain, *El charango*, 1987.

[18] La Casa del Bandolín. La guitarra: Un instrumento clásico que nunca pasa de moda. [Online]. Available: https://www.lacasadelbandolin.com

[19] I. I. D. Miró, "Diccionario de instrumentos: Las claves," *Música y su Aplicación Didáctica*.

[20] J. B. Vega, *Revista de Folklore*. Caja de Ahorros Popular, 1984.



REVISTA

JUVENTUD Y CIENCIA SOLIDARIA:

En el camino de la investigación

Redes sociales en la educación media: beneficios y desafíos en EGB y BGU

Kevin Armando Calle Maldonado



Mi nombre es **Kevin Armando Calle Maldonado**, tengo 18 años y estudio el tercer año de bachillerato en la Unidad Educativa José Peralta. Mi pasatiempo favorito es jugar vóley. Quiero hacer mi carrera universitaria en Psicología.

Resumen

Esta investigación analiza los beneficios y desafíos del uso de las redes sociales y la tecnología en la Educación General Básica (EGB) y el Bachillerato General Unificado (BGU). El objetivo principal fue examinar cómo estas herramientas digitales influyen en el proceso de enseñanza-aprendizaje, identificando tanto sus aportes pedagógicos como los riesgos asociados a su implementación en las aulas.

El estudio se desarrolló mediante una revisión documental de investigaciones recientes y lineamientos oficiales, complementada con un análisis crítico de las principales dimensiones implicadas en su uso educativo. Entre estas variables se examinaron la motivación, la comunicación, el acceso a la información, el desarrollo de competencias, la inclusión y la convivencia digital.

Los resultados evidencian que las redes sociales y la tecnología incrementan la motivación estudiantil, fortalecen el trabajo colaborativo, dinamizan la comunicación entre los actores educativos y favorecen el desarrollo de competencias digitales esenciales para el siglo XXI. Sin embargo, de manera simultánea, se identificaron desafíos críticos como la distracción, la sobrecarga informativa, la brecha digital, la dependencia tecnológica y los riesgos relacionados con la seguridad y el ciberacoso. Se concluye que los beneficios pueden superar los riesgos si se establecen normas

claras, una planificación pedagógica adecuada y un acompañamiento constante por parte de docentes y familias. Por lo tanto, la integración tecnológica en EGB y BGU debe ser reflexiva, ética y orientada a la formación de ciudadanos digitales críticos y responsables.

Palabras clave: redes sociales, tecnología educativa, competencias digitales, ciudadanía digital, innovación pedagógica

Explicación del tema

Hablar de la tecnología y las redes sociales en la educación actual implica referirse a la integración de dispositivos electrónicos como computadoras, tabletas, teléfonos celulares y pizarras digitales. Asimismo, involucra el uso de plataformas como WhatsApp, YouTube, Facebook, Instagram y TikTok, además de asistentes de inteligencia artificial como ChatGPT y Gemini, dentro de los procesos de enseñanza-aprendizaje orientados a estudiantes de entre 6 y 18 años.

En este contexto, resulta fundamental comprender cómo estas herramientas aportan a la organización y al desarrollo de las clases como parte de la innovación pedagógica que deben introducir los docentes. Al implementar estos recursos de manera estratégica, los estudiantes dejan de ser simples receptores de información y se transforman en sujetos activos capaces de crear, compartir y reflexionar sobre su propio conocimiento.

Esta investigación se basó en una selección de documentos analizados bajo el denominado "método paraguas", el cual permite realizar una síntesis de múltiples revisiones dentro de un mismo campo de estudio. Se partió de investigaciones recientes, publicadas principalmente entre 2022 y 2025, relacionadas con redes sociales, tecnología educativa, ciudadanía digital y competencias digitales en los niveles de EGB y BGU, siguiendo además los lineamientos oficiales del Ministerio de Educación [1].

En esa línea, la tecnología y las herramientas que esta brinda, empleadas de manera planificada, transforman las actividades de clase en espacios mucho más dinámicos, atractivos y participativos. Esto facilita que los estudiantes se destaquen en proyectos colaborativos, trabajos de investigación y nuevas modalidades de evaluación. Tal como señalan Quinga-Villa et al. [2], la tecnología no solo representa una herramienta auxiliar, sino un componente central en la redefinición del quehacer educativo.

Tabla 1. Objetivos y alcances del uso de redes sociales en el entorno educativo

#	Objetivo estratégico	Descripción y alcance pedagógico
1	Fomento de la motivación e interés	Incrementar el compromiso estudiantil mediante el uso de recursos interactivos y visualmente atractivos que transformen los esquemas tradicionales de enseñanza-aprendizaje.
2	Construcción de aprendizaje colaborativo	Generar espacios virtuales de trabajo y tareas en línea donde los estudiantes interactúen, aporten conocimientos y co-creen aprendizajes compartidos a través de diversas plataformas.
3	Promoción de la ética y res- ponsabilidad	Fomentar el uso responsable de las redes sociales, orientando a los estudiantes hacia el pensamiento crítico, la originalidad en la producción de ideas y el manejo seguro del contenido digital.
4	Optimización de los canales de comunicación	Emplear la tecnología como un puente de comunicación integral entre estudiantes, docentes, directivos y familias para compartir avisos, tareas y material de apoyo.
5	Contextualización y conexión curricular	Integrar los contenidos del currículo oficial con las experiencias cotidianas de los estudiantes, vinculando las clases con las dinámicas y entornos digitales que ellos consumen habitualmente.

Fuente: Autor

Con lo expuesto, resulta imperativo un cambio radical en la forma de aprender y enseñar. Nos encontramos ante un escenario de innovación y de reconfiguración del rol docente, quien debe asumir funciones de facilitador, mediador y diseñador de nuevas experiencias de aprendizaje. En este sentido, Viñals Blanco y Cuenca Amigo [3] señalan que el educador debe ser competente para formar al estudiante para la vida, considerando las variables de la sociedad digital.



Figura 1. Las primeras computadoras con programas didácticos
Fuente: [4]

El uso de la tecnología en el ámbito educativo no es un fenómeno reciente; sus orígenes se remontan a la incorporación de las primeras computadoras y programas didácticos a finales del siglo XX. Posteriormente, con la aparición de las redes sociales y la masificación del internet, surgió el desafío de aprovechar estos recursos en la enseñanza. La pandemia de COVID-19 aceleró de manera drástica la incorporación de tecnología y plataformas digitales en todos los niveles del sistema educativo.

En ese contexto, las redes sociales y la tecnología se replantean como una oportunidad pedagógica que, si bien implica riesgos, posee un gran potencial educativo cuando se orienta hacia objetivos claros y cuenta con la guía y el acompañamiento docente. Estas plataformas resultan útiles para que los estudiantes analicen ventajas, peligros y usos críticos de los entornos digitales, desde la producción de contenidos educativos hasta la creación de videos explicativos como parte de sus tareas formativas. De este modo, se combina la pedagogía con la tecnología para dar origen a nuevas formas de enseñar y aprender. Asimismo, este enfoque promueve una mayor interacción y participación tanto entre los estudiantes como en la relación docente-estudiante, bajo un modelo de aprendizaje colaborativo.

Las tecnologías digitales en el aula se entienden como un conjunto de recursos dinámicos integrados en el proceso pedagógico. La incorporación de computadoras, dispositivos móviles, sitios web y plataformas en línea se vincula directamente con la potenciación de habilidades cognitivas, sociales y digitales en todos los niveles de la educación básica, lo que favorece la creatividad, el pensamiento lógico y la motivación cuando se promueve un uso oportuno [5].

Un estudio realizado en Perú sobre el uso de las redes sociales como recurso didáctico señala que estas plataformas permiten la interacción, creación y difusión de contenidos formativos. Esto abre la posibilidad de emplearlas como un medio estratégico para el trabajo colaborativo y el impulso de competencias comunicativas, favoreciendo el rendimiento académico y la expresión personal dentro de un proceso guiado por el docente [6].

Asimismo, se destaca el rol de entornos como Instagram, TikTok y otras plataformas digitales para promover alternativas de trabajo virtual. Estas herramientas facilitan propuestas didácticas creativas donde los estudiantes asumen una participación protagónica [6].

Entre los estudios relevantes se encuentran aquellos relacionados con el uso responsable de las redes sociales como herramientas de apoyo al aprendizaje, reconociendo la necesidad de educar en ciudadanía digital. Olivares Romero et al. [7] sostienen que el empleo de redes en el contexto educativo puede enriquecer el aprendizaje siempre que se implementen medidas que promuevan un uso ético y responsable, como la regulación de tiempos de conectividad y el establecimiento de criterios claros de interacción.

Por otra parte, las redes sociales contribuyen al fortalecimiento de la interacción entre estudiantes y docentes, pues otorgan versatilidad y apertura a la comunicación. Entornos como Facebook, WhatsApp, YouTube y TikTok amplían los canales comunicativos y permiten que los alumnos generen contenidos interactivos, como videos, blogs y podcasts educativos [8].

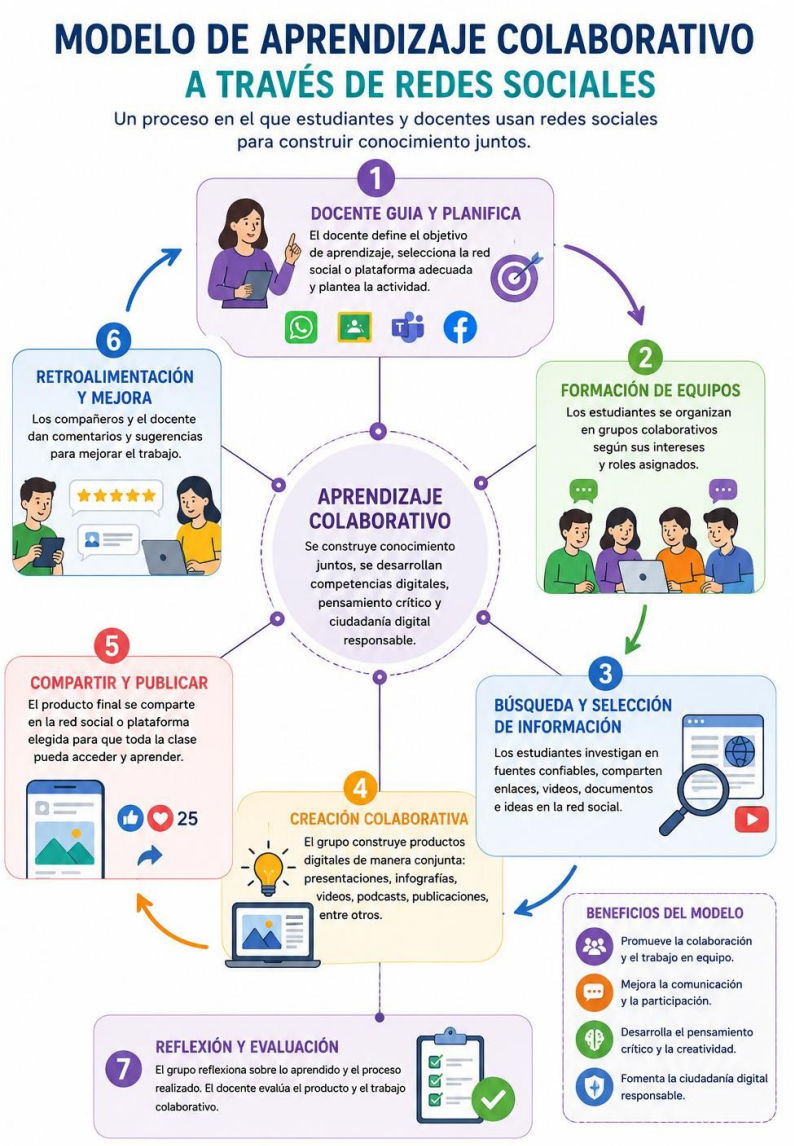


Figura 2. Modelo de aprendizaje colaborativo mediante redes sociales
Fuente: Autor

Una revisión sistemática en el contexto ecuatoriano manifiesta que, cuando se implementan de manera apropiada, estas plataformas pueden convertirse en herramientas dinámicas e indispensables para el proceso de enseñanza-aprendizaje. Sin embargo, también pueden transformarse en factores de distracción o dependencia, lo que exige una integración pedagógica reflexiva y regulada [9].

En la siguiente tabla 2 se detallan estas dos perspectivas.

Tabla 2. Ventajas y desventajas del uso de las redes y la tecnología en educación

Dimensión	Ventajas	Desventajas
Motivación y participación	Despierta el interés de los estudiantes y aumenta su motivación al incorporar recursos tecnológicos, juegos, videos y actividades interactivas.	Distracción y desvío de la atención hacia contenidos no relacionados con el tema.
Comunicación y colaboración	Mejora la comunicación entre los actores educativos; permite enviar material complementario, resolver dudas de manera oportuna y fortalecer el trabajo colaborativo en línea.	Puede sustituir las interacciones presenciales y limitar el contacto físico entre compañeros.
Acceso a la información	Permite acceso inmediato a información y recursos actualizados, como libros, videos, simuladores y asistentes de inteligencia artificial.	No todos los contenidos son apropiados; puede generar sobrecarga informativa y exposición a noticias falsas.
Desarrollo de competencias	Aporta al desarrollo de competencias digitales, manejo de herramientas TIC, comunicación virtual y pensamiento crítico.	Dependencia tecnológica, dificultad para concentrarse y desvío de la atención.
Inclusión y flexibilidad	Facilita horarios flexibles, aprendizaje a distancia y personalización para estudiantes con necesidades educativas específicas.	Brecha digital por situación económica o geográfica.
Convivencia y bienestar	Permite interacción en proyectos de ciudadanía digital y expresión libre en contextos seguros y acompañados.	Ciberacoso y manejo inapropiado de datos personales.

Fuente: Autor

A pesar de las desventajas identificadas, los beneficios potenciales son mayores cuando el uso de estas herramientas genera un aprendizaje más activo, participativo y significativo, conectado con la realidad cotidiana de los estudiantes. No obstante, para maximizar su impacto, la tecnología y las redes sociales requieren normas claras que promuevan su uso responsable, así como estrategias para reducir la brecha digital y mitigar riesgos asociados al uso excesivo y al tratamiento de datos personales.

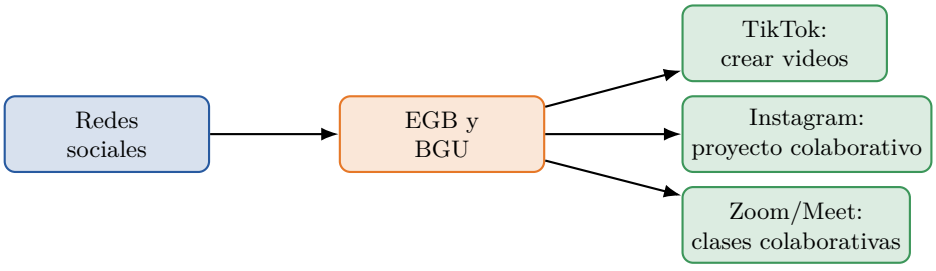


Figura 3. Esquema de integración de redes sociales y tecnología en las aulas.

Fuente: Autor

Si bien una de las preocupaciones constantes es cómo manejar las redes sociales y la tecnología en las aulas, existen varios elementos que se deben considerar para garantizar una implementación exitosa. En primer lugar, se sugiere establecer reglas claras respecto al uso de dispositivos, definiendo qué acciones realizar, en qué momentos y con qué propósito pedagógico.

En ese sentido, el Ministerio de Educación del Ecuador mineduc2024 ofrece una guía de lineamientos tecnopedagógicos para el uso de plataformas digitales.

En este documento se establece que el docente debe guiar el proceso seleccionando entornos virtuales seguros, alineados con la intención educativa, y planificar rigurosamente los tiempos de las tareas para evitar la distracción y la sobrecarga informativa. También se deben informar medidas de seguridad digital, como la protección de la imagen personal, el manejo de contraseñas y el uso adecuado del micrófono.

Este enfoque requiere no solo el esfuerzo del estudiante, sino también el apoyo activo de la familia, puesto que el hogar es el espacio donde se realizan tareas o se accede a entornos virtuales. Las familias deben gestionar el acceso a internet y supervisar que se mantenga un uso respetuoso y seguro de las redes.

Bajo esta perspectiva, las interacciones en línea de los estudiantes deben enmarcarse en normas de convivencia digital. Esto implica evitar compartir enlaces o credenciales con personas ajenas a la comunidad educativa y abstenerse de enviar fotografías, videos o datos personales para salvaguardar la seguridad.



Figura 4. Consejos para una convivencia digital segura
Fuente: Autor

Por otro lado, las actividades diseñadas deben estar bien estructuradas, ser variadas y participativas. Esto ayudará a sostener la atención de los estudiantes y a evitar distracciones durante las jornadas académicas en las que se introduzcan elementos tecnológicos. De lo contrario, lograr la concentración se tornará un desafío complejo que podría convertirse en un indicador negativo para el rendimiento académico [10].

Ante este escenario, existe la posibilidad de implementar software especializado que permite el control de accesos a sitios web específicos o programas exclusivos. Estas herramientas operan mediante filtrado de contenido, gestión de listas blancas y negras, y configuración de perfiles por usuario o grupos de trabajo. En el contexto educativo, el uso de estos sistemas ayuda a llevar un registro de actividades supervisadas de forma responsable.

Finalmente, el paso más trascendental consiste en fomentar la atención plena y la autorregulación, competencias clave para que los estudiantes gestionen sus propias distracciones mientras desarrollan actividades en clase o tareas en el hogar. Cypher Learning [11] propone enseñar a los alumnos a identificar de manera consciente el momento en que se han alejado de su foco de atención, realizar ejercicios de respiración y establecer metas de trabajo bajo tiempos determinados.

Conclusiones

El uso de las redes sociales y la tecnología en el ámbito educativo representa una oportunidad significativa para transformar los procesos de enseñanza-aprendizaje, haciéndolos más dinámicos, participativos y contextualizados con la realidad de los estudiantes. A lo largo de esta revisión, se evidenció que estas herramientas potencian la motivación, la creatividad, los canales de comunicación y el desarrollo de competencias digitales indispensables para desenvolverse en la sociedad contemporánea.

No obstante, la investigación también identificó limitaciones críticas, como la distracción, el uso inadecuado o acrítico de la información, la brecha digital y los riesgos de seguridad asociados a la exposición en línea. Estas dificultades demuestran que la tecnología, por sí sola, no garantiza la mejora de los aprendizajes; por el contrario, su éxito requiere una integración pedagógica estructurada, regulada y con acompañamiento continuo de docentes y familias.

Finalmente, entre los principales aportes de este trabajo se encuentra la sistematización de ventajas y desventajas organizadas por dimensiones educativas, una estructura metodológica que facilita una visión equilibrada del fenómeno. Como limitación, se reconoce que el estudio se fundamentó en una revisión y análisis documental, por lo que no incluye trabajo de campo directo con estudiantes o docentes en entornos escolares de EGB y BGU.

Referencia

[1] Ministerio de Educación del Ecuador, "Lineamientos generales para el uso de plataformas digitales y otros medios de apoyo educativo como la franja de televisión educativa educa," Ministerio de Educación, Tech. Rep., 2024. [Online]. Available: https://recursos.educacion.gob.ec/wp-content/uploads/REDA/AED/LineamientosTecnopedagogicosUsoPlataformas.pdf

[2] C. A. Quinga-Villa, M. A. Cerda-Calapucha, B. E. Pincay-Alvarado, and N. M. Arauz-Rivas, "El impacto de la tecnología en la enseñanza del bachillerato," *Space Scientific Journal of Multidisciplinary*, vol. 2, no. 4, pp. 27–42, 2024. [Online]. Available: https://doi.org/10.63618/omd/ssjm/v2/n4/37

[3] A. Viñals Blanco and J. Cuenca Amigo, "El rol del docente en la era digital," *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, vol. 30, no. 2, pp. 103–114, 2016. [Online]. Available: https://www.redalyc.org/journal/274/27447325008/html/

[4] M. F. O. A. Martínez, "La Historia y Evolución de las Computadoras: Desde los Inicios hasta la Era Digital." [Online]. Available: https://fernandoarciniega.com/la-evolucion-de-las-computadoras/

[5] M. A. Salto-Cambizaca, G. R. Pasquel-Martínez, B. A. Reino-Robledo, L. F. Granda-Duque, and D. P. Betancourt-Hidalgo, "Tecnología digital y desarrollo de habilidades tempranas en

educación inicial," *RICEd: Revista de Investigación en Ciencias de la Educación*, vol. 1, no. 1, pp. 162–178, 2025. [Online]. Available: https://doi.org/10.53877/riced1.1-67

[6] S. T. Huamán Luyo, "Redes sociales como recurso didáctico en educación básica: revisión sistemática," *Horizonte de la Ciencia*, vol. 12, no. 32, pp. 473–483, 2022. [Online]. Available: http://www.scielo.org.bo/pdf/hrce/v8n32/a38-473-483.pdf

[7] S. Olivares Romero, M. R. Rangel León, B. Chino Francisco, and M. Corte Cortés, "El uso responsable de las redes sociales como herramienta de aprendizaje en la educación media superior," *LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades*, vol. 6, no. 2, pp. 3309–3323, 2025. [Online]. Available: https://doi.org/10.56712/latam.v6i2

[8] L. Colunche Campos, N. Alarcón Díaz, S. García Gil, and A. Vázquez Vázquez, "Uso de las redes sociales para el fortalecimiento de la interacción entre estudiantes y docentes latinoamericanos," *Horizontes*, vol. 9, no. 37, pp. 1458–1471, 2025. [Online]. Available: https://doi.org/10.33996/revistahorizontes.v9i37.993

[9] M. X. Núñez Velasco, M. E. Jativa Parra, L. M. Jativa Parra, T. M. Santacruz Heredia, C. J. Espinoza Supe, and C. A. Saltos Silva, "Uso de las redes sociales para la educación en el ecuador," *Polo del Conocimiento*, vol. 10, no. 6, pp. 1110–1127, 2025. [Online]. Available: https://doi.org/10.23857/pc.v10i6.9694

[10] A. Granda, J. Frías, D. Allauca, and S. Valencia, "El impacto del uso excesivo de pantallas en el aprendizaje de los estudiantes en entornos educativos modernos," *Reincisol*, vol. 4, no. 7, pp. 4456–4482, 2025. [Online]. Available: https://doi.org/10.59282/reincisol.V4(7)4456-4482

[11] Cypher Learning. (2022) Cómo enseñar a los estudiantes a controlar las distracciones digitales. [Online]. Available: https://www.cypherlearning.com/es/blog/k-20/como-ensenar-a-los-estudiantes-a-controlar-las-distracciones-digitales



REVISTA

JUVENTUD Y CIENCIA SOLIDARIA:

En el camino de la investigación

La influencia del COVID 19 en la educación en Ecuador

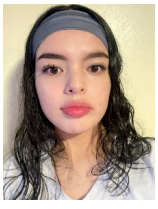
Emily Guadalupe Rosas Quito, Jennyfer Katherine Ortiz Heras,
Brithany Gisel Ortiz Lema, Genesis Yaleska Ortiz Suárez



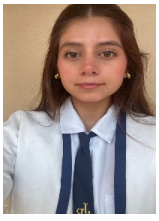
Mi nombre es **Emily Guadalupe Rosas Quito**, tengo 17 años y actualmente estoy culminando mis estudios secundarios en la Unidad Educativa José Peralta. Al terminar el colegio, deseo seguir un curso de piloto privado y trabajar junto a mi padre en su empresa de importación de maquinaria pesada. Me interesa seguir aprendiendo y preparándome para mi futuro profesional.



Mi nombre es **Jennyfer Katherine Ortiz Heras**, tengo 18 años y he culminado mis estudios secundarios. Mi sueño es estudiar Derecho y especializarme en Derecho de Familia, con el objetivo de completar mi formación universitaria y desarrollarme profesionalmente. Me caracterizo por mi compromiso con el aprendizaje y la superación personal.



Mi nombre es **Brithany Gisel Ortiz Lema**, tengo 17 años y actualmente culmino mis estudios secundarios en la Unidad Educativa José Peralta. Al finalizar el colegio, aspiro a ingresar a la Universidad de Cuenca para estudiar Derecho y continuar mi formación académica.



Mi nombre es **Génesis Yaleska Ortiz Suárez**, tengo 17 años y deseo culminar mis estudios y prepararme para alcanzar mis metas. Aspiro a crear mi propia empresa para ayudar a las personas, aportar positivamente a la sociedad y demostrar que con esfuerzo y dedicación todo es posible.

Resumen

La presente investigación analiza de qué manera la crisis sanitaria del COVID-19 transformó el sistema educativo en Ecuador, enfocándose de forma particular en la realidad que experimentaron los estudiantes de colegio en la provincia de Cañar. El objetivo principal fue identificar las problemáticas enfrentadas durante la modalidad virtual y determinar qué aspectos metodológicos y tecnológicos pueden optimizarse

para evitar que se repitan los mismos errores. La metodología combinó un enfoque mixto: se aplicó un cuestionario digital mediante Google Forms a 150 estudiantes de Educación General Básica y Bachillerato General Unificado de diversas instituciones de la zona, y se realizaron entrevistas estructuradas a 20 docentes locales. Los datos se procesaron mediante estadística descriptiva y se organizaron en gráficos de frecuencia. Los hallazgos revelan que el 70 % de los estudiantes experimentó dificultades de conectividad por un servicio de internet inestable o por la falta de dispositivos tecnológicos, factor que incidió en la disminución del rendimiento académico. Asimismo, el 55 % señaló que los planteles todavía carecen de laboratorios de computación suficientemente equipados. Aunque la virtualidad estimuló el aprendizaje autónomo en parte del alumnado, también produjo aislamiento emocional y menor interacción social. La pandemia evidenció vulnerabilidades estructurales del sistema educativo ecuatoriano, pero también impulsó la adopción de plataformas digitales. En consecuencia, se recomienda priorizar la infraestructura tecnológica inclusiva y la capacitación docente continua.

Palabras clave: ROS2, robot autónomo, vigilancia, inteligencia artificial, seguridad.

Palabras clave: COVID-19, educación virtual, deserción escolar, pandemia

Explicación del tema

La presente investigación se desarrolló con la finalidad de analizar el impacto de la pandemia del COVID-19 en el ámbito educativo ecuatoriano, con énfasis en las experiencias de estudiantes de Educación General Básica y Bachillerato General Unificado. La emergencia sanitaria obligó a una transición abrupta desde las aulas presenciales hacia la modalidad virtual, transformó los procesos de enseñanza-aprendizaje y evidenció fallas estructurales del sistema escolar [1, 2].

El interés por esta temática surge de nuestra experiencia directa como estudiantes durante el confinamiento, cuando enfrentamos dificultades de acceso a internet y falta de dispositivos propios. Esta situación forzó una adaptación acelerada a plataformas como Zoom y Google Classroom. El aislamiento social también afectó la motivación y el bienestar emocional de la comunidad educativa [3–6]. Estas vivencias motivaron el análisis de la relación entre virtualidad, bienestar socioemocional, rendimiento académico y deserción escolar [7].

La investigación adoptó un enfoque mixto que combinó revisión bibliográfica y aplicación de encuestas. Se consultaron artículos científicos, informes oficiales y reportes nacionales sobre brechas de conectividad, limitaciones de acceso tecnológico y afectaciones en el rendimiento académico. Estudios recientes sobre Ecuador han señalado que la brecha digital continuó siendo un desafío después de la emergencia sanitaria [8, 9].

Posteriormente, se aplicaron encuestas mediante Google Forms a 150 estudiantes de EGB y BGU de instituciones públicas y privadas del cantón Cañar. Asimismo, se entrevistó a 20 docentes de la Unidad Educativa José Peralta. El instrumento estuvo conformado por 12 preguntas sobre conectividad, acceso a dispositivos, rendimiento académico y aspectos emocionales. La información se recopiló durante diciembre y enero, con autorización institucional previa.

Tabla 1. Principales efectos del COVID-19 en la educación virtual

Indicadores analizados	**Resultados obtenidos**
Estudiantes con conexión inestable a internet	68 %
Estudiantes sin acceso a internet	12 %
Disminución del rendimiento académico	57 %
Deserción escolar temporal	23 %
Estudiantes que compartían dispositivos	62 %
Docentes que reportaron problemas de conectividad	45 %

Fuente: Autoras

Los datos se organizaron y analizaron mediante tablas y gráficos estadísticos para interpretar el impacto de la educación virtual en estudiantes y docentes durante la pandemia.

Los resultados evidencian que las principales dificultades durante la educación virtual estuvieron relacionadas con la conectividad y el acceso a recursos tecnológicos. La inestabilidad de internet afectó el rendimiento académico y provocó interrupciones en el proceso educativo, especialmente en sectores rurales del cantón Cañar.

Estas problemáticas favorecieron casos de bajo rendimiento, deserción temporal y afectaciones emocionales como estrés, ansiedad y frustración.

La Figura 1 muestra que el 68 % de los estudiantes encuestados tuvo una conectividad inestable, lo que generó interrupciones constantes en las plataformas digitales e impidió la participación continua y la comprensión de contenidos complejos.

Asimismo, el 12 % indicó que no tuvo acceso a internet en periodos clave, situación que representó una exclusión total del sistema educativo virtual. Esta evidencia coincide con investigaciones que describen la brecha digital como un problema estructural en la educación ecuatoriana [7, 8].

¿Cómo califica usted su acceso a internet durante la pandemia del COVID-19?

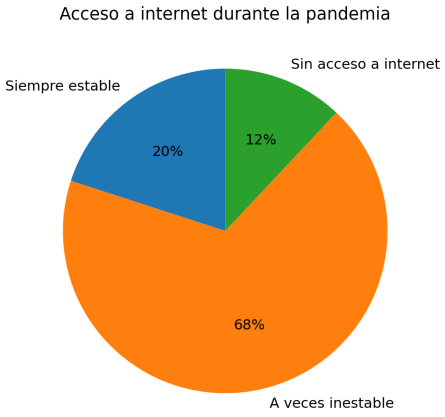


Figura 1. Acceso a internet durante las clases virtuales
Fuente: Autoras

Los datos confirman que la falta de conectividad no fue un fenómeno aislado, sino una condición sistemática que influyó negativamente en el rendimiento académico y afectó con mayor intensidad a las zonas rurales.

¿De qué manera la estabilidad del acceso a internet influyó en el rendimiento académico y la permanencia escolar durante la educación virtual?

Tabla 2. Impacto de la conectividad en el rendimiento académico

Estabilidad de internet	**Caída de notas (≥ 1 punto)**	**Deserción temporal**	**Horas promedio de clases perdidas**
Siempre estable	30 %	5 %	0,5 h/día
A veces inestable	72 %	23 %	2,1 h/día
Sin acceso	100 %	100 %	5,2 h/día
Total	57 % promedio	23 %	2,8 h/día

Fuente: Autoras

Los estudiantes con conexión estable presentaron un menor impacto: solo el 30 % reportó una caída de notas de al menos un punto y el 5 % experimentó deserción temporal.

En contraste, el grupo con acceso inestable fue el más afectado: el 72 % registró disminución de calificaciones, el 23 % deserción temporal y una pérdida promedio de 2,1 horas diarias de clases.

El caso más grave correspondió a los estudiantes sin acceso, quienes presentaron una caída generalizada de calificaciones y deserción total, con 5,2 horas diarias de clases perdidas.

En términos generales, el 57 % de la muestra registró disminución del rendimiento académico y el 23 % deserción temporal, lo que confirma que la conectividad fue un factor determinante del impacto educativo

del COVID-19.

¿Cuál considera que fue el principal problema observado en sus estudiantes durante las clases virtuales?

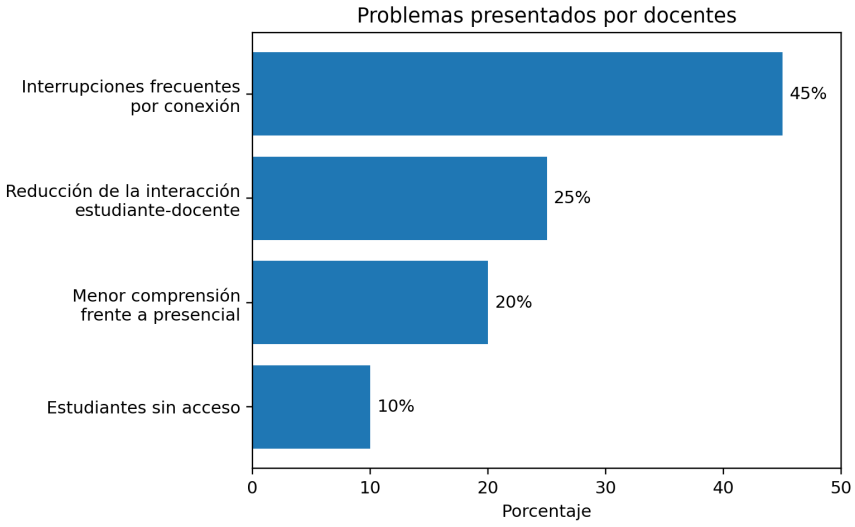


Figura 2. Acceso a internet durante las clases virtuales
Fuente: Autoras

Los resultados de las encuestas y entrevistas realizadas a 20 docentes de la Unidad Educativa José Peralta evidenciaron que el principal problema durante la educación virtual fue la inestabilidad del acceso a internet, identificada por el 45 % de los participantes. Las interrupciones constantes afectaron la continuidad de las clases, limitaron la participación estudiantil y redujeron la interacción entre estudiantes y docentes. Además, el 25 % señaló problemas de comunicación, factores que deterioraron la equidad y la calidad educativa.

Conclusiones

La investigación permitió identificar que la pandemia del COVID-19 afectó significativamente el proceso educativo de los estudiantes de Educación General Básica y Bachillerato General Unificado del cantón Cañar. La falta de acceso estable a internet y de dispositivos tecnológicos adecuados influyó negativamente en el rendimiento académico y en la permanencia escolar.

Desde nuestras observaciones como estudiantes, se evidenció que la educación virtual generó dificultades en la comprensión de contenidos, disminución de la motivación y afectaciones emocionales como estrés y ansiedad, debido al aislamiento social y a la limitada interacción con docentes y compañeros. Estos efectos han sido documentados también en investigaciones nacionales e internacionales [4–6].

Como principal aportación, este estudio visibiliza la realidad educativa vivida durante la pandemia desde la perspectiva de estudiantes y docentes, aportando información que puede servir para mejorar la planificación educativa y fortalecer el uso de herramientas digitales. Una limitación fue la aplicación de encuestas en línea, lo que pudo excluir a estudiantes sin acceso a internet, además de que la muestra se concentró únicamente en el cantón Cañar.

Referencia

[1] M. C. Cortés-Albornoz, S. Ramírez-Guerrero, D. P. García-Guáqueta, A. Vélez-Van-Meerbeke, and C. Talero-Gutiérrez, “Effects of remote learning during covid-19 lockdown on children’s learning abilities and school performance: A systematic review,” *International Journal of Educational Development*, vol. 101, p. 102835, 2023. [Online]. Available: https://doi.org/10.1016/j.ijedudev.2023.102835

[2] A. Molina, "El covid-19 y su impacto en la calidad de la educación ecuatoriana," *Ciencia Latina Revista*, vol. 7, no. 3, pp. 1–15, 2023. [Online]. Available: https://ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/view/6017

[3] G. Di Pietro, "The impact of covid-19 on student achievement: Evidence from a recent meta-analysis," *Educational Research Review*, vol. 39, p. 100530, 2023. [Online]. Available: https://doi.org/10.1016/j.edurev.2023.100530

[4] M. Cerbino, M. Panchi, and N. Angulo, "Jóvenes ecuatorianos en pandemia: Tiempo y espacio fracturados," *Civitas - Revista de Ciências Sociais*, vol. 23, no. 1, p. e41998, 2023. [Online]. Available: https://doi.org/10.15448/1984-7289.2023.1.41998

[5] M. F. Rivadeneira, C. Salvador, L. Araujo, J. D. Caicedo-Gallardo, J. Cóndor, A. L. Torres-Castillo, M. J. Miranda-Velasco, K. Dadaczynski, and O. Okan, "Digital health literacy and subjective wellbeing in the context of covid-19: A cross-sectional study among university students in ecuador," *Frontiers in Public Health*, vol. 10, p. 1052423, 2022. [Online]. Available: https://doi.org/10.3389/fpubh.2022.1052423

[6] A. M. Villagómez-López, T. F. Cepeda-Reza, P. I. Torres-Balarezo, J. M. Calderón-Vivanco, C. A. Villota-Acosta, T. F. Balarezo-Díaz, F. C. Simbaña-Guaycha, C. N. Vallejo-Suárez, D. M. Rueda-Benalcazar, J. C. Vaca-Salazar, D. E. Chininin-Moreno, I. G. Terán-Bracho, J. V. Endara-Mina, D. S. Casco-Toapanta, and G. W. Rojas-Velasco, "Depression and anxiety among medical students in virtual education during covid-19 pandemic," *Revista Médica del Instituto Mexicano del Seguro Social*, vol. 61, no. 5, pp. 559–566, 2023. [Online]. Available: https://doi.org/10.5281/zenodo.8316418

[7] L. Andrade-Vargas, A. Estevao-Romeiro, M. Iriarte-Solano, V. Riofrio-Leiva, and D. Yunga-Godoy, "Teacher's perceptions, institutional challenges, and educational sustainability during covid-19 in ecuador," *Heliyon*, vol. 7, no. 12, p. e08596, 2021. [Online]. Available: https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e08596

[8] L. Ocampo, "La brecha digital en la educación ecuatoriana: Desafíos post-pandemia," *Redilat*, pp. 1–10, 2024. [Online]. Available: https://latam.redilat.org/index.php/lt/article/view/2907

[9] K. Chuma, "Dificultades durante la educación virtual con los estudiantes de educación inicial en el cantón cañar," *Dialnet*, 2024. [Online]. Available: https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9397616



REVISTA

JUVENTUD Y CIENCIA SOLIDARIA:

En el camino de la investigación

La educación en constante evolución: videojuegos como una estrategia en el aprendizaje

Joselyn Mabel Sucuzhañay Mendoza, Cristopher Alexander Urgiles Vallejo, Steven Alexander Quinche Paida, Maria Eugenia Leon Zhagñay, Cristian Homero Calle Calle



Mi nombre es **Joselyn Mabel Sucuzhañay Mendoza**, tengo 15 años y curso el primer año de Bachillerato General Unificado (BGU) en la Unidad Educativa La Salle Azogues. Me desempeño como activista en la defensa de los derechos de niñas, niños y adolescentes, y soy Relatora Especial de la Organización de las Naciones Unidas (ONU) en Ecuador.



Mi nombre es **Cristopher Alexander Urgiles Vallejo**, soy estudiante de primer año de BGU en la Unidad Educativa La Salle Azogues. Tengo afición por los deportes y me gusta ser colaboradora en causas solidarias.



Mi nombre es **Steven Alexander Quinche Paida**, curso el primer año de BGU de la Unidad Educativa La Salle de Azogues. Mis hobbies son entrenar básquet y tocar la guitarra.



Mi nombre es **Maria Eugenia Leon Zhagñay**, estudio en la Unidad Educativa La Salle Azogues, en el primer año de BGU. Me gusta jugar básquet, salir con amigos e intentar cosas nuevas.



Mi nombre es **Cristian Homero Calle Calle**, estudio el primer año de BGU de la Unidad Educativa La Salle Azogues. Me apasiona el fútbol y me gusta ser responsable en mis estudios.

Resumen

En este artículo destacamos que el uso de videojuegos en un entorno educativo es una estrategia para potenciar la motivación y el desarrollo de habilidades cognitivas en el alumnado. Por esto, vemos necesario analizar y comprender de qué manera estos medios benefician objetivamente el proceso de aprendizaje de los estudiantes.

Es importante comprender que, dentro de una sociedad que está cambiando y viviendo una digitalización constante, la educación no puede quedarse atrás. De esta forma, al implementar estas medidas complementarias en el aula, no solo se impulsará la motivación, sino que también se desarrollarán habilidades de autodeterminación, cognitivas y de otros enfoques necesarios para nuestro futuro.

Explorar estos métodos innovadores no solo permite una revisión de los temas básicos de las materias, sino también una simulación de situaciones que necesitan un control muy cuidadoso. Esto es especialmente útil al trabajar en distintos contextos o con ciertas situaciones de la vida real donde un solo fallo podría tener resultados terribles.

Para nuestra investigación, acudimos a una metodología cuantitativa que evalúa cómo los estudiantes utilizan los videojuegos en su día a día. Al analizar los resultados, vimos que son bastante alentadores, puesto que demuestran el gran interés que existe por los videojuegos. Creemos que, con una implementación correcta en las clases, se podría fomentar una cultura de aprendizaje sin que estudiar se vuelva tedioso o algo que se hace solo por obligación.

Los videojuegos surgen como una medida complementaria lúdico-digital donde, en un espacio controlado y moderado por los docentes, estos recursos interpretan un papel fundamental para la educación formativa y el aprendizaje activo; por lo tanto, sustentamos que la gestión correcta del uso de los videojuegos educativos puede generar un cambio profundo en la forma en que conocemos la educación, logrando impulsarla de manera significativa en beneficio del desarrollo estudiantil.

Palabras clave: videojuegos, aprendizaje, seriousgames, motivación.

Explicación del tema

La presente investigación parte de la interrogante sobre de qué forma los estudiantes son beneficiados mediante la aplicación de estrategias como los videojuegos educativos y cómo implementarlos, para lo cual nos planteamos como objetivo general determinar el impacto del uso de estos videojuegos en la motivación hacia el aprendizaje a través de encuestas y estudios que muestren la implementación de actividades lúdico-digitales y la evaluación posterior de su efecto, todo esto con la finalidad de generar lineamientos pedagógicos que contribuyan directamente a la innovación educativa en los estudiantes de bachillerato de la Unidad Educativa La Salle - Azogues.

Además, planteamos objetivos específicos encaminados a identificar las opiniones del estudiantado acerca de los videojuegos en el contexto educativo para conectar dichos resultados con la motivación escolar, así como elaborar un conjunto de recomendaciones pedagógicas dirigidas a los educadores, basadas en las percepciones estudiantiles, para fomentar la integración de los videojuegos como una estrategia motivadora.

Algo muy interesante de las últimas décadas es que los videojuegos educativos, que se remontan a inicios de los años 60 y 70, nos daban programas básicos de matemáticas y lógica con gráficos limitados; a pesar de esto, ya se podía notar el potencial de la tecnología, abriendo paso a estos avances dentro de la enseñanza y haciendo que la educación digital sea vista como un método rentable de educar. En los años 80, las escuelas empezaron a notar estos avances que iban de la mano con el desarrollo tecnológico en general, como lo son las computadoras personales, empezando así a llegar a muchos más estudiantes que se volvían usuarios. Ya ubicados en los años 90, los avances técnicos en gráficos, animaciones y sonidos volvieron estos medios más atractivos, creando así una forma de enseñar contenidos y desarrollar habilidades cognitivas gracias a la ayuda conjunta de desarrolladores y educadores. Finalmente, con el apogeo del internet, surgieron las plataformas en línea que nos dieron el aprendizaje en equipo y competitivo, aportando más motivación y más información, tanto así que se llegaron a utilizar directamente en los planteles educativos [1, 2].

En 2010 llegaron los *smartphones*, innovando así el campo gracias a su accesibilidad a aplicaciones educativas y su fácil movilidad. Actualmente, han surgido tecnologías como la realidad virtual (VR) y la inteligencia artificial (IA) que permiten la personalización, dando lugar a la atención de las diversas necesidades de un grupo en específico; de este modo, se adaptan al ritmo o contexto de cada estudiante, abriendo paso a un futuro que podría considerarse exponencial para estas metodologías educativas.

Los videojuegos educativos se entienden como aplicaciones digitales y tecnológicas que tienen como propósito el aprendizaje a través de la exploración, la resolución de problemas y una constante interacción. A diferencia de los métodos educativos que se han implementado a lo largo de la historia, estos recursos fomentan un aprendizaje activo en el que el estudiante es el protagonista de su propio proceso formativo, favoreciendo así su comprensión, la retención de conocimientos y el desarrollo del pensamiento crítico [3, 4].

Determinados estudios argumentan que el uso de videojuegos dentro del entorno educativo impulsa la creatividad, la imaginación, la toma de decisiones y la resolución de problemas. La imaginación se ve desarrollada ya que los estudiantes se enfrentan a escenarios dinámicos que plantean desafíos complejos y requieren que se analicen situaciones para resolver cada conflicto de la mejor manera.

Dentro del *Game-Based Learning* existe un grupo de videojuegos educativos conocidos como *serious games* (videojuegos serios). Este tipo de videojuegos tiene como finalidad generar aprendizajes en los estudiantes en materias específicas como el aprendizaje de idiomas, anatomía, biología y fisiología del ser humano. Este concepto fue adoptado por Clark C. Abt en 1970 [5], quien planteó que los juegos y simulaciones generan una contribución positiva en la toma de decisiones dentro de la industria, las instituciones gubernamentales, la educación e incluso en las relaciones personales.

De este modo, los *serious games* se presentan con el propósito principal de instruir, formar, educar o concientizar, incluyendo elementos lúdicos que no buscan el simple entretenimiento, sino encontrar la forma de guiar el comportamiento frente al aprendizaje o la toma de decisiones.

Cuando el alumnado está interesado y comprometido, el rendimiento académico mejora exponencialmente. De esta forma, los videojuegos resultan alentadores y significativamente motivadores, ya que, gracias a sus desafíos y recompensas, generan un ambiente interactivo, dinámico y altamente atractivo. De igual forma, ayudan a mantener un entorno fresco y relajado para el aprendizaje, puesto que disminuyen el estrés [6, 7].

Los videojuegos, según la teoría de la autodeterminación [8], responden a tres necesidades psicológicas básicas que potencian la motivación. En primer lugar, la autonomía, ya que los videojuegos refuerzan la capacidad de tomar decisiones y controlar las propias acciones; en segundo lugar, la competencia, puesto que, en entornos de desafíos constantes, el superar cada reto genera el sentimiento de ser hábil y capaz; y, finalmente, la relación social, debido a que generan una interacción con otros jugadores que puede darse de forma cooperativa o competitiva.

Como sustentan Garay-Montenegro y Ávila-Mediavilla [9], los videojuegos que tienen propósitos educativos están asociados al constructivismo, un enfoque donde el alumnado tiene el control para realizar diversas actividades con el fin de finalizar un nivel. Esta innovación convierte al aprendizaje en un proceso emocionante y significativo. Los estudiantes asimilan contenidos rápidamente a través de dinámicas cooperativas, mientras desarrollan capacidades y retienen información. Aprender mediante estas estrategias resulta enriquecedor, ya que los videojuegos plantean a los estudiantes como protagonistas de una historia, recompensándolos por sus estrategias que, sin duda, son retadoras e ingeniosas.

Por otro lado, los videojuegos permiten aplicar conocimientos que en la vida real resultan peligrosos y que, sin un control minucioso, se vuelven de alto riesgo. Un caso de esto se da en ámbitos como la medicina, la ingeniería o en laboratorios con sustancias de alto cuidado.

Su multidimensionalidad le permite tomar diversas formas, desde aplicar conocimientos básicos de geometría hasta ayudar a investigaciones de la NASA. Un

ejemplo claro de ello es el uso de *Minecraft Education*; al respecto, un estudio basado en una revisión sistemática de 30 artículos [10] afirma que su uso tiene un impacto positivo. Este análisis reveló que fortalece áreas disciplinares al permitir entender conceptos complejos pertenecientes a matemáticas, ciencias, geografía e idiomas. Asimismo, se fomenta el trabajo en pares, logrando una mejora en la cooperación, la comunicación asertiva, la empatía y la construcción de conocimiento colectivo. Sin embargo, los análisis actuales son a corto plazo, por lo que es necesario implementar estas herramientas y visualizar sus resultados a largo plazo.

Kerbal Space Program (KSP) es un videojuego de simulación espacial que se ofrece como una herramienta educativa para la enseñanza del enfoque STEM sigla en inglés para Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas, enseñando aerodinámica, física e incluso robótica [11]. Este recurso permite recrear, construir, diseñar y navegar cohetes espaciales en un entorno que se asimila a las condiciones de la física real. Algo a destacar de KSP es su uso por parte de la NASA para probar conceptos y experimentos que son poco probables de aplicar fuera de la pantalla. Este juego, además de fomentar la curiosidad científica e impulsar la exploración espacial, permite a los usuarios experimentar sin consecuencias para desarrollar una comprensión a mayor escala sobre los desafíos aeroespaciales, transformando de forma ingeniosa conceptos complejos de estas áreas en algo mucho más lúdico y dinámico.

Entre los principales beneficios de los videojuegos educativos y su impacto en la motivación hacia el aprendizaje se encuentra, en primer lugar, que transforman la enseñanza en un proceso más divertido e interactivo mediante el uso de recompensas, niveles progresivos y retos que motivan a los alumnos a seguir aprendiendo. En segundo lugar, el estudiante puede tomar sus propias decisiones y experimentar nuevas formas de adquirir conocimiento basadas en el hacer, en lugar de solo escuchar y memorizar, lo cual favorece directamente el aprendizaje activo. Finalmente, este enfoque mejora notablemente la concentración, ayudando a que el estudiante logre mantenerse enfocado en las actividades escolares por un periodo de tiempo mucho más prolongado.

Por otra parte, los videojuegos educativos desarrollan habilidades cognitivas, estimulando de manera directa la memoria, el pensamiento lógico y la resolución de los problemas que se vayan presentando en el entorno virtual.

Asimismo, permiten aprender al propio ritmo de cada estudiante, ya que cada uno puede avanzar según el nivel en el que se encuentre y tiene la libertad de repetir los escenarios cuantas veces sea necesario. Esta dinámica refuerza significativamente el aprendizaje, puesto que volver a interactuar con juegos ya completados ayuda a los alumnos a recordar mejor los conceptos asimilados, logrando repasar los contenidos sin sentir ningún tipo de presión académica [4].

A pesar de estos beneficios, su implementación en la educación tiene que ser supervisada, analizada y complementaria a otros enfoques pedagógicos. Es la única forma en donde el potencial de los videojuegos brilla al máximo y ofrecerá todas sus ventajas, desde enseñarnos a desenvolvernos diariamente hasta recrear situaciones hipotéticas que en la vida real resultan difíciles de analizar.

Como advierte López Raventós [12], “cuando se analizan las experiencias educativas con videojuegos aparecen más sombras que luces. Muchas de estas sombras se han generado por la falta de reflexión acerca del medio y su potencial real”.

Los especialistas llegan a la conclusión de que hay ciertos aspectos clave para que su implementación sea exitosa. Es necesaria una elección minuciosa del videojuego, que sea adecuada y correspondiente a la agenda y objetivos curriculares; asimismo, se requiere una formación dirigida a los educadores para que logren acompañar la experiencia con actividades previas y posteriores.

También se debe generar un equilibrio entre el carácter lúdico y el propósito educativo, sin desviarse del camino del aprendizaje. Además, es de suma importancia una evaluación continua que valore tanto el proceso como los aprendizajes, analizándolos para ver qué mejoras se pueden implementar para lograr la comprensión de cada estudiante.

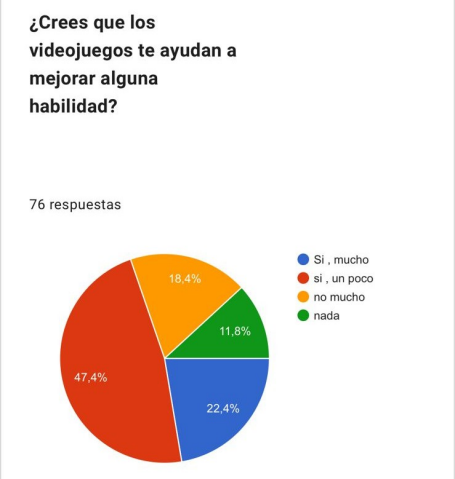


Figura 1. ¿Crees que los videojuegos te ayudan a mejorar alguna habilidad?
Fuente: Autores

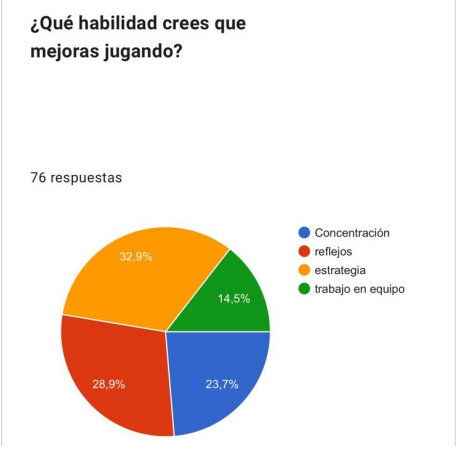


Figura 2. ¿Qué habilidades crees que has mejorado jugando?
Fuente: Autores

Para el desarrollo de esta investigación se utilizó un método cuantitativo, aplicado mediante una encuesta de 10 interrogantes referentes al tema, con el objetivo de identificar, medir y analizar numéricamente la posición del alumnado frente a los videojuegos y cómo utilizaban estos recursos. La población estuvo conformada por estudiantes de primero y segundo de bachillerato general unificado (BGU) de la Unidad Educativa La Salle de Azogues. A partir de ella, se trabajó con una muestra de 76 estudiantes, seleccionados mediante un muestreo no probabilístico por conveniencia que consideró la disponibilidad y la voluntad de participación. Este tamaño de muestra permitió obtener datos representativos para el análisis descriptivo propuesto.

La Figura 1 muestra que el 69,8 % de los estudiantes ha reconocido que los videojuegos mejoran alguna habilidad. Los datos presentan una postura mayoritariamente positiva. Este resultado se desglosa en un 47,4 % que afirma que ayudan un poco y un 22,4 % que indica que ayudan mucho.

Por otra parte, se observa que una minoría, representada por el 11,8 %, considera que no aportan “nada” al desarrollo de habilidades. También existe un 18,4 % que mantiene una posición más neutral. Notamos que la mayoría está al tanto del valor de los videojuegos y de sus contribuciones al desarrollo de habilidades.

En cuanto al desarrollo de habilidades, se puede observar que los estudiantes tienden a mejorar de diferentes formas y de una manera equilibrada. El gráfico señala que el 32,9% ha notado una mejora en sus estrategias; el 28,9% ha mejorado en los reflejos; se identifica que el 23,7% ha mejorado su concentración, mientras que el trabajo en equipo obtiene el 14,5%.

Los resultados denotan que los estudiantes asocian los videojuegos con una multifuncionalidad y con el desarrollo de varias habilidades. Estos hallazgos demuestran las ventajas de estas herramientas, ya que, al ofrecer el desarrollo de destrezas de forma intrínseca, se espera obtener resultados prometedores al integrarlos planificadamente en los ámbitos educativos.

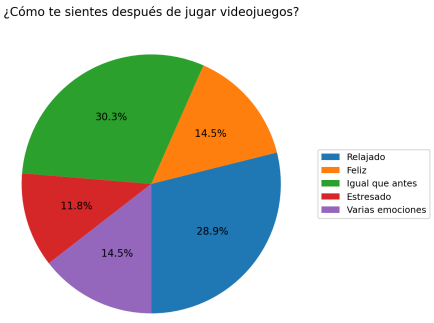


Figura 3. ¿Cómo te sientes después de jugar videojuegos?
Fuente: Autores

Por último, al analizar el estado anímico de los estudiantes, se obtuvieron los siguientes resultados: un 30,3% se siente igual que antes, lo que podría indicar lo rutinaria que es esta actividad en su vida. El 28,9% se siente más relajado y un 14,5% se siente feliz; estos

dos resultados predominan y demuestran una mejoría en el estado emocional.

Por otro lado, el 14,5% pasa por varias emociones, mientras que un 11,8% siente estrés después de jugar, lo que podría indicar que los videojuegos resultaron muy demandantes.

Estos hallazgos demuestran las ventajas de los videojuegos, ya que, al comprobarse que de forma intrínseca pueden influir positivamente en el estado emocional, se espera obtener efectos muy prometedores al integrarlos formalmente en los ámbitos educativos.

Conclusiones

Los videojuegos se consolidan como una herramienta efectiva para el aprendizaje, siempre que se utilicen en un espacio controlado y con un objetivo definido dentro del ámbito educativo. A lo largo de esta investigación se ha evidenciado que estos recursos no solo entretienen, sino que también ayudan a desarrollar habilidades cognitivas, la capacidad en la toma de decisiones, la resolución de problemas y el pensamiento crítico, entre otras destrezas, además de fomentar el interés y la motivación en los estudiantes, lo cual facilita el proceso de enseñanza.

A partir de las 10 interrogantes planteadas a los 76 estudiantes de la muestra, se concluye que la gran mayoría hace uso de los videojuegos y posee conocimientos sobre cómo influyen en su entorno; sin embargo, otro sector del alumnado desconoce estos efectos. Por lo tanto, esta investigación aporta valor al permitir asesorar a los jóvenes y maestros para utilizar los videojuegos como verdaderos agentes educativos.

Asimismo, se puede afirmar que los elementos didácticos e interactivos de estas tecnologías favorecen el aprendizaje en mayor medida en comparación con los métodos de enseñanza tradicionales.

Lo anterior implica e invita a los docentes y estudiantes a incorporar paulatinamente los videojuegos en el aula, con el fin de mejorar el rendimiento académico y transformar las clases en espacios mucho más activos, atractivos y dinámicos.

Referencia

[1] S. Belli and C. López, "Breve historia de los videojuegos," *Athenea Digital*, vol. 14, pp. 159–179, 2008. [Online]. Available: http://psicologiasocial.uab.es/athenea/index.php/atheneaDigital/article/view/570

[2] C. Rodríguez Hoyos and M. J. Gomes, "Videojuegos y educación: una visión panorámica de las investigaciones desarrolladas a nivel internacional," *Profesorado*, 2013. [Online]. Available: https://revistaseug.ugr.es/index.php/profesorado/article/view/19590

[3] R. I. Correa García, A. Duarte Hueros, and D. Guzmán Franco, "Horizontes educativos de los videojuegos," *Educar*, 2016. [Online]. Available: https://educar.uab.cat/article/view/v53-n1-correa-duarte-guzman/849-pdf-es

[4] M. A. Recio Saucedo *et al.*, "Los videojuegos como herramienta educativa para mejorar el aprendizaje," 2025. [Online]. Available: https://ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/view/20373

[5] C. C. Abt, *Serious Games*. Viking Press, 1970. [Online]. Available: https://archive.org/details/seriousgames0000abtc

[6] E. Núñez-Barriopedro, Y. Sanz-Gómez, and R. Ravina-Ripoll, "Los videojuegos en la educación: beneficios y prejuicios," 2020. [Online]. Available: https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1409-42582020000200240

[7] A. Palacios Álvarez. (2023) Videojuegos en la educación: beneficios de integrarlos. Voca Editorial. [Online]. Available: https://www.vocaeditorial.com/blog/videojuegos-en-la-educacion-beneficios-de-integrarlos/

[8] R. M. Ryan and E. L. Deci, "La teoría de la autodeterminación y la facilitación de la motivación intrínseca, el desarrollo social y el bienestar," 2000. [Online]. Available: https://www.selfdeterminationtheory.org/SDT/documents/2000_RyanDeci_SpanishAmPsych.pdf

[9] J. I. Garay-Montenegro and C. M. Ávila Mediavilla, "Videojuegos y su influencia en el rendimiento académico," 2021. [Online]. Available: https://portal.amelica.org/ameli/journal/258/2582582004/html/

[10] B. Romero-López, J. Hernández-Ramírez, F. Kantún-Hernández, and Y. Coh-Damian, "Jugando para aprender: una revisión sistemática sobre minecraft education y la gamificación en las aulas," *593 Digital Publisher CEIT*, vol. 10, no. 4, pp. 596–609, 2025. [Online]. Available: https://doi.org/10.33386/593dp.2025.4.3301

[11] Makeblock. (2024, mayo) Kerbal space program: una inmersión en la ciencia espacial a través del juego. [Online]. Available: https://makeblock.com.ar/kerbal-robotics/

[12] C. López Raventós, "El videojuego como herramienta educativa. posibilidades y problemáticas acerca de los serious games," *Apertura*, vol. 8, no. 1, pp. 1–15, 2016.

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR
unesco Cátedra Tecnologías de apoyo para la Inclusión Educativa
GIIATA
GIE-RED
ECUADOR SALESIANOS DON BOSCO



REVISTA

JUVENTUD Y CIENCIA SOLIDARIA:

En el camino de la investigación

La brecha entre el conocimiento teórico y su aplicación real: un análisis de cómo los estudiantes comprenden, retienen y utilizan lo aprendido

Sheylla Robles Vélez, Elio Ramirez Rubira



Mi nombre es **Sheylla Robles Vélez**, trabajo como docente en el Bachillerato General Unificado y en el Bachillerato Técnico. Creo firmemente en la educación como herramienta de transformación y acompaño a los estudiantes en su crecimiento académico y personal, fortaleciendo su curiosidad, pensamiento crítico y valores humanos



Mi nombre es **Elio Ramírez Rubira**, soy fundador y director del Club de Investigación para la Redacción Científica (CIRC) y del Grupo de Investigación en Ciencia y Tecnología (GICITEC). Me desempeño como docente universitario y de bachillerato, y trabajo para impulsar el desarrollo integral de los jóvenes mediante el fortalecimiento de sus talentos y habilidades.

Resumen

La promesa fundamental de la educación superior ha sido históricamente la de actuar como el gran igualador social y el motor indiscutible del desarrollo económico. Se ha operado bajo la premisa de que la adquisición de un título universitario garantiza, casi de manera automática, la competencia profesional y la movilidad laboral ascendente; sin embargo, en el umbral de 2025, esta promesa se enfrenta a una crisis de validación profunda. Mientras las universidades gradúan a una cantidad récord de profesionales cada año, el sector productivo reporta una dificultad sin precedentes para encontrar talento humano capaz de resolver problemas reales y complejos. Esta paradoja, conocida globalmente como la "brecha de habilidades" o *skills gap*, sugiere una realidad incómoda: el éxito académico, medido tradicionalmente en calificaciones y diplomas, ha dejado de ser un predictor fiable del desempeño profesional exitoso. El escenario actual en América Latina y el Caribe resulta particularmente revelador y preocupante; según datos recientes del Banco Interamericano de Desarrollo [1], cerca del 40% de las empresas en la región identifican la falta de competencias prácti-

cas como el principal obstáculo para su crecimiento. Este dato señala una desconexión crítica y alarmante entre lo que se enseña en las aulas universitarias y lo que se ejecuta diariamente en los puestos de trabajo. A esta situación se suma el diagnóstico de la Organización Internacional del Trabajo [2], que advierte sobre un desajuste estructural severo: los jóvenes de hoy cuentan con mayores niveles de instrucción formal que cualquier generación anterior, pero enfrentan tasas de desempleo y subempleo alarmantes debido a la carencia de competencias transversales y digitales necesarias para navegar el mercado moderno.

No obstante, reducir este problema a una simple desactualización de los planes de estudio sería un error reduccionista que ignora la raíz del conflicto. La incapacidad para aplicar lo aprendido no es solo un fallo curricular, sino un fenómeno cognitivo, pedagógico y humano sumamente complejo. En una era dominada por la omnipresencia de la información y la irrupción acelerada de la Inteligencia Artificial, el desafío ya no reside en el acceso al conocimiento, sino en su "movilización". El verdadero reto es la habilidad del estudiante para llevar conocimientos teóricos a situaciones concretas, inciertas y cambiantes; asimismo, los alumnos deben desarrollar la capacidad para manejar la ansiedad y la presión que estos escenarios de alta exigencia generan.

Este artículo busca abordar esta problemática de manera más profunda; a través de un análisis integral y humano se examinan las barreras invisibles que limitan la aplicación del conocimiento. Esto incluye los procesos neurológicos de la retención, la influencia de la salud mental, el impacto de la gamificación y la necesidad urgente de una nueva ética tecnológica. Se sostiene la hipótesis de que la competencia aplicativa solo se puede lograr mediante una transformación amplia que redefina el papel del educador. Esto abarca la planificación y disposición de los escenarios educativos y, fundamentalmente, la forma en que entendemos el error y la evaluación en la formación universitaria.

Palabras clave: conocimiento teórico, aplicación práctica, educación superior, aprendizaje activo, brecha de habilidades

Explicación del tema

El primer obstáculo en el camino hacia el conocimiento aplicativo surge en la fase misma de adquisición. Para que un estudiante pueda aplicar un concepto, primero debe comprenderlo profundamente; sin embargo, investigaciones recientes sugieren que gran parte de los universitarios oscilan peligrosamente entre un enfoque superficial, entendido como la memorización de datos para aprobar un examen, y un enfoque profundo que busca el significado real detrás de la teoría. Un estudio realizado por Rada Serpa [3] con estudiantes de educación superior reveló una realidad dual: aunque el 53.35% muestra una inclinación hacia el aprendizaje profundo, un preocupante 46.7% todavía opera bajo estrategias superficiales. Esto implica que casi la mitad de los alumnos están reteniendo información solo el tiempo suficiente para rendir una evaluación, sin generar las conexiones neuronales necesarias para su uso futuro. Este fenómeno se agrava cuando las metodologías docentes no fomentan la reflexión crítica, pues cuando el sistema premia la repetición literal de conceptos, el estudiante no experimenta la necesidad de procesar la información a un nivel cognitivo superior, como las fases de análisis o evaluación planteadas en la Taxonomía de Bloom.

Por consiguiente, la comprensión real (aquella que permite la aplicación) requiere imperativamente que el estudiante relacione la nueva información con sus experiencias previas y emociones, transformando así datos aislados en conocimiento estructurado y significativo.

Una vez comprendido el concepto, el siguiente reto monumental dentro del proceso cognitivo es evitar que la información se desvanezca de la memoria. La neurociencia educativa ha demostrado que la retención no depende únicamente de la capacidad mnemónica aislada del individuo, sino de la activación frecuente de los circuitos neuronales, puesto que el cerebro tiende a depurar aquello que no considera útil para la supervivencia o la resolución de problemas inmediatos. En este sentido, Lara et al. [4] destacan en su investigación que las estrategias de enseñanza activa tienen un efecto directo y potente en la retención del conocimiento a largo plazo. Sus hallazgos confirman que métodos como el intercambio argumentativo, el abordaje colectivo de problemas y la aplicación de la práctica espaciada en

intervalos favorecen de manera significativa la tasa de recuerdo en comparación con las clases magistrales pasivas. Por el contrario, la retención fallida es a menudo la culpable de la denominada incompetencia inconsciente en el entorno laboral; el graduado cree que posee el saber porque alguna vez lo estudió, pero al no haber utilizado esa información de forma dinámica durante su formación, las conexiones sinápticas se debilitan hasta desaparecer. Frente a esto, Delcker et al. [5] sostienen que el aprendizaje personalizado, actualmente respaldado por tecnologías de inteligencia artificial, resulta esencial para mitigar este olvido estructural, ya que permite adaptar las revisiones y las sesiones de práctica a la curva de pérdida de información individual de cada estudiante, respetando con ello su propio ritmo cognitivo.

Esta transición nos conduce a la fase crítica donde ocurre o falla la transferencia del aprendizaje; es decir, el momento de la verdad en el entorno educativo. Álvarez [6] argumenta que la educación superior debe evolucionar urgentemente hacia procesos de evaluación transformacional, donde el estudiante no solo demuestre lo que sabe escribiéndolo en un papel, sino que participe activamente en la creación de soluciones reales. Su investigación señala que cuando los educandos desempeñan un papel dinámico dentro del desarrollo educativo y participativo en su propia evaluación, la capacidad de transferir lo aprendido a contextos nuevos aumenta drásticamente. De este modo, el problema del conocimiento inerte definido como aquella información que se posee, pero no se utiliza se resuelve mediante los postulados de la cognición situada; los estudiantes universitarios actúan como canales efectivos de transferencia de conocimiento hacia las organizaciones solo cuando han sido expuestos a problemas auténticos durante su formación profesional.

Asimismo, estudios presentados en congresos recientes [7] enfatizan que la capacidad de absorción y la cultura innovadora son factores determinantes en este proceso. Si la universidad no simula el entorno de presión, incertidumbre y toma de decisiones del mundo real, el estudiante comprende y retiene la teoría, pero se bloquea psicológicamente al intentar utilizarla ante la complejidad de un problema profesional real. Uno de los hallazgos más relevantes en la literatura académica reciente es que la modalidad y el diseño de la evaluación determinan inevitablemente la manera en que los estudiantes gestionan su propio aprendizaje. Álvarez [6] introduce y defiende el concepto de procesos de evaluación transformacionales, argumentando que los exámenes tradicionales suelen medir únicamente la retención de información a corto plazo, pero fallan al predecir la competencia ejecutiva en entornos laborales.

Su estudio indica que, cuando se implementan evaluaciones participativas y colaborativas donde el estudiante debe demostrar su saber mediante proyectos reales o simulaciones de alta fidelidad, la brecha entre la teoría y la práctica disminuye drásticamente. Esta metodología obliga al alumno a movilizar y utilizar el conocimiento acumulado durante el desarrollo del examen mismo, convirtiendo el acto evaluativo en una experiencia de aprendizaje enriquecedora en lugar de un mero trámite administrativo o punitivo.

En el contexto actual, la tecnología juega un papel dual y fascinante dentro de las aulas universitarias. Por un lado, puede fomentar la pasividad intelectual si se limita a la recepción de información, pero, bien utilizada, se convierte en una herramienta potente para la personalización masiva del aprendizaje. Delcker [5] señalan que la Inteligencia Artificial y la analítica de aprendizaje permiten identificar patrones de riesgo de desconexión en los estudiantes antes de que el abandono o el rezago se consoliden; al adaptar los recursos educativos a las necesidades individuales mediante estas tecnologías, se logra una retención más sólida y significativa del conocimiento. Además, informes del Banco Interamericano de Desarrollo [1] sugieren que la familiaridad con herramientas tecnológicas avanzadas es, en sí misma, una competencia práctica que las empresas demandan con urgencia en la actualidad. Integrar estas herramientas en el aula no solo moderniza los procesos de enseñanza, sino que reduce de manera directa la brecha de habilidades digitales que las organizaciones reportan como crítica, un escenario complejo donde el sector productivo enfrenta un 41% de dificultad para cubrir vacantes de perfil tecnológico.

Finalmente, es vital reconocer que la aplicación del conocimiento no constituye un proceso cognitivo frío o meramente instrumental, sino una dinámica profunda-

mente ligada a la dimensión emocional del individuo. La disposición real para movilizar lo aprendido en entornos de práctica depende en gran medida de la motivación intrínseca y de la percepción de autoeficacia del propio estudiante. Rada Serpa [3] encontró que los alumnos que adoptan un enfoque profundo de aprendizaje suelen estar impulsados por una curiosidad genuina y por el deseo de alcanzar una sólida competencia profesional; por el contrario, el enfoque superficial se encuentra íntimamente vinculado al miedo al fracaso o a la presión externa ejercida por el sistema de calificaciones tradicionales. De este modo, sin un componente socioemocional que vincule el contenido teórico con los objetivos vitales y las pasiones del estudiante, la información es percibida como irrelevante y termina siendo descartada cognitivamente, lo que impide de forma definitiva su posterior aplicación en escenarios de la vida real.

Una de las razones principales por las que el conocimiento acumulado no se utiliza de forma efectiva radica en las fallas asociadas a la metacognición, entendida esta como la aptitud crítica para autorregular, monitorear y revisar el pensamiento personal y los propios procesos de aprendizaje. Muchos estudiantes universitarios experimentan en las aulas lo que la psicología cognitiva denomina la "ilusión de competencia": un fenómeno donde, al leer un texto académico y comprenderlo de manera pasiva en el momento, asumen erróneamente que dominan el tema en su totalidad. Sin embargo, Rada Serpa [3] sugiere en sus hallazgos que los estudiantes que operan bajo un enfoque de aprendizaje superficial carecen de estrategias sólidas de autorregulación. Al no monitorear activamente su propia asimilación de contenidos, estos alumnos no logran identificar con precisión cuándo ni dónde aplicar una teoría específica, lo que provoca que el conocimiento quede archivado en la memoria sin las etiquetas contextuales necesarias, haciendo imposible que el cerebro lo recupere de forma rápida y oportuna ante un problema real en el entorno profesional.

El conocimiento teórico suele enseñarse de forma tradicional en silos o compartimentos estancos, divididos en asignaturas separadas que rara vez dialogan entre sí. Sin embargo, los problemas de la vida real y del entorno productivo son intrínsecamente interdisciplinarios y caóticos. El informe del Banco Interamericano de Desarrollo [1] destaca que las empresas buscan habilidades transversales que integren diversos campos del saber; lamentablemente, los currículos actuales rara vez entrenan al estudiante para conectar, por ejemplo, una teoría matemática con un dilema ético social o una restricción presupuestaria. Esta fragmentación curricular crea una barrera estructural compleja: el estudiante posee las piezas individuales del rompecabezas de datos, pero nunca se le enseñó a armar la imagen completa de la solución, lo que resulta en una parálisis operativa evidente al momento de enfrentar la complejidad real del mercado laboral.

Existe una barrera psicológica crítica que a menudo se pasa por alto en los debates pedagógicos: el miedo. El sistema educativo tradicional penaliza de manera sistemática el error a través de la calificación, condicionando al estudiante desde las etapas tempranas a evitar la experimentación para protegerse de un juicio negativo. En la vida real, el conocimiento aplicativo requiere de forma obligatoria la iteración mediante dinámicas de prueba y error. Lara et al. [4] discuten de manera indirecta este fenómeno al promover entornos de aprendizaje activo donde el fallo es integrado como una parte natural del proceso pedagógico. Cuando el estudiante experimenta temor a equivocarse, prefiere omitir la acción y cae en la parálisis por análisis, dejando el conocimiento teórico en un estado latente y seguro, pero completamente inútil. De este modo, la utilización del saber exige una verdadera valentía cognitiva, una competencia blanda que, paradójicamente, suele ser desalentada en los entornos académicos rígidos que se encuentran centrados en la memorización de una respuesta correcta única.

La transición definitiva hacia un conocimiento aplicativo exige una reconfiguración drástica de la figura del profesor. El docente ya no puede sostenerse como el poseedor único de la verdad que imparte lecciones desde un estrado, sino que debe evolucionar hacia un arquitecto de experiencias de aprendizaje. Según Lozoya et al. [8], el éxito de las metodologías activas depende intrínsecamente de que el docente abandone la clase magistral unidireccional para convertirse en un guía que cuestiona, orienta y reta al alumnado. Si el profesor persiste en dictar cátedra sin permitir la

interrupción, el cuestionamiento o el debate, perpetúa la pasividad cognitiva del estudiante e impide que este ensaye y fortalezca sus propias estructuras mentales de aplicación antes de tener que enfrentarse al escrutinio implacable del entorno laboral.

A menudo se observa una situación frustrante en el ámbito universitario: el estudiante posee el conocimiento técnico duro, pero falla estrepitosamente al intentar aplicarlo por carecer de competencias transversales que viabilicen la ejecución práctica. El informe del Banco Interamericano de Desarrollo [1] subraya que habilidades como la comunicación asertiva, el trabajo en equipo, la empatía y el pensamiento crítico constituyen los vehículos indispensables que permiten extraer la teoría de la mente y ponerla en práctica en un entorno corporativo. Sin estas habilidades blandas, el conocimiento técnico se queda estancado y estéril, pues en la realidad profesional contemporánea ningún problema complejo se resuelve en aislamiento absoluto.

Un factor frecuentemente ignorado en la brecha de aplicación es la saturación mental provocada por currículos mal diseñados. Cuando un programa intenta abarcar una excesiva cantidad de contenidos teóricos en periodos de tiempo reducidos, se sobrecarga la memoria de trabajo del estudiante y se bloquea el procesamiento profundo necesario para la comprensión significativa. Investigaciones sobre retención de conocimientos como las desarrolladas por Lara et al. [4] sugieren implícitamente que la profundidad analítica debe priorizarse sobre la mera extensión temática. Al reducir estratégicamente la cantidad de contenidos curriculares para enfocarse en su práctica intensiva y reiterada, se facilita la transferencia hacia entornos de ejecución reales; por el contrario, un diseño instruccional saturado impide que el cerebro codifique la información en la memoria a largo plazo, lo que resulta en un aprendizaje puramente superficial que es descartado de forma biológica para otorgar espacio a nuevos datos inmediatos.

Existe un abismo logístico y temporal profundo entre los contenidos que se imparten en las aulas universitarias y las necesidades reales del mercado contemporáneo. Las instituciones de educación superior, debido a su propia naturaleza burocrática y administrativa, a menudo actualizan sus programas académicos a un ritmo considerablemente más lento del que evoluciona el sector productivo. La Organización Internacional del Trabajo [2] advierte sobre la urgencia de implementar sistemas de formación duales donde la empresa privada y las organizaciones participen de manera activa en el diseño curricular estratégico. Mientras la academia siga operando como una burbuja cerrada y autosuficiente, los estudiantes continuarán aprendiendo a resolver problemas teóricos de hace una década en lugar de entrenarse directamente con las herramientas, tecnologías y desafíos vigentes que demanda la industria actual.

El ser humano es social por naturaleza, y el conocimiento se aplica y consolida de mejor manera cuando se discute, se comparte y se refuta en comunidad, ya que el aprendizaje solitario rara vez simula la presión social real de un entorno laboral. Álvarez [6] valida esta premisa al demostrar que los entornos de evaluación colaborativa mejoran sustancialmente la transferencia de saberes; al tener que explicar una teoría a un compañero o defender una solución ante un grupo escéptico, el estudiante se ve obligado a reestructurar su propio conocimiento. Este ejercicio solidifica la comprensión y permite detectar lagunas conceptuales que, en un estudio de carácter individual y silencioso, pasarían totalmente desapercibidas hasta que es demasiado tarde en el ejercicio profesional.

La aplicación del conocimiento en el escenario contemporáneo no constituye un estado estático, puesto que lo que funciona en el presente puede quedar obsoleto en el corto plazo ante la velocidad vertiginosa del cambio tecnológico. En este contexto, la competencia suprema ya no radica en la acumulación pasiva de datos, sino en la capacidad de desaprender y reaprender continuamente. Delcker et al. [5] mencionan que, ante el avance de la inteligencia artificial, la cualidad más valiosa en el egresado es la plasticidad mental para adaptar los principios teóricos fundamentales a nuevos escenarios de alta complejidad. Por tanto, el objetivo final de la educación superior no debe centrarse únicamente en graduar a un individuo que posee un saber determinado, sino en formar a un profesional resiliente que sea plenamente capaz de movilizar y adecuar su conocimiento ante contextos cambiantes, inciertos e impredecibles. Para superar la barrera de la abstracción teórica, la gamificación ha emergido

como una estrategia potente que permite simular escenarios de riesgo controlado donde el estudiante puede fallar sin consecuencias catastróficas. Investigaciones recientes de Vimos-Rosacela y Cárdenas-Cordero [9] y Roca Soriano et al. [10] demuestran que el uso de dinámicas de juego en la educación superior aumenta significativamente la motivación intrínseca y facilita la interiorización de procesos complejos.

Al transformar el aprendizaje en una experiencia inmersiva mediante juegos serios, tal como argumenta Zakaria [11], el cerebro libera dopamina que refuerza las conexiones neuronales asociadas a la resolución de problemas; esto permite que el estudiante experimente la aplicación del conocimiento en un entorno dinámico que mimetiza con precisión las presiones, urgencias y recompensas del mundo real.

La capacidad de aplicar lo aprendido también está condicionada por el entorno físico y sensorial donde ocurre el aprendizaje, un campo profusamente estudiado por la neuroeducación. Nieves Fragozo [12] señala en una revisión sistemática que los estímulos ambientales como la iluminación, la disposición del mobiliario y el diseño acústico impactan directamente en la atención ejecutiva y la memoria de trabajo. Por ende, las instituciones que mantienen aulas rígidas y pasivas contradicen los principios biológicos del aprendizaje activo; por el contrario, aquellos espacios diseñados para la movilidad y la colaboración facilitan la plasticidad cerebral necesaria para la transferencia del conocimiento, tal como sugieren Solórzano Álava et al. [13].

Ante la disminución de los periodos de atención en las nuevas generaciones, el microaprendizaje o *microlearning* se posiciona como una solución de diseño instruccional efectiva para la asimilación de contenidos aplicables. Estudios de Machado Fiuza Fialho et al. [14] indican que fragmentar la información en píldoras de conocimiento concisas y directas facilita el procesamiento cognitivo y evita la saturación mental. Esta metodología no solo se alinea con los hábitos de consumo digital de los estudiantes, sino que, como confirma Sathiyaseelan [15], permite un acceso oportuno a la información bajo la modalidad *just-in-time*; esto posibilita que el alumno consulte y aplique conceptos específicos exactamente en el momento en que los necesita para resolver un problema práctico, reforzando con ello el vínculo entre la teoría y la práctica inmediata.

Finalmente, la utilización del conocimiento en el escenario de la educación superior conlleva ineludiblemente un componente ético transversal, especialmente ante la omnipresencia de las herramientas generativas. Ramírez Chávez y Litardo Caicedo [16] advierten que la universidad no solo debe enseñar a usar la inteligencia artificial para acelerar procesos operativos, sino fomentar un juicio crítico riguroso sobre su validez, confiabilidad y sesgos intrínsecos. La verdadera competencia aplicativa reside, por lo tanto, en saber cuándo delegar tareas a la tecnología y cuándo la intervención humana es insustituible, asegurando que el estudiante no se convierta en un operario pasivo de algoritmos, sino en un supervisor ético que utiliza los recursos tecnológicos para potenciar, y no para reemplazar, su propio razonamiento profesional [8, 9].

No se puede disociar la capacidad de aplicar conocimientos del estado de bienestar psicológico del estudiante, puesto que el estrés crónico y la ansiedad bloquean de manera directa las funciones ejecutivas del cerebro encargadas de la planificación y la toma de decisiones complejas. Un informe reciente sobre estrés académico desarrollado por Parra Vacacela [17] pone en evidencia que una proporción considerable de estudiantes universitarios presenta serias dificultades en su bienestar psicológico que merman su rendimiento general. Por consiguiente, las instituciones de educación superior deben integrar de forma prioritaria programas institucionales de apoyo emocional y desarrollo de la resiliencia [12, 13]. Un cerebro que se encuentra en un estado de alerta constante debido a la ansiedad prioriza los mecanismos biológicos de supervivencia por sobre el aprendizaje abstracto y profundo, lo que impide directamente la transferencia efectiva de saberes hacia situaciones nuevas en el entorno real.

Finalmente, la máxima expresión del conocimiento aplicativo ocurre cuando la universidad rompe sus muros tradicionales y colabora de manera directa con actores externos en modelos de innovación abierta. Galán-Muros y Roser-Chinchilla [18] explican que la transferencia de conocimientos se optimiza significativamente cuando los estudiantes participan en proyectos de vinculación que involucran de forma simultánea a

la academia, la empresa privada y el gobierno. Este enfoque de triple hélice no solo valida el aprendizaje en contextos reales, sino que empodera al estudiante como un agente activo de cambio social, demostrándole que su conocimiento teórico posee el poder tangible de influir en el diseño de políticas públicas o de mejorar la competitividad empresarial a través de la experiencia práctica directa [2, 17].

Bajo esta misma lógica de apertura, es necesario reconocer que históricamente la educación superior ha diseñado sus métodos instruccionales para un cerebro promedio inexistente, excluyendo involuntariamente a mentes neurodivergentes como personas con TDAH, autismo o dislexia que a menudo poseen capacidades excepcionales para la resolución creativa de problemas complejos. Investigaciones desarrolladas por Armstrong [19] argumentan que la brecha de aplicación se ensancha de forma crítica cuando se obliga a los estudiantes neurodivergentes a demostrar su saber a través de evaluaciones estandarizadas rígidas que bloquean sus funciones ejecutivas. El verdadero salto cualitativo ocurre cuando las universidades adoptan un enfoque de diseño universal para el aprendizaje, permitiendo que estos alumnos apliquen sus conocimientos a través de rutas metodológicas no lineales; al hacerlo, no solo se valida su proceso de asimilación, sino que se inyecta en el mercado laboral un talento humano capaz de identificar patrones y soluciones innovadoras que el pensamiento neurotípico suele ignorar.

En el escenario contemporáneo, saber aplicar una teoría sin considerar detenidamente su impacto ambiental representa una forma de analfabetismo funcional. Un estudio desarrollado por la UNESCO [20] revela una nueva brecha crítica en la formación universitaria: muchos graduados dominan a la perfección las habilidades técnicas tradicionales de su carrera, pero carecen de la capacidad operativa para ejecutarlas bajo criterios estrictos de sostenibilidad y economía circular. Frente a esto, la denominada eco-aplicación exige que el estudiante no solo resuelva un problema determinado de ingeniería, negocios o salud, sino que lo haga minimizando la huella de carbono y promoviendo la regeneración de recursos. Las universidades que omitan integrar la variable climática como un eje transversal en la aplicación práctica de sus asignaturas estarán formando profesionales obsoletos antes de graduarse, incapaces de operar con éxito en una economía global que penaliza severamente la ineficiencia ecológica.

Es imperativo elevar el discurso educativo actual más allá de la resiliencia tradicional. Mientras que la resiliencia se define comúnmente como la capacidad de un sistema o individuo para resistir el estrés traumático y retornar a su estado original de equilibrio, el concepto de antifragilidad, introducido por Nassim Taleb y adaptado al contexto pedagógico universitario por García-Peñalvo (2024) [21], propone una evolución mucho más ambiciosa: la capacidad de mejorar, fortalecerse y evolucionar precisamente gracias al caos, la volatilidad y el desorden. En el ecosistema laboral contemporáneo, el mercado no es simplemente un entorno difícil o exigente, sino un sistema complejo adaptativo donde las variables cambian de manera no lineal y a menudo violenta; por tanto, enseñar a los estudiantes meramente a soportar la presión o a aguantar la adversidad resulta insuficiente y hasta peligroso, pues los prepara para sobrevivir en un mundo estático que ya no existe.

Por consiguiente, el nuevo imperativo pedagógico debe centrarse en el diseño deliberado de escenarios de aprendizaje antifrágiles, lo que implica que los currículos deben abandonar la linealidad predecible para incorporar elementos estocásticos o aleatorios. García-Peñalvo [21] argumenta que la educación superior debe funcionar como un simulador de vuelo avanzado donde el fallo de motor no se anuncia, sino que ocurre de improviso en medio de la evaluación. Al introducir cambios imprevistos de variables, reducciones súbitas de recursos o modificaciones en los plazos de entrega sin previo aviso, se entrena al estudiante para que omitir la parálisis ante la crisis. El objetivo es que, al enfrentar problemas reales, el futuro profesional no solo sobreviva al impacto, sino que utilice esa incertidumbre como combustible para la innovación; se trata de transformar el error o el cambio abrupto en una ventaja de ejecución inmediata, desarrollando una mentalidad que deja de temer a la volatilidad para empezar a requerirla como mecanismo de crecimiento.

Este enfoque desafía la estructura tradicional de la rúbrica fija y la planificación inamovible, sugiriendo que la sobreprotección académica genera profesionales

frágiles. Si se elimina toda variabilidad y riesgo del entorno de aprendizaje, se priva al cerebro del estudiante de la necesidad de generar nuevas estrategias adaptativas. La antifragilidad en el aula enseña que el estrés, en dosis controladas y significativas, constituye información vital; de este modo, el alumno aprende a navegar la complejidad no mediante la memorización de protocolos de emergencia, sino a través del desarrollo de una plasticidad cognitiva que le permite reconfigurar sus herramientas teóricas en tiempo real, convirtiendo los obstáculos inesperados en nuevos caminos hacia la solución.

La abstracción teórica encuentra su límite mortal allí donde comienza la física del prototipado. En la última década, la brecha entre lo que se piensa y lo que realmente funciona se ha hecho evidente, y es aquí donde el auge de los laboratorios de fabricación o *FabLabs* y la cultura *maker* dentro de las facultades se ha consolidado como uno de los puentes más sólidos y necesarios entre la mente académica y la realidad operativa. Según la extensa investigación de Martínez-Comesaña [22], existe una diferencia neurológica y procedimental abismal entre diseñar una solución en papel y construirla directamente con las manos. Cuando un estudiante se ve obligado a materializar sus ideas, ya sea construyendo un circuito, imprimiendo un modelo tridimensional arquitectónico o programando un recurso robótico tangible, se activan procesos cognitivos de corrección automática y pensamiento sistémico que la teoría pura jamás logra detonar.

Esta “materialización del pensamiento” cierra la brecha de habilidades de una forma contundente y honesta, puesto que enfrenta al alumno a las leyes innegables de la física, la resistencia de los materiales y la logística de suministros. En el plano teórico o en la simulación digital idealizada, todos los elementos tienden a funcionar de manera perfecta; sin embargo, en el prototipo físico, la realidad impone sus reglas no negociables: las piezas no encajan con precisión, los materiales se rompen bajo tensión estructural o el código lógico no responde de forma esperada al hardware. Martínez-Comesaña [22] destacan que este proceso de fricción constante con la realidad obliga al estudiante a ingresar en un ciclo iterativo de prueba y error rápido; de este modo, la dinámica académica se transforma profundamente, ya que no se trata de estudiar de forma pasiva para aprobar una evaluación, sino de iterar sistemáticamente para lograr que una solución funcione en el entorno real.

La cultura *maker* transforma al estudiante de un consumidor pasivo de información tecnológica a un productor activo de soluciones tangibles, fomentando una comprensión profunda de la cadena de valor, pues el alumno debe considerar no solo la funcionalidad final, sino también la viabilidad de fabricación, los costes y la sostenibilidad de los materiales utilizados. Al democratizar el acceso a las herramientas de fabricación digital en las universidades, se está recuperando el aprendizaje kinestésico perdido, validando con ello que la inteligencia no reside únicamente en la capacidad de abstracción matemática o verbal, sino en la competencia para manipular el entorno físico y dar forma a las ideas. Este "saber hacer" construye una confianza profesional inquebrantable, pues el graduado sabe que sus conocimientos no son solo hipótesis teóricas, sino herramientas probadas que pueden modificar la realidad de manera directa.

El paradigma del trabajo en equipo ha sufrido una metamorfosis irreversible en el ámbito profesional contemporáneo. Si bien la colaboración presencial sigue teniendo valor, considerarla como la única modalidad válida constituye una visión anclada en el siglo XX. De este modo, la competencia crítica que define al profesional de alto rendimiento es la capacidad de colaborar eficazmente sin compartir tiempo ni espacio físico; es decir, la gestión estratégica de la asincronía. El auge del trabajo híbrido y los equipos globales ha revelado una carencia alarmante en las aulas universitarias: muchos graduados que se muestran como excelentes comunicadores en el cara a cara o en reuniones por videoconferencia, fracasan estrepitosamente al intentar gestionar proyectos complejos a través de plataformas digitales asíncronas, entornos donde la respuesta no es inmediata y el lenguaje corporal no existe.

Sánchez-Rivas [23] destacan en sus hallazgos que la aplicación efectiva del conocimiento en la economía digital depende hoy de una nueva "etiqueta digital colaborativa" y de una alfabetización profunda en herramientas de gestión de flujo de trabajo. Esto implica dominar con rigor el arte de la documentación de

procesos; en un entorno asíncrono, si una directriz o avance no está escrito, simplemente no existe. Por lo tanto, el estudiante debe aprender a comunicar ideas complejas por escrito de forma concisa, estructurada e inequívoca, garantizando que un colega ubicado en otra zona horaria pueda comprender y continuar el trabajo de manera autónoma sin necesidad de una reunión explicativa. Bajo esta perspectiva, la dependencia excesiva de la "reunión sincrónica" para resolver dudas operativas es evaluada hoy como un síntoma de ineficiencia que las empresas de alto rendimiento penalizan de forma severa.

Si la universidad sigue exigiendo una presencialidad absoluta para la ejecución de todos los trabajos grupales o, por el contrario, fomenta de forma indirecta el uso de canales informales y efímeros como la mensajería instantánea para la gestión de proyectos corporativos, está privando al estudiante de un entrenamiento vital para el entorno actual. Sánchez-Rivas [23] advierten que se debe instruir rigurosamente en el uso de ecosistemas colaborativos profesionales no como simples herramientas tecnológicas de software, sino como verdaderas metodologías de "transparencia radical y trazabilidad" operativa. Bajo este enfoque, la inteligencia colaborativa asíncrona requiere de una profunda disciplina, autonomía y una capacidad de anticipación superior, puesto que obliga al estudiante a prever con exactitud qué información o recursos necesitarán sus compañeros en el futuro inmediato. Integrar de forma definitiva estas dinámicas complejas dentro de la evaluación académica regular constituye la única vía para preparar un talento humano que sea verdaderamente capaz de operar con éxito en las cadenas de valor globales, descentralizadas y digitalizadas que dominan la actualidad.

En la era de la automatización cognitiva, el mayor riesgo no radica en que la inteligencia artificial se equivoque, sino en que el graduado universitario asuma de forma acrítica que esta siempre tiene la razón. Surge así la necesidad urgente de desarrollar una profunda "intuición algorítmica" en las aulas. Investigaciones recientes de Castañeda y Selwyn [24] alertan sobre el preocupante fenómeno del "sesgo de automatización" en estudiantes universitarios, quienes tienden a aceptar de manera pasiva los resultados de una IA generativa sin cuestionar en absoluto la lógica subyacente. La aplicación real del conocimiento en el escenario contemporáneo exige que el estudiante abra de forma decidida la "caja negra"; por ende, no basta con saber utilizar operativamente la herramienta, sino que es imperativo saber interrogarla. Las instituciones de educación superior deben transicionar con urgencia desde un modelo centrado en enseñar a "obtener respuestas" hacia uno enfocado en enseñar a "auditar procesos". Esto implica una sólida formación técnico-humanista donde el alumno sea plenamente capaz de detectar alucinaciones de datos, sesgos éticos en el código y limitaciones lógicas en las predicciones de la máquina. Un profesional que aplica ciegamente una recomendación algorítmica en campos como la medicina, el derecho o la ingeniería, sin pasarla previamente por el filtro riguroso de su propio juicio experto, no constituye un activo para su organización, sino un pasivo de alto riesgo legal y operativo.

La estructura rígida de las mallas curriculares tradicionales, diseñadas originalmente para durar cinco años, resulta completamente incompatible con un conocimiento tecnológico y profesional que caduca en la actualidad cada dieciocho meses. El concepto de "currículo líquido", analizado en sus fundamentos sociológicos por Zygmunt Bauman [25], propone la disolución definitiva de las asignaturas estancas en favor de microcredenciales apilables e interconectadas. Bajo esta perspectiva, la brecha teórico-práctica se cierra cuando permitimos que el estudiante "construya" su propia ruta de aprendizaje en tiempo real, integrando certificaciones directas de la industria tecnológica global dentro de los créditos académicos oficiales. Este enfoque innovador valida que el aprendizaje ocurre en múltiples ecosistemas de forma simultánea; por lo tanto, si un estudiante adquiere una competencia avanzada fuera del aula, la universidad debe poseer los mecanismos institucionales para reconocer, validar e integrar ese saber de manera inmediata, en lugar de obligarlo a cursar una materia redundante u obsoleta. La educación superior se transforma así en una plataforma dinámica de curaduría de competencias, donde el título final ya no representa un diploma estático, sino un portafolio evolutivo de habilidades verificadas que se transforma junto con las demandas reales del mercado.

La realidad no se divide en departamentos académicos; los problemas del mundo real son desordenados, caóticos y no respetan en absoluto las fronteras artificiales entre la biología, la economía y la sociología. Sin embargo, el sistema de educación superior continúa formando de manera persistente a sus estudiantes en silos aislados. Morin y colaboradores, en sus estudios más recientes sobre la complejidad (2024), argumentan que la incapacidad sistémica para aplicar conocimientos prácticos se debe fundamentalmente a la hiperespecialización temprana. Para resolver de forma efectiva los llamados "problemas perversos" tales como el cambio climático o las crisis sanitarias globales, se necesita con urgencia una transdisciplinariedad radical. Esto implica diseñar proyectos de aplicación práctica donde un ingeniero, un filósofo y un diseñador gráfico deban colaborar de manera obligatoria para aprobar la asignatura; por lo tanto, no se trata simplemente de lograr que "trabajen juntos", sino de que aprendan activamente los lenguajes epistemológicos del otro. Cuando el estudiante se ve forzado a traducir su conocimiento técnico para que este tenga un sentido operativo en otro dominio del saber, alcanza un nivel de comprensión profunda y metacognición que la enseñanza monodisciplinar nunca logra detonar. Al fin y al cabo, la innovación disruptiva surge siempre en las intersecciones, no en el centro de las disciplinas.

Tradicionalmente, el flujo de conocimiento se ha estructurado de manera unidireccional, fluyendo desde el profesor experto hacia el alumno novato; sin embargo, la velocidad del cambio tecnológico contemporáneo ha creado una asimetría inédita donde los estudiantes, a menudo, dominan las herramientas digitales y las dinámicas culturales emergentes mucho mejor que sus propios docentes. Gallego-Arrufat [26] proponen la institucionalización de la "mentoría inversa" como una estrategia pedagógica de alto impacto para los entornos universitarios. En este modelo, los roles tradicionales se intercambian temporalmente: el estudiante instruye al catedrático sobre el uso de nuevas plataformas, tendencias de consumo digital o inteligencias artificiales, mientras que el docente aporta el contexto histórico, la ética profesional y la visión estratégica. Este ejercicio de humildad académica produce un doble efecto sumamente potente, puesto que empodera al estudiante al validar su conocimiento previo y aumentar su autoeficacia, al mismo tiempo que actualiza al docente en tiempo real. Al romper la jerarquía vertical rígida, se edifica una comunidad de aprendizaje horizontal mucho más cercana a las estructuras ágiles de las organizaciones modernas, logrando cerrar de manera definitiva la brecha cultural y operativa entre generaciones.

Finalmente, saber "cómo" hacer algo resulta sumamente peligroso si no se comprende con claridad "para qué" se realiza y "qué pasará después". Muchas de las crisis contemporáneas más agudas tales como el impacto de las redes sociales en la salud mental o la relación entre los algoritmos y la polarización política constituyen el resultado directo de aplicaciones técnicas brillantes que ignoraron por completo sus implicaciones a largo plazo; por lo tanto, la educación superior debe integrar la "prospectiva ética" como una competencia técnica indispensable, y no meramente como un añadido humanista de carácter opcional. Di Pietro y colegas [27] sugieren bajo esta premisa que cada proyecto práctico estudiantil debe incluir de forma obligatoria un análisis riguroso de impacto futuro enfocado en las "consecuencias de segundo orden". De este modo, el estudiante no solo debe entregar una solución que funcione de manera óptima en la actualidad bajo criterios de eficacia técnica, sino que se encuentra compelido a elaborar un escenario prospectivo de lo que sucedería si su propuesta escalara a millones de usuarios en un horizonte de diez años. Esta capacidad de anticipación profunda, que permite ver más allá de la inmediatez del entregable académico, es lo que distingue a un operario técnico de un verdadero líder profesional; al fin y al cabo, entrenar la mirada a largo plazo vacuna eficazmente al mercado contra la innovación irresponsable y forma ciudadanos plenamente capaces de dirigir el desarrollo tecnológico en lugar de ser atropellados por él.

Conclusiones

El análisis integral desplegado a lo largo de esta investigación permite afirmar con contundencia que la discrepancia entre lo aprendido a nivel teórico y su ejecución en la realidad dentro de la educación superior no obedece a una causa única, sino que representa la

manifestación visible de un problema sistémico con profundas raíces cognitivas, metodológicas, ambientales y emocionales. En primer término, esta situación evidencia que el modelo educativo dominante aún mantiene una marcada herencia enciclopedista, la cual privilegia la acumulación cuantitativa de datos por sobre su procesamiento en profundidad. Como demostraron Rada Serpa [3] y Lara et al. [4], mientras los planes de estudio continúen estructurándose como un compendio de contenidos fragmentados y la evaluación tradicional siga castigando el error en lugar de integrarlo como un valioso instrumento pedagógico, los estudiantes optarán por estrategias de aprendizaje predominantemente superficiales. Estas tácticas, si bien conducen a un éxito académico temporal, lo hacen a costa de la excelencia formativa, dando lugar al complejo fenómeno del "conocimiento inerte", aquel saber que se desvanece inmediatamente después de haber sido evaluado.

Pero la respuesta va más allá de simplemente actualizar las mallas curriculares; requiere de una reestructuración y una reevaluación profundas de la pedagogía misma. El cambio hacia un aprendizaje situado y activo, en el cual el docente abandona su pedestal tradicional como mero transmisor para convertirse en un facilitador de experiencias [4], constituye un imperativo ineludible. Sin embargo, este giro de paradigma no surtirá efecto si no se conjuga de manera directa con una "evaluación transformacional" [3] que impulse al estudiante a aplicar su saber en escenarios de incertidumbre real. Los hallazgos recopilados indican que es solo cuando la universidad abre sus muros y se asocia con la industria y el gobierno en modelos de innovación abierta (Galán-Muros y Roser-Chinchilla, 2024) que el alumno logra visualizar cómo la teoría posee una aplicación palpable. Es en este punto de convergencia donde se traslada la abstracción académica hacia soluciones tangibles que generan un impacto positivo en el tejido social y productivo.

Al mismo tiempo, el entorno contemporáneo añade nuevas variables complejas al problema y le otorga otra dimensión. Con la presencia ubicua de la inteligencia artificial y la automatización (Castañeda y Selwyn, 2024; [16]), el valor educativo se ha trasladado decisivamente desde el "conocer qué" hacia el "conocer cómo" y el "conocer para ser"; en tal sentido, la mera competencia técnica se deprecia aceleradamente si no se la acompaña de habilidades blandas, una sólida ética digital y una adecuada salud mental (Solórzano Álava et al., 2024). Por ende, las instituciones que ignoren los aportes de la neuroeducación (Nieves Fragozo, 2024) o subestimen el impacto directo del bienestar emocional en el rendimiento cognitivo sostenible estarán formando profesionales incompletos: técnicamente aptos, pero humanamente frágiles ante la presión del mercado laboral. Bajo esta mirada, la gamificación [9] y el microaprendizaje [14] dejan de ser modas pasajeras para consolidarse como estrategias didácticas necesarias que alinean la enseñanza con los ritmos cognitivos y digitales de las nuevas generaciones.

En definitiva, cerrar la brecha entre la teoría y la práctica exige una visión holística donde la tecnología, la pedagogía y la psicología se entrelacen armónicamente. El objetivo final de la educación superior contemporánea ya no puede limitarse a la certificación de saberes estáticos, sino que debe aspirar decididamente a la formación de una "ciudadanía profesional" resiliente y adaptativa. De este modo, solo mediante la integración de entornos de aprendizaje inmersivos, el fomento de la metacognición crítica y el respeto profundo por los procesos neurobiológicos del aprendizaje, será posible transformar a los estudiantes en verdaderos agentes de cambio; ellos serán plenamente capaces de navegar la complejidad del siglo XXI, demostrando con su práctica que la verdadera excelencia académica no reside en cuánto se sabe, sino en cuánto bien se puede hacer con lo que se sabe.

Referencia

[1] Banco Interamericano de Desarrollo, “Encuesta de demanda de habilidades laborales: Ecuador 2024,” 2024. [Online]. Available: https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/Que-habilidades-necesitan-las-empresas-en-Ecuador-Encuesta-de-Demanda-de-Habilidades-Laborales-Ecuador-2024.pdf

[2] Organización Internacional del Trabajo, “Panorama laboral 2024: América latina y el caribe,” 2024. [Online]. Available:

https://www.ilo.org/es/publications/serie-panorama-laboral-en-america-latina-y-el-caribe-2024-cerrar-la-brecha-0

[3] T. N. Rada Serpa, "Profundidad vs. superficialidad: un análisis de los enfoques de aprendizaje en estudiantes de administración de empresas de la umsa," *Revista Científica de Publicación del Centro Psicopedagógico*, vol. 11, no. 2, pp. 45–56, 2024. [Online]. Available: http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S2518-82832024000200045&script=sci_arttext

[4] G. Lara, L. Ramos-Merino, and M. Zabala-Machado, "Estrategias de enseñanza activa y su efecto en la retención del conocimiento," *Revista Científica Multidisciplinar HEXACIENCIAS*, vol. 2, no. 1, pp. 15–28, 2025. [Online]. Available: http://soeici.org/index.php/hexaciencias/article/view/521

[5] J. Delcker *et al.*, "Análisis de estrategias innovadoras para retención estudiantil con inteligencia artificial," *European Public & Social Innovation Review*, vol. 9, pp. 1–15, 2024. [Online]. Available: https://epsir.net/index.php/epsir/article/view/440

[6] M. Álvarez, "Transferencia de aprendizajes estudiantiles en educación superior desde procesos de evaluación transformacionales," *European Public & Social Innovation Review*, vol. 10, pp. 1–14, 2025. [Online]. Available: https://doi.org/10.31637/epsir-2025-1751

[7] Congreso NODOS, Ed., *Actas del Congreso Internacional sobre Innovación Pedagógica y Praxis Educativa.* Editorial Octaedro, 2024. [Online]. Available: https://www.dykinson.com/libros/actas-del-congreso-internacional-nodos-del-conocimiento-2023/9788411708660/

[8] N. R. Lozoya, K. I. Holguín Magallanes, and I. L. Chávez Márquez, "Aprendizaje activo en la educación superior como enfoque pedagógico," *European Scientific Journal*, vol. 20, no. 1, p. 17, 2024. [Online]. Available: https://doi.org/10.19044/esj.2024.v20n1p17

[9] E. M. Vimos-Rosacela and N. M. Cárdenas-Cordero, "Gamificación en educación superior: desafíos y propuesta para docentes," *Revista Metropolitana de Ciencias Aplicadas*, vol. 7, no. S2, pp. 231–241, 2024. [Online]. Available: https://remca.umet.edu.ec/index.php/REMCA/article/view/747

[10] D. A. Roca Soriano *et al.*, "El impacto de la gamificación en la motivación estudiantil," *Ciencia y Reflexión*, vol. 4, no. 3, pp. 1608–1622, 2025. [Online]. Available: https://doi.org/10.70747/cr.v4i3.575

[11] N. Zakaria, "Integración de ia y gamificación en la educación superior para la optimización del e-learning," *Frontiers in Computer Science*, vol. 7, p. 1587040, 2025. [Online]. Available: https://www.frontiersin.org/journals/computer-science/articles/10.3389/fcomp.2025.1587040/full

[12] I. L. Nieves Fragozo, "La neuroeducación en la práctica pedagógica: Una revisión sistemática," *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, vol. 8, no. 2, pp. 6065–6085, 2024. [Online]. Available: https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9565983

[13] W. L. Solórzano Álava *et al.*, "La neuroeducación en la formación docente," *Revista Científica ALCON*, vol. 4, no. 1, pp. 24–36, 2024. [Online]. Available: https://soeici.org/index.php/alcon/article/view/63

[14] L. Machado Fiuza Fialho *et al.*, "El uso del microaprendizaje en el ámbito educativo," *Edutec Revista Electrónica*, no. 88, pp. 7–23, 2024. [Online]. Available: https://doi.org/10.21556/edutec.2024.88.3123

[15] B. Sathiyaseelan *et al.*, "Microaprendizaje y rendimiento del aprendizaje en la educación superior," *Revista de Aprendizaje para el Desarrollo*, vol. 11, no. 1, pp. 1–14, 2024. [Online]. Available: https://jl4d.org/index.php/ejl4d/article/view/752/992

[16] M. A. Ramírez Chávez and L. G. Litardo Caicedo, "Ética y responsabilidad en el uso de inteligencia artificial," *Estudios y Perspectivas*, vol. 5,

no. 2, pp. 66–84, 2025. [Online]. Available: https://estudiosyperspectivas.org/index.php/EstudiosyPerspectivas/article/view/1095

[17] A. E. Parra Vacacela and E. D. P. Loza, "EL ESTRÉS ACADÉMICO EN LOS ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS," *Revista Científica y Arbitrada de Ciencias Sociales y Trabajo Social Tejedora*, vol. 7, no. 13, pp. 31–47, 3 2024. [Online]. Available: https://publicacionescd.uleam.edu.ec/index.php/tejedora/article/view/624

[18] J. Roser-Chinchilla and V. Galán-Muros, "Transferencia de conocimientos de las universidades a los gobiernos: aprovechar la experiencia académica para mejorar las políticas - UNESCO Biblioteca Digital," 2025. [Online]. Available: https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000392375_spa.locale=es

[19] M. Lopera Murcia, "Thomas Armstrong (2012): El poder de la neurodiversidad. Las extraordinarias capacidades que se ocultan tras el autismo, la hiperactividad, la dislexia y otras diferencias cerebrales. Barcelona: Espasa Libros." 6 2017. [Online]. Available: https://redis.cedid.es/index.php/redis/article/view/340

[20] UNESCO, "La UNESCO presenta la plataforma de competencias para el futuro para," 2025. [Online]. Available: https://www.unesco.org/es/articles/la-unesco-presenta-la-plataforma-de-competencias-para-el-futuro-para-empoderar-los-jovenes-de-todo

[21] F. J. Garcia-Peñalvo, F. Llorens-Largo, and J. Vidal, "La nueva realidad de la educacion ante los avances de la inteligencia artificial generativa," 2024. [Online]. Available: https://www.redalyc.org/journal/3314/331475280001/

[22] M. Martínez-Comesaña, X. Rigueira-Díaz, A. Larrañaga-Janeiro, J. Martínez-Torres, I. Ocarranza-Prado, and D. Kreibel, "Impacto de la inteligencia artificial en los métodos de evaluación en la educación primaria y secundaria: revisión sistemática de la literatura," *Revista de Psicodidáctica*, vol. 28, no. 2, pp. 93–103, 7 2023. [Online]. Available: https://doi.org/10.1016/j.psicod.2023.06.001

[23] A. Cívico Ariza, "Sánchez-Rivas, E., Colomo-Magaña, E. y Ruiz-Palmero, J. (2020). Tecnologías de la información y la comunicación en contextos educativos. Madrid: Síntesis, 198 pp." *Bordón. Revista de Pedagogía*, vol. 73, no. 2, pp. 153–154, Jul. 2021. [Online]. Available: https://recyt.fecyt.es/index.php/BORDON/article/view/86855

[24] L. J. Castañeda Quintero, N. Selwyn, and J. M. Duart Montoliu, "Reiniciando la universidad: buscando un modelo de universidad en tiempos digitales," 2019. [Online]. Available: https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=868763

[25] Z. Bauman, "Education in Liquid Modernity," *The Review of Education Pedagogy Cultural Studies*, vol. 27, no. 4, pp. 303–317, 10 2005. [Online]. Available: https://doi.org/10.1080/10714410500338873

[26] M. J. Gallego-Arrufat, I. García-Martínez, M. A. Romero López, and N. Torres-Hernández, "Digital rights and responsibility in education: a scoping review," 2024. [Online]. Available: https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9274447

[27] G. Di Pietro and J. C. Muñoz, "A meta-analysis on the effect of technology on the achievement of less advantaged students," *Computers Education*, vol. 226, p. 105197, 11 2024. [Online]. Available: https://doi.org/10.1016/j.compedu.2024.105197



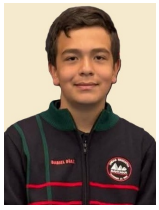
REVISTA

JUVENTUD Y CIENCIA SOLIDARIA:

En el camino de la investigación

Un S.O.S por nuestros glaciares

Dariel Sebastián Díaz Cueva, Dariel Díaz Arce



Mi nombre es **Dariel Sebastián Díaz Cueva**, tengo 11 años. Soy estudiante de séptimo año de Educación General Básica en la Unidad Educativa Santana y primer hijo de una familia de cuatro. Me gusta jugar videojuegos, dibujar, leer, tocar música y ver películas.



Mi nombre es **Dariel Díaz Arce**, tengo 48 años, soy docente de Biología y padre de familia en la Unidad Educativa Santana. Me gusta la investigación, la pesca, el animé y la música electrónica.

Resumen

Este trabajo tiene por objetivo estimar el porcentaje de la superficie de hielo de los glaciares de Ecuador que se ha perdido desde 1984 hasta 2022. Para esto se utilizaron las herramientas *Timelapse Google Earth Engine* para capturar las imágenes en el periodo analizado y GIMP para procesarlas. Los datos se expresaron como porcentajes de cada año respecto a 1984, considerando los píxeles de color blanco ocupados por cada glaciar.

Los resultados concuerdan con los reportados previamente en que la pérdida del área cubierta de hielo supera el 30 % en el periodo de estudio, siendo el volcán Carihuairazo el más afectado con una reducción de aproximadamente el 70 %, mientras que el Antisana y Cayambe fueron los menos afectados, con 18,9 % y 16,1 %, respectivamente. Considerando la rápida pérdida de estas reservas de agua dulce y su relación con el calentamiento global, urge la necesidad de concientizar a nuestra población sobre este problema que se avecina y puede ser muy grave en un futuro cercano.

Palabras clave: calentamiento global, cambio climático, glaciares, Ecuador

Explicación del tema

Durante las clases de Ciencias Naturales del año anterior se analizó el impacto del ser humano en los ecosistemas del mundo, destacando que el calentamiento global es uno de los efectos que se ha hecho más evi-

dente en los últimos años. Este fenómeno se define como el aumento a largo plazo de la temperatura media del sistema climático de la Tierra, el cual ocurre debido a que los gases de efecto invernadero atrapan la radiación térmica en la atmósfera, lo que provoca el calentamiento de esta y de la superficie terrestre.

Este proceso genera consecuencias graves en la naturaleza, tales como el derretimiento de glaciares lo que reduce las reservas de agua dulce y favorece el aumento del nivel del mar, así como la ocurrencia de tormentas severas y sequías extremas, fenómenos que en general se conocen como "cambio climático" [1, 2].

Con lo anterior, surge la pregunta de en qué grado este fenómeno ha impactado a nuestro país, pues en las noticias no se ve mucha información relativa al tema. Con especial interés, enfocamos la investigación hacia los glaciares en la cima de nuestros volcanes, entre los que se mencionan los siguientes: Cotopaxi, Antisana, Cayambe, Chimborazo, El Altar y Carihuairazo.

Sobre este tema, la Universidad Técnica Particular de Loja menciona que el país perdió un tercio de su superficie glaciar, específicamente el 35,4 % en 39 años, según un análisis satelital ejecutado por MapBiomas Ecuador [3]. A pesar de ello, esta universidad no presenta en su blog los cambios individuales para identificar qué glaciares se están derritiendo más en los últimos años.

Es fundamental estudiar este tema debido a los riesgos que representa la pérdida de estas importantes reservas de agua dulce de los glaciares. Según la Organización de las Naciones Unidas, la retirada de los glaciares de alta montaña amenaza la seguridad alimentaria y el suministro de agua para dos mil millones de personas, afectando a los ríos, la agricultura y la generación de electricidad [4].

En nuestro país, esto podría tener efectos negativos tales como la desaparición de ecosistemas, ríos y lagunas, la falta de agua para los cultivos y la escasez de este recurso en las comunidades. Por ello, es necesario identificar cuáles son los glaciares que se están perdiendo con mayor rapidez en el territorio nacional, no solo para promover la conciencia ambiental, sino también para anticipar la futura escasez de agua en diversas localidades.

Para desarrollar este trabajo, lo primero fue localizar los picos con glaciares de Ecuador con ayuda de la inteligencia artificial Copilot, identificando seis que aún poseen glaciares. Estos fueron: Antisana, Carihuairazo, Cayambe, Chimborazo, Cotopaxi y El Altar. Sus localizaciones y altitudes se observan en la Tabla 2.

Tabla 1. Altitud, latitud y longitud de los glaciares en los picos nevados de Ecuador

Glaciar/Volcán	**Altura (msnm)**	**Latitud (°)**	**Longitud (°)**
Antisana	5758	-0.485	-78.142
Carihuairazo	5018	-1.507	-78.733
Cayambe	5790	0.029	-77.986
Chimborazo	6263	-1.469	-78.817
Cotopaxi	5897	-0.680	-78.437
El Altar	5319	-1.737	-78.616

Fuente: Autores

Posteriormente se utilizó la herramienta *Timelapse Google Earth Engine*, disponible en https://earthengine.google.com/timelapse/, la cual posee fotografías de la superficie terrestre por un periodo de 39 años, desde 1984 hasta 2022, ambos inclusive. Una vez localizados los volcanes, se procedió en cada caso a aumentar la imagen. Manteniendo el aumento, se recortaron los picos nevados con la ayuda de las herramientas de Windows, tratando de mantener aproximadamente constantes las dimensiones de las imágenes en 450 × 380 píxeles.

Los dos autores, por separado, seleccionaron fotografías desde 2022 hacia atrás cada cinco años en computadoras diferentes, incluyendo el año 1984. Las imágenes se guardaron en formato JPG y posteriormente se proce-

saron en el programa GIMP 2.10.38. Cada imagen se cargó en el programa y se cambió el color a escala de grises. Posteriormente, con la herramienta de seleccionar por color, se seleccionaron las regiones con colores similares al blanco de los glaciares. De esta manera, se tomó como una medida indirecta del área de hielo la cantidad total de píxeles que ocupaba el color seleccionado.

Todos los datos se introdujeron en el programa Excel para efectuar los siguientes cálculos: por un lado, para cada año seleccionado, se calculó el porcentaje de hielo respecto al área inicial de 1984, cuyos valores por glaciar se presentan en la Figura 1 junto al promedio global; por otro lado, para determinar el porcentaje de reducción del área cubierta de hielo, se restaron los valores obtenidos al 100 %. Para una mejor visualización de estos cambios, se presenta la Tabla 2, donde se observan los porcentajes de reducción acumulados entre 1984 y 2022. Cabe destacar que todos los datos se obtuvieron a partir del promedio entre los dos observadores.

Los resultados mostrados en la Figura 1 indican una tendencia general a disminuir el área de los glaciares de los volcanes de Ecuador, aunque con particularidades en cada uno de los volcanes. Hasta 2022, el volcán con una mayor reducción de su glaciar es el Carihuairazo, con más del 60 %, y los que aún preservan una cantidad significativa son el Antisana y el Cayambe, con más del 80 % de su área inicial. En promedio, la reducción de todos los glaciares ha sido de aproximadamente 35,3 % de su superficie inicial, en un intervalo que va desde 16,1 % a 68,2 %.

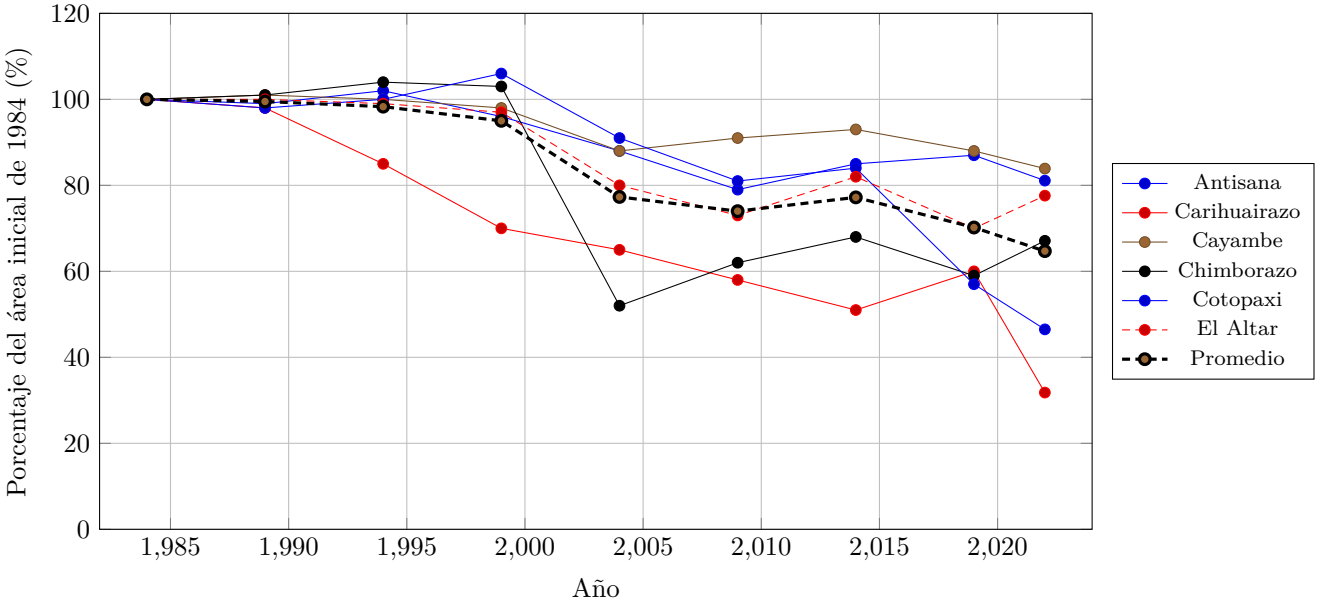


Figura 1. Porcentaje del área cubierta de hielo respecto a 1984 en cada glaciar de Ecuador (1984–2022)
Fuente: Autores

Los resultados obtenidos son consistentes con los mencionados por la UTPL [3] y por el diario *La Nación* [5], quienes citan un informe de MapBiomas Ecuador que refiere que los volcanes analizados perdieron el 35,4 % de su masa de hielo entre 1985 y 2023, pasando de 8.545 hectáreas a 5.851 hectáreas. Para 2025, se menciona una pérdida del 40 % respecto a 1985 [5], mientras que otras fuentes refieren que la pérdida es de casi un 50 % en los últimos 50 años [6], lo que eleva las alarmas sobre este tema. También mencionan que, similar a nuestros resultados, el Antisana es el volcán que se ha mantenido más estable en ese tiempo, mientras que el que más ha perdido es el Carihuairazo, con más del 90 % de su masa glaciar.

Tabla 2. Porcentajes de reducción del área cubierta de hielo de cada volcán entre 1984 y 2022

Indicador	**Carihuairazo**	**Cotopaxi**	**Chimborazo**	**El Altar**	**Antisana**	**Cayambe**	**Total**
Reducción (%)	68,2	53,5	32,9	22,4	18,9	16,1	35,3

Fuente: Autores

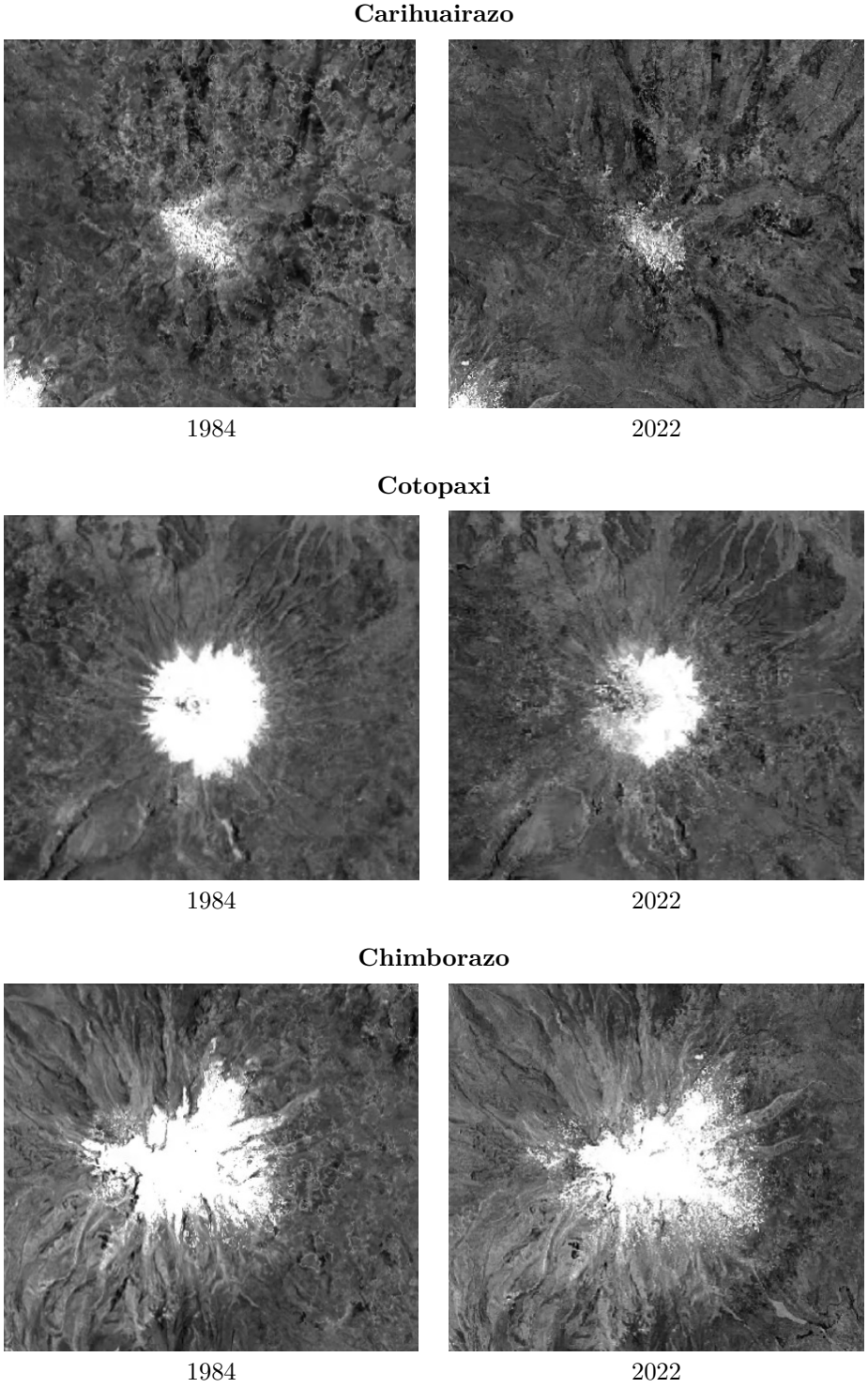


Figura 2. Imágenes satelitales de los tres glaciares ecuatorianos más afectados entre 1984 y 2022.
Fuente: Autores

Lo anterior se puede visualizar también en la Figura 2, donde se presentan las imágenes de los volcanes en 1984 y en 2022, tratadas a escala de grises en GIMP.

En este caso se observa que en el Carihuairazo apenas se nota el hielo (color blanco) sobre su cima, lo que es consistente con su elevado porcentaje de reducción calculado. Algo similar se observa con la ladera oeste del volcán Cotopaxi, donde se ha perdido gran parte del color blanco característico de las capas de hielo.

En los demás volcanes, como el Chimborazo, aunque en menor medida, también se observan reducciones significativas de superficie congelada.

Los datos muestran una realidad inquietante, pues se están perdiendo las reservas de agua dulce a un ritmo acelerado.

Según Echezuría Fernández, esto representa una amenaza real a la seguridad hídrica, donde las comunidades cercanas a los volcanes más afectados serán las primeras en sentir el impacto por la escasez de agua dulce [7].

Asimismo, el autor alerta que este fenómeno constituirá una cadena que se extenderá a otras zonas del país, afectando no solo a los ríos, sino también a múltiples ecosistemas, a la biodiversidad y a la calidad de vida de las poblaciones que dependen de estas fuentes de agua.

Entre las causas principales de la pérdida de los glaciares se encuentra el calentamiento global, lo que es consistente con los informes de la NASA, donde se señala que los últimos diez años han sido los más cálidos respecto al periodo preindustrial de 1850 a 1900.

En promedio, se estima que actualmente las temperaturas son 1,47 °C más cálidas que entonces, lo que impacta significativamente sobre el derretimiento de los glaciares [8].

Si bien detener o retrasar este fenómeno no solo depende de un pequeño país como Ecuador, sí debemos comprometernos con la protección de nuestros bosques, evitando la deforestación producto de la expansión descontrolada de los cultivos y conservando los ecosistemas reguladores del agua [7].

Conclusiones

Los resultados obtenidos en este estudio confirman datos previos que alertan sobre la reducción de los glaciares en el territorio nacional.

Al ritmo actual de este proceso, mediante un cálculo simple se podría estimar que en aproximadamente 70 años el país ya no contará con esta importante reserva de agua dulce.

Esto lleva a reflexionar sobre el impacto negativo de este fenómeno en la población, la agricultura, la economía y los ecosistemas en general, así como sobre la postura social para enfrentar dicho riesgo.

Para ello, podrían promoverse campañas nacionales de concientización, no solo en los centros educativos, sino también en la radio, la televisión, las redes sociales y cualquier otro medio que invite a la acción conjunta para mitigar su causa principal: el calentamiento global, el cual no solo afecta a Ecuador, sino a todos los países del mundo.

El presente estudio puede servir de base para que cualquiera pueda evaluar por sí mismo los cambios ocurridos en los glaciares de su país, mediante una técnica de captura y procesamiento de imágenes sencilla.

También puede servir para escuelas y colegios como actividad didáctica de aprendizaje, reflexión y concientización sobre este problema que está más cerca que nunca. A pesar de lo anterior, para investigaciones más rigu- rosas se recomienda un tratamiento más detallado de las imágenes mediante herramientas que permitan distinguir con mayor exactitud las tonalidades de grises en las fotografías.

De igual manera, cabe destacar que en este estudio, al no disponer de dimensiones de referencia, no se pudieron estimar ni corroborar las áreas superficiales en unidades reales, sino únicamente en los píxeles que estas ocupaban.

Esto impide cuantificar, por ejemplo, las hectáreas de hielo perdidas. Además, tampoco es posible determinar a través de esta técnica el grosor que han perdido las capas de hielo que aún se conservan.

Agradecimientos

A la Dra. Johanna Cueva Sarmiento y Paula Sofía Díaz Cueva, por su apoyo en la realización de este trabajo.

Referencia

[1] NASA. (2024, julio) ¿cómo sabemos que el cambio climático es real? [Online]. Available: https://ciencia.nasa.gov/cambio-climatico/evidencia/

[2] UNICEF. (2025, febrero) ¿qué es el calentamiento global y qué consecuencias tiene? [Online]. Available: https://www.unicef.es/blog/sostenibilidad/calentamiento-global-que-es-causas-consecuencias

[3] Universidad Técnica Particular de Loja. (2025, abril) Ecuador frente al deshielo irreversible de sus cumbres. [Online]. Available: https://noticias.utpl.edu.ec/ecuador-frente-al-deshielo-irreversible-de-sus-cumbres

[4] Organización de las Naciones Unidas. (2023, noviembre) El deshielo de los glaciares: una amenaza para la humanidad. [Online]. Available: https://unric.org/es/clima-el-deshielo-de-los-glaciares-amenaza-a-la-humanidad/

[5] La Nación. (2025, marzo) Ecuador y el desgaste de sus glaciares: Un impacto del cambio climático global. [Online]. Available: https://lanacion.com.ec/ecuador-y-el-desgaste-de-sus-glaciares-un-impacto-del-cambio-climatico-global/

[6] B. Mendoza. (2025, marzo) Cambio climático: el 50% de la cobertura glaciar se ha perdido en ecuador. Primicias. [Online]. Available: https://www.primicias.ec/sociedad/cambio-climatico-cobertura-glaciares-volcanes-ecuador-91736/

[7] C. Echezuría Fernández. (2025, mayo) La pérdida de glaciares, una grave amenaza para el ecuador. Dialoguemos, la academia en la comunidad. [Online]. Available: https://dialoguemos.ec/2025/05/la-perdida-de-glaciares-una-grave-amenaza-para-el-ecuador/

[8] NASA. (2025, septiembre) Temperatura global. [Online]. Available: https://ciencia.nasa.gov/cambio-climatico/temperatura-global/

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR
unesco Cátedra Tecnologías de apoyo para la Inclusión Educativa
GIIATA
GIE-RED
ECUADOR SALESIANOS DON BOSCO



REVISTA

JUVENTUD Y CIENCIA SOLIDARIA:

En el camino de la investigación

Abundancia peligrosa

Damaris Tamara Guncay Taipe



Mi nombre es **Damaris Tamara Guncay Taipe**, tengo 17 años y soy estudiante de la Unidad Educativa Técnico Salesiano. Me gusta mucho leer sobre problemáticas sociales y también sobre historia, especialmente egiptología. Uno de mis pasatiempos favoritos es escribir poesía; además, disfruto de escuchar música, jugar al solitario y pasear a mis perros.

Resumen

Esta investigación analiza la historia y el impacto de la minería en Ecuador, desde su herencia colonial hasta la realidad contemporánea, evaluando cómo la explotación de recursos naturales influye en la economía, la sociedad y el medio ambiente. El estudio combinó la revisión de literatura histórica con el análisis de datos sobre concesiones mineras, registros estatales y proyectos específicos como Fruta del Norte, permitiendo identificar los impactos sociales y ambientales de esta actividad extractiva.

Los resultados muestran que, desde la época colonial, la extracción de oro y plata generó riqueza para las potencias extranjeras y las élites locales, a expensas de las comunidades originarias que enfrentaban explotación y despojo territorial. En la actualidad, la minería a gran escala sigue concentrando sus beneficios en empresas privadas y en el Estado, dejando a las poblaciones locales con ingresos directos mínimos. Por su parte, la pequeña minería y la actividad artesanal exhiben una severa precariedad laboral y riesgos para la salud, pese a los esfuerzos de formalización. Además, el impacto ambiental sobre los recursos hídricos, la biodiversidad y los ecosistemas pone en evidencia la dificultad del Estado para controlar la minería ilegal y garantizar una distribución equitativa de los recursos. En conclusión, la minería en Ecuador refleja una

continuidad histórica de desigualdad y dependencia económica, donde la riqueza natural se traduce en capital externo más que en desarrollo local sostenible. La investigación evidencia la necesidad de fortalecer la regulación, mejorar la redistribución de beneficios y priorizar la conservación ambiental, para que los recursos naturales puedan convertirse en un verdadero motor de desarrollo equitativo y sostenible para las comunidades afectadas.

Palabras clave: minería, extractivismo, desigualdad, recursos naturales e impacto ambiental

Explicación del tema

La historia de la extracción de recursos naturales en América Latina ha estado marcada por procesos que generaron riqueza para unos pocos y dependencia para la mayoría. Desde la época colonial, las potencias extranjeras explotaron sistemáticamente minerales y metales preciosos, dejando a las poblaciones locales en condiciones de subordinación y pobreza. [1], en *Las venas abiertas de América Latina*, sostiene que "América ha sido convertida en un gigantesco recurso al servicio de los intereses ajenos" (p. 23), destacando cómo la riqueza natural fue transformada en capital externo sin beneficiar a quienes habitaban la región.



Figura 1. Dos mineros en una mina subterránea de Portovelo (siglo XX)
Fuente: [2]

En Ecuador, la minería colonial se concentró en el oro y la plata, principalmente en zonas como Zaruma, Portovelo y la cuenca del río Guayas. La extracción de estos recursos generó ingentes beneficios para la Corona española, a la par que la población local sufría explotación laboral y despojo territorial [3]. Este modelo extractivo sentó las bases de una economía dependiente de los bienes naturales, una herencia que todavía se refleja en la estructura productiva del país.

En el contexto contemporáneo, la disponibilidad de recursos naturales no garantiza un desarrollo sostenible. [4] introduce el concepto de la "maldición de la abundancia", según el cual los países ricos en minerales y petróleo suelen enfrentar dependencia económica, concentración de la renta y conflictos sociales.



Figura 2. Contraste social de la minería en Portovelo en los años treinta
Fuente: [2]

En Ecuador, esta paradoja se observa en regiones como Zamora Chinchipe, Morona Santiago y Azuay, donde la minería de gran escala convive con comunidades que no reciben beneficios proporcionales y enfrentan impactos ambientales significativos. Según [4], "la abundancia de recursos naturales no siempre se traduce en desarrollo humano sostenible; en muchos casos reproduce estructuras de poder y desigualdad" (p. 45).



Figura 3. Población flotante en zonas mineras de Zamora Chinchipe
Fuente: [5]

Durante el siglo XX, la minería ecuatoriana atravesó distintos ciclos: desde la inversión extranjera en

oro y cobre, hasta la expansión de la pequeña minería artesanal en provincias como El Oro y Loja [3]. Estos procesos muestran que, aunque los recursos naturales han sido fuente de ingresos estratégicos, su gestión ha generado desigualdad y conflictos persistentes.

El análisis histórico evidencia que la minería en Ecuador no es solo un sector económico, sino un espacio donde convergen desigualdad, concentración de la renta y conflictos sociales. La herencia del saqueo colonial y la actual dependencia extractiva explican las tensiones entre comunidades, empresas y el Estado, reflejando cómo el extractivismo reproduce desigualdades históricas y plantea desafíos para la sostenibilidad ambiental y social.

Esta perspectiva prepara el terreno para analizar cómo distintos tipos de minería —artesanal, pequeña, de gran escala y de materiales de construcción— afectan de manera diferenciada a la sociedad y al medio ambiente, aspecto que se abordará en la siguiente sección, retomando los aportes de Samaniego, Guerra y Zaldumbide, así como el marco conceptual de Gudynas sobre extractivismo [6, 7].

Al analizar los impactos de la minería en Ecuador entre el pasado colonial y la realidad actual, se evidencia que la historia minera del país refleja patrones de explotación que persisten hasta hoy. Al respecto, [1] analizó cómo la extracción de recursos beneficiaba a élites locales y empresas extranjeras, mientras las comunidades sufrían despojo territorial y degradación ambiental. Esta dinámica creó un modelo económico dependiente, donde la riqueza natural se exportaba y el desarrollo local quedaba relegado.

Al respecto, [8] señala que el control estatal sobre los recursos no ha sido suficiente para revertir los desequilibrios históricos, debido a que los beneficios tienden a concentrarse en los sectores más poderosos. De manera similar, [9] argumenta que la orientación exportadora de las economías latinoamericanas ha limitado el desarrollo industrial, consolidando una profunda dependencia externa.

Estas teorías se evidencian en la minería de gran escala, donde proyectos como Cascabel y Cangrejos generaron exportaciones por USD 3.074,85 millones en 2024; sin embargo, gran parte de las ganancias se concentra en empresas privadas, mientras las comunidades locales reciben beneficios limitados.



Figura 4. Proyecto minero Cascabel en el Cinturón de Cobre Andino
Fuente: [10]

A esto se suman los impactos ambientales, ya que la explotación minera afecta aguas, suelos y biodiversidad, comprometiendo actividades tradicionales como la agricultura y la pesca.

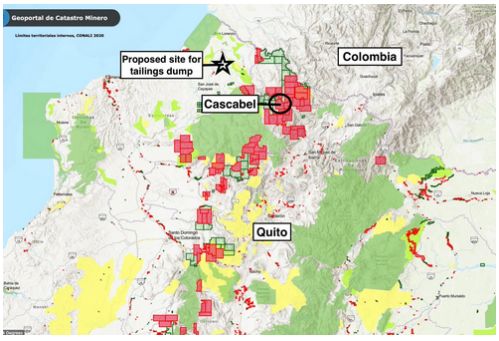


Figura 5. Áreas de concesión y relaves del proyecto Cascabel
Fuente: [11]

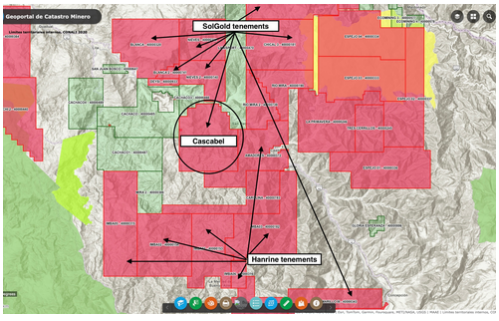


Figura 6. Yacimientos mineros cercanos al proyecto Cascabel
Fuente: [11]

Por otro lado, en la pequeña minería y explotación artesanal, a pesar de los programas de capacitación y formalización para 1.312 mineros, persisten condiciones laborales precarias, riesgos de salud (uso de mercurio) y bajos ingresos. Respecto a la situación

de los derechos mineros inscritos entre agosto y diciembre de 2024, la Dirección Técnica de Catastro y Registro informó que, en cumplimiento del Decreto Ejecutivo 435 (23 de octubre de 2024), existen 8.463 derechos mineros en el país, de los cuales 6.579 están inscritos y 1.884 en trámite [12]. Aunque este proceso busca transparentar la actividad extractiva y fortalecer la coordinación entre instituciones, también revela la lentitud administrativa y las debilidades del control estatal, que permiten la persistencia de actividades fuera del marco legal.

Tabla 1. Derechos mineros inscritos y en trámite

Derechos mineros	**Inscrito**	**Trámite**	**Total**
Concesiones mineras	2.277	507	2.784
Permisos minería artesanal	2.469	375	2.844
Autorización libre aprovechamiento	693	482	1.175
Plantas de beneficio	213	82	295
Contratos de operación	558	208	766
Licencias de comercialización	369	230	599
Total	**6.579**	**1.884**	**8.463**

Fuente: INF.GPGE.2025.0002. Elaboración: Gestión CPGE - ARCOM [12]

A esta problemática se añade que la Agencia de Regulación y Control de Energía y Recursos Naturales No Renovables identificó 387 puntos de minería ilegal en 16 provincias del país al 31 de diciembre de 2024, lo que refleja la magnitud del problema y la dificultad del Estado para controlar las actividades extractivas fuera del marco legal [12].

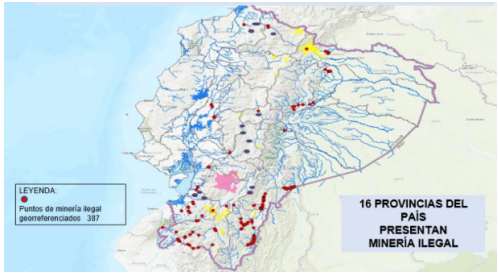


Figura 7. Puntos de minería metálicos ilegales en el Ecuador
Fuente: [12]

A pesar de que las exportaciones mineras representan cerca del 9% del total nacional y la recaudación tributaria superó lo proyectado (USD 227,92 millones), estos ingresos no se traducen en mejoras sustanciales para las comunidades locales. Programas como planetGOLD del PNUD intentan reducir los impactos de la minería artesanal, pero su alcance sigue siendo limitado, reflejando la brecha entre la regulación y la realidad social.

En relación con los impactos ambientales, especialmente en el uso del agua, el cambio climático ha generado una presión sin precedentes sobre la disponibilidad hídrica. Las sequías prolongadas, el uso intensivo del recurso y la contaminación de fuentes hídricas afectan tanto a la población como a las actividades productivas. Según la Sociedad Nacional de Minería, Petróleo y Energía, el sector minero utiliza aproximadamente el 1,04% del agua demandada, lo que equivale a 272,53 millones de metros cúbicos.

En este contexto, se han propuesto tecnologías orientadas a mejorar la eficiencia en el uso del agua dentro del sector minero. Consultoras como Ausenco destacan el uso de soluciones como la desalinización del agua de mar, la reutilización del recurso y la optimización mediante sistemas de monitoreo inteligente. Estas estrategias buscan reducir la presión sobre fuentes de agua dulce y mejorar la sostenibilidad de las operaciones mineras.

Las plantas desalinizadoras permiten transformar agua de mar en agua apta para uso industrial, lo que reduce la dependencia de fuentes continentales, especialmente en zonas con escasez hídrica. Por otro lado, la reutilización y reciclaje del agua permite reincorporar el recurso en los procesos industriales mediante sistemas de tratamiento avanzados, disminuyendo el consumo total. Finalmente, la optimización de la

gestión del agua mediante plataformas digitales permite monitorear el consumo en tiempo real y reducir desperdicios.

Aunque estas tecnologías mejoran la eficiencia operativa y reducen parte del impacto ambiental, su implementación depende de altos niveles de inversión y no elimina completamente los efectos de la actividad minera sobre los ecosistemas hídricos [13].

Este escenario se encuentra directamente ligado al régimen de regalías del país. El sistema tributario minero ecuatoriano, regulado por la Ley de Minería [14], establece contribuciones económicas como patentes de conservación, regalías y utilidades mineras, destinadas a equilibrar los beneficios entre el Estado, las empresas y los trabajadores. Sin embargo, en la práctica persisten problemas de concentración de la renta y débil redistribución social [15].

Los ingresos generados por proyectos como Fruta del Norte y Mirador se concentran en empresas privadas extranjeras y en el gobierno central, mientras las comunidades locales reciben escasos beneficios directos. Esto reproduce el patrón histórico señalado por [1] y [4], donde la riqueza natural se transforma en capital ajeno. Además, la falta de transparencia en el uso de regalías y la precarización laboral en zonas mineras evidencian una forma contemporánea de explotación. Aunque el Estado busca redistribuir los beneficios, el marco legal termina favoreciendo a las empresas con mayor capacidad de inversión, perpetuando la desigualdad en el acceso y control de los recursos.

Un ejemplo concreto de esta dinámica se observa en el proyecto Fruta del Norte, uno de los desarrollos extractivos más ambiciosos del país, con estimaciones de 2.000 empleos directos y 7.000 indirectos [16], además de importantes ingresos fiscales por la explotación de oro y plata. Sin embargo, estos beneficios económicos contrastan con una serie de conflictos sociales, ambientales y legales que han sido ampliamente cuestionados.

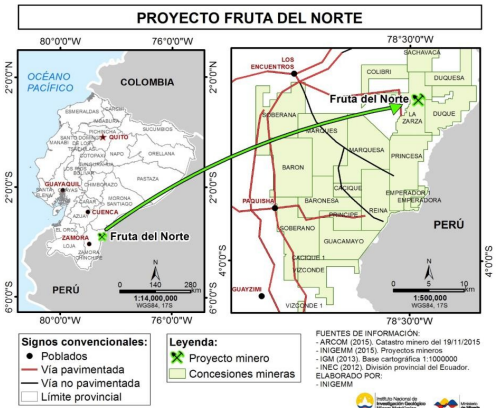


Figura 8. Ubicación del proyecto minero Fruta del Norte, Zamora Chinchipe
Fuente: [17]



Figura 9. Comunidad local en el río cercano a Fruta del Norte
Fuente: [18]

Para obtener las plantas, las asociaciones u organizaciones deben presentar una solicitud formal mediante un oficio dirigido al señor Prefecto. Este documento es recibido en recepción y posteriormente registrado en el sistema. Luego, la solicitud es enviada al departamento correspondiente, en este caso, al área de Gestión Ambiental.

Esta contradicción se alinea con lo que advierte [1], quien señala que “el progreso resulta progresista porque este progreso está en manos de pocos propietarios. El alimento de las minorías se convierte en el hambre de las mayorías”. Dicha premisa se refleja en este caso, donde los beneficios se concentran en el Estado y empresas transnacionales, mientras las comunidades locales enfrentan desplazamiento y desigualdad.

En concordancia con esto, diversos informes han evidenciado irregularidades en la ejecución del proyecto, entre ellas la falta de coordinación entre instituciones estatales, concesiones sin licencia ambiental y el incumplimiento del Mandato Constituyente 6, que prohíbe la minería en áreas protegidas. Además, varias

concesiones mineras, como La Zarza, intersectan con el Refugio de Vida Silvestre El Zarza y otros ecosistemas sensibles, incluyendo bosques protectores y más de 1000 nacimientos de fuentes de agua, lo que pone en riesgo la biodiversidad y los recursos hídricos de la zona [19].



Figura 10. Vista aérea del proyecto minero Fruta del Norte, Yantzaza
Fuente: [20]

Estas tensiones han generado numerosos conflictos entre las empresas concesionarias y las comunidades locales. De hecho, San Antonio fue la primera comunidad en desaparecer como consecuencia directa del avance del proyecto, evidenciando el impacto social del modelo extractivo [19]. En este contexto, no se trata solo de un cambio económico, sino de una transformación profunda del territorio: cuando una mina se va, no desaparecen sus efectos, sino que permanecen los relaves, las aguas ácidas, los suelos degradados y las comunidades fragmentadas. La minería, especialmente a gran escala, deja huellas irreversibles en los ecosistemas y en el tejido social, como ya se evidencia en la Cordillera del Cóndor [21].



Figura 11. Escuela abandonada en la comunidad San Antonio
Fuente: [18, 19]

Además, estudios recientes señalan que la minería genera división comunitaria, criminalización de defensores ambientales, militarización de territorios, aumento de la violencia y expansión de economías ilegales. A esto se suma que la economía minera no compensa sus costos reales: genera relativamente pocos empleos, depende de los precios internacionales y concentra sus beneficios en pocas empresas. Mientras tanto, existen costos ocultos como la remediación ambiental, la afectación a la salud pública, la pérdida de biodiversidad y la destrucción de hábitats que no se incluyen en los cálculos oficiales, pero que finalmente son asumidos por toda la sociedad. De esta manera, el caso de Fruta del Norte refleja cómo los proyectos extractivos, aunque prometen desarrollo, pueden profundizar desigualdades y dejar impactos duraderos tanto en la naturaleza como en las comunidades [21].

La Contraloría detectó que las concesiones mineras afectan al menos 1.124 nacimientos de agua, comprometiendo el suministro hídrico y la biodiversidad [19]. Este escenario refleja la "maldición de la abundancia" descrita por [4], donde la riqueza mineral puede generar corrupción, conflictos y deterioro ambiental.

Aunque se anuncian miles de empleos, no está claro si estos son estables ni si garantizan condiciones laborales seguras. La presión por resultados económicos puede reproducir patrones de explotación laboral y dependencia, tal como advierten [6]. Además, la Contraloría ha identificado irregularidades en permisos y licencias ambientales, lo que revela fallas institucionales y una tendencia a favorecer la acumulación privada sobre el interés público.

Toda esta problemática evidencia que la tensión entre desarrollo económico y conservación ambiental plantea un dilema ético y social: mientras el Estado obtiene ingresos millonarios, los ecosistemas y comunidades locales asumen los costos. En conjunto, el modelo extractivo ecuatoriano mantiene patrones de desigualdad originados en la colonia y reproducidos bajo nuevas formas de dependencia. Así, las reflexiones de Galeano sobre el saqueo colonial, de Acosta sobre la "maldición de la abundancia", de Samaniego, Guerra y Zaldumbide sobre los conflictos mineros, y de Gudynas sobre el extractivismo contemporáneo, coinciden en una advertencia: la riqueza natural del Ecuador solo se convertirá en desarrollo real cuando se rompa con la lógica histórica de explotación y exclusión [1, 4, 6, 7].

Conclusiones

El análisis de la minería en Ecuador revela que, a pesar de su creciente aporte económico al país, este sector continúa reproduciendo patrones históricos de desigualdad y dependencia. Tal como señalaron [1] y [4], la extracción de recursos naturales ha beneficiado principalmente a élites locales y actores extranjeros, mientras las comunidades cercanas a los proyectos mineros enfrentan impactos sociales y ambientales profundos. Este desequilibrio evidencia la vigencia de la "maldición de la abundancia", donde la riqueza mineral no se traduce necesariamente en bienestar colectivo ni en desarrollo sostenible.

La revisión de los datos oficiales emitidos por el Ministerio de Energía y Minas [12] demuestra que la actividad extractiva genera ingresos significativos para el Estado y empleo temporal en las zonas de influencia. No obstante, los canales de redistribución, tales como las regalías y utilidades, resultan insuficientes para compensar los costos ambientales y los pasivos sociales. Este escenario se agrava debido a la concentración de los beneficios económicos en corporaciones privadas, lo que, sumado a una limitada capacidad institucional para fiscalizar y garantizar los derechos laborales, termina por profundizar las brechas de desigualdad en el territorio.

Desde una perspectiva estructural, como plantea [7], el modelo extractivista vigente en Ecuador mantiene una lógica de acumulación que prioriza la exportación de materias primas por encima de la soberanía ambiental y del bienestar comunitario. Esto plantea una contradicción entre crecimiento económico y justicia social, donde los proyectos extractivos avanzan a costa del deterioro ecológico y de la pérdida de modos de vida tradicionales.

Finalmente, los aportes de [3] confirman que el desafío no radica únicamente en la regulación del sector, sino en transformar el modelo de desarrollo hacia uno más equitativo, participativo y sustentable. El caso ecuatoriano evidencia que el progreso económico basado en la minería solo será verdaderamente inclusivo si se fortalece la gobernanza ambiental, se garantiza la participación de las comunidades en la toma de decisiones y se prioriza la reparación de los territorios afectados.

Referencia

[1] E. Galeano, *Las venas abiertas de América Latina.* México: Siglo XXI, 1971.

[2] Ecopark Mining, "Historia de portovelo," n.d., fuente de las figuras 1 y 2. [Online]. Available: https://www.ecoparkmining.com/historia-de-portovelo?pgid=kc0njo8e-7f089211-0c49-46d9-8ebb-7099d41b87b0

[3] R. Samaniego, J. Guerra, and M. Zaldumbide, *Historia de la minería en Ecuador: de la colonia a la actualidad.* Quito: FLACSO, 2014.

[4] A. Acosta, *El desarrollo en el Ecuador: entre la abundancia y la exclusión.* Quito: Abya-Yala, 2009.

[5] El País, "Planeta futuro: población minera en zamora-chinchipe," 2016, fuente de la figura 3. [Online]. Available: https://elpais.com/elpais/2016/01/11/planeta_futuro/1452516408_109500.html

[6] R. Samaniego, J. Guerra, and M. Zaldumbide, *Minería y conflicto social en Ecuador: historia, regulación y actores.* Quito: FLACSO, 2013.

[7] E. Gudynas, *Extractivismos: conceptos, tipos y efectos.* Montevideo: CLAES, 2011.

[8] F. Coronil, *El Estado y la minería en América Latina.* Caracas: Fondo Editorial, 1997.

[9] R. Prebisch, "El desarrollo económico de américa latina y algunos de sus principales problemas," CEPAL, Santiago de Chile, Tech. Rep., 1950.

[10] BBC News Mundo, "Noticias sobre el proyecto cascabel en ecuador," 2019, fuente de la figura 4. [Online]. Available: https://www.bbc.com/mundo/noticias-48680916

[11] Rainforest Action Group, "Report shows solgold's proposed cascabel mine in ecuador will cause untold environmental harm," n.d., fuente de las figuras 5 y 6. [Online]. Available: https://rainforestactiongroup.org/es/report-shows-solgolds-proposed-cascabel-mine-in-ecuador-will-cause-untold-environmental-harm/

[12] Agencia de Regulación y Control de Energía y Recursos Naturales No Renovables, "Informe de rendición de cuentas 2024: minería en ecuador," Tech. Rep., 2025, consultado para datos de derechos mineros y minería ilegal. [Online]. Available: https://controlminero.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2025/06/Informe-de-rendicion-de-cuentas-2024-ARCOM.pdf

[13] Corresponsables, "Tres tecnologías para el uso eficiente del agua en la minería," 2025. [Online]. Available: https://www.corresponsables.com/per/actualidad/tres-tecnologias-para-el-uso-eficiente-del-agua-en-la-mineria/

[14] Asamblea Nacional del Ecuador, "Ley de minería," 2009, registro Oficial Suplemento No. 517. [Online]. Available: https://www2.competencias.gob.ec/wp-content/uploads/2021/03/01-04NOR2009-LEY.pdf

[15] A. Carrión, "La ruta de las regalías mineras: proyectos estratégicos nacionales y tecnologías de gobierno en ecuador, 2012–2017," *Mundos Plurales*, vol. 8, no. 1, pp. 77–96, 2021. [Online]. Available: https://doi.org/10.17141/mundosplurales.1.2021.4611

[16] Ministerio de Minería, "USD 1.000 millones de nueva inversión por explotación minera de fruta del norte," Quito, 2016. [Online]. Available: https://historico.mineria.gob.ec/usd-1-000-millones-de-nueva-inversion-por-explotacion-minera-de-fruta-del-norte/

[17] Observatorio Socioambiental, "Mapa fruta del norte: concesiones y comunidades afectadas," 2019. [Online]. Available: https://www.observatoriosocioambiental.info/2019/05/30/mapas-fruta-del-norte/

[18] Fruta del Norte, "Historia," n.d., fuente de las figuras 9 y 11. [Online]. Available: https://frutadelnorte.com/historia/#gallery-68f6f70655700-1

[19] Redacción Plan V, "Los agujeros del proyecto minero fruta del norte," Plan V, Quito, 2017. [Online]. Available: https://planv.com.ec/historias/agujeros-del-proyecto-minero-fruta-del-norte/

[20] ——, "Así se descubrió fruta del norte," Plan V, 2019. [Online]. Available: https://planv.com.ec/investigacion/asi-se-descubrio-fruta-del-norte/

[21] ——, "Expominas y la promesa minera," Plan V, 2026. [Online]. Available: https://planv.com.ec/historias/planverde/expominas-y-la-promesa-minera/



REVISTA

JUVENTUD Y CIENCIA SOLIDARIA:

En el camino de la investigación

Cinética de purificación doméstica del agua, de lo simple a lo efectivo: métodos y comparación

Dulce María Urdiales Calle, Ariana Sofía Idrovo Sanango,
Juan Emanuel Calle Sarmiento, Dominic Esteban Quevedo Sandoval,
Oswaldo Miguel Arévalo Gallegos



Mi nombre es **Dulce María Urdiales Calle**, tengo 15 años y curso el primer año de Bachillerato General Unificado (BGU) en la Unidad Educativa La Salle Azogues. Me desempeño como activista en la defensa de los derechos de niñas, niños y adolescentes, y soy Relatora Especial de la Organización de las Naciones Unidas (ONU) en Ecuador.



Mi nombre es **Ariana Sofía Idrovo Sanango**, soy estudiante de primer año de BGU en la Unidad Educativa La Salle Azogues. Tengo afición por los deportes y me gusta ser colaboradora en causas solidarias.



Mi nombre es **Juan Emanuel Calle Sarmiento**, curso el primer año de BGU de la Unidad Educativa La Salle de Azogues. Mis hobbies son entrenar básquet y tocar la guitarra.



Mi nombre es **Dominic Esteban Quevedo Sandoval**, estudio en la Unidad Educativa La Salle Azogues, en el primer año de BGU. Me gusta jugar básquet, salir con amigos e intentar cosas nuevas.



Mi nombre es **Oswaldo Miguel Arévalo Gallegos**, estudio el primer año de BGU de la Unidad Educativa La Salle Azogues. Me apasiona el fútbol y me gusta ser responsable en mis estudios.

Resumen

En este proyecto se investigan las principales técnicas de tratamiento de agua en el hogar para prevenir enfermedades transmitidas por el agua. Para ello, se realizó una encuesta a miembros de la Unidad Educativa La Salle de Azogues, con el propósito de evaluar la efectividad de la ebullición, la filtración, la cloración y la desinfección solar (SODIS) en la reducción de turbidez y eliminación de microorganismos dañinos.

El análisis comparativo muestra que hervir el agua es uno de los métodos más eficientes para eliminar bacterias y microbios, con valores superiores al 99.9% de efectividad, mientras que la cloración destaca por su efecto residual, es decir, por su capacidad de proteger el agua durante el almacenamiento [1, 2]. No obstante, el estudio evidencia un vacío de información: una parte importante de los participantes desconoce el impacto y la seguridad de estos procesos.

Actualmente, consumir agua segura sigue siendo un problema asociado a la falta de logística y de información científica. Por ello, se concluye que la educación en salud debe transformar la teoría en acciones cotidianas que protejan a la comunidad educativa.

Palabras clave: purificación de agua, tratamiento de agua a nivel domiciliario, salud pública, hervido de agua, enfermedades de transmisión hídrica, eficacia microbiológica

Explicación del tema

Para comprender la importancia de este estudio, se plantea la siguiente pregunta: ¿cuáles son los principales métodos caseros de purificación de agua y cómo se comparan entre sí en cuanto a su eficiencia para reducir la turbidez y eliminar microorganismos?

El consumo de agua contaminada es una de las principales causas de enfermedades gastrointestinales a nivel mundial. Aunque existen soluciones accesibles para purificar el agua en el hogar, muchas familias aplican estas técnicas de forma empírica, sin conocer si el recurso queda realmente seguro para el consumo humano. Por esta razón, demostrar científicamente qué tratamiento casero funciona mejor puede salvar vidas y convertirse en una herramienta clave ante situaciones críticas. El estudio tiene como objetivo general evaluar la eficiencia de distintos métodos de purificación caseros mediante la identificación de su proceso y el análisis de su capacidad para mejorar la calidad del agua. Para ello, se documentan métodos accesibles, se comparan sus efectos en la reducción de turbidez y se analiza su efectividad frente a microorganismos.

A pesar de los avances tecnológicos, el acceso al agua purificada y segura sigue siendo limitado en muchas comunidades. En este contexto, los métodos de tratamiento de agua a nivel doméstico se han convertido en un eje relevante de investigación. García [1] demostró que el hervido y la cloración presentan índices de desinfección superiores al 99%, aunque el hervido puede fallar si el agua se recontamina durante el enfriamiento o por almacenamiento inadecuado. La cloración, por su parte, destaca por mantener un agente desinfectante activo dentro del recipiente [2].

En contraste, López [3] señala que la filtración casera reduce la turbidez hasta en un 95% cuando se utilizan filtros de arena fina; sin embargo, por sí sola no garantiza la eliminación total de virus. Asimismo, la desinfección solar del agua (SODIS) ha ganado relevancia por su bajo costo, ya que combina radiación ultravioleta y estrés térmico para inactivar patógenos en recipientes transparentes [4, 5].

Históricamente, la purificación del agua ha sido una tarea fundamental para la supervivencia. Desde la antigüedad se emplearon técnicas como hervir y filtrar con arena o tela [6]. Posteriormente, los avances científicos y las crisis sanitarias impulsaron sistemas más eficientes, como la desinfección con cloro [7].

En la actualidad, la potabilización debe garantizar la ausencia de riesgos microbiológicos, químicos y físicos. Aunque existen tecnologías industriales avanzadas, el acceso al agua segura aún es limitado en contextos vulnerables. Por ello, los métodos de tratamiento a nivel domiciliario constituyen una herramienta fundamental de salud pública [8].

La epidemiología moderna adopta el enfoque de "Una sola salud", en el cual la seguridad hídrica es determinante para prevenir brotes emergentes. Las enfermedades de transmisión hídrica se relacionan no solo con microorganismos, sino también con contaminantes emergentes y resistencia antimicrobiana en matrices

de agua residual [9]. En este sentido, las tecnologías descentralizadas y de bajo costo son una estrategia de resiliencia climática para mitigar impactos sanitarios en poblaciones vulnerables [10].

El tratamiento de agua a nivel domiciliario comprende acciones orientadas a mejorar la calidad del agua antes de su consumo. De acuerdo con los Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades [11], estos métodos son fundamentales en comunidades rurales o en situaciones de emergencia. Esta investigación se enfoca en cuatro métodos principales: ebullición, filtración casera, desinfección solar y cloración.

Ebullición

Hervir el agua es uno de los métodos más utilizados y efectivos en el hogar. Su principio se basa en la desnaturalización e inactivación de microorganismos patógenos mediante altas temperaturas. El procedimiento consiste en calentar el agua hasta el punto de ebullición durante un minuto completo; en ese tiempo, las membranas celulares y estructuras de bacterias, virus y protozoarios pierden su capacidad infecciosa [12]. La Organización Mundial de la Salud advierte, sin embargo, que este método no elimina contaminantes químicos ni sedimentos, y que exige almacenamiento seguro para evitar recontaminación [7].

La Figura 1 presenta las condiciones termodinámicas estables a 100 °C, indispensables para lograr la inactivación por desnaturalización de proteínas en microorganismos patógenos.

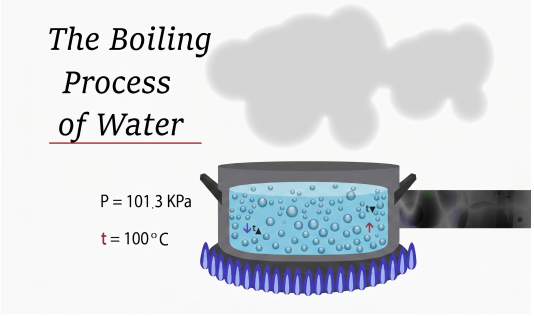


Figura 1. Variables mecánicas y térmicas en el punto de ebullición del agua
Fuente: [13]

Filtración casera

La filtración casera es un proceso físico en el que el agua pasa a través de un medio poroso. Históricamente se han utilizado arena, grava, carbón activado, cerámica o tela limpia para retener impurezas visibles y reducir la turbidez. UNICEF [8] destaca que los filtros de arena biológica son útiles porque permiten el desarrollo de una capa capaz de reducir la carga de microorganismos. Sin embargo, la filtración se considera principalmente un pretratamiento, por lo que debe combinarse con ebullición, cloración o SODIS para asegurar la desinfección.



Figura 2. Disposición estratigráfica y componentes de un sistema casero de filtración por gravedad
Fuente: [14]

El diagrama muestra el principio de filtración casera por gravedad, con una secuencia descendente de purificación mecánica mediante lechos porosos y una barrera final de soporte textil en el punto de salida.

Desinfección solar

La desinfección solar, conocida como SODIS, aprovecha la combinación de radiación UV-A y estrés térmico. Al exponer agua en botellas transparentes de plástico PET a luz solar directa durante al menos seis horas, se inactiva el ADN de microorganismos y se impide su reproducción. Sánchez [5] señala que el método es económico, aunque pierde eficiencia si el agua presenta turbidez mayor a 30 NTU.

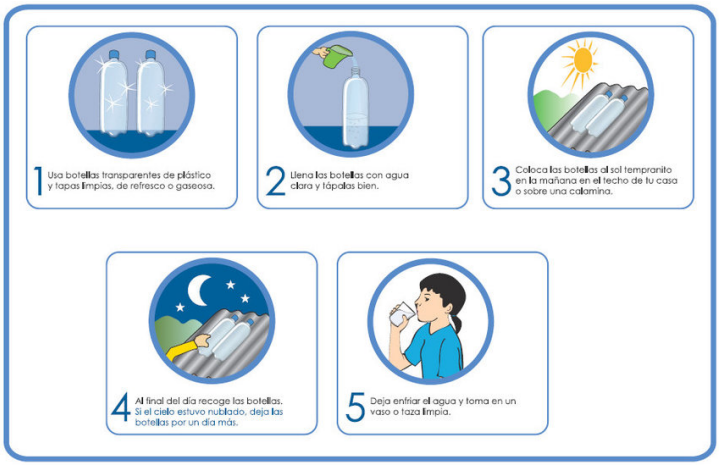


Figura 3. Protocolo operativo de cinco etapas para la desinfección solar del agua (SODIS)
Fuente: [15]

El diagrama establece criterios técnicos para seleccionar botellas PET, llenarlas correctamente y exponerlas al sol durante el tiempo mínimo requerido para la desinfección biológica.

Cloración

La cloración del agua se basa en el uso de hipoclorito de sodio. El cloro actúa como agente oxidante que destruye la estructura celular de bacterias y virus. Una ventaja clave es su efecto residual, que mantiene protección activa durante el almacenamiento. Los manuales técnicos recomiendan dosificación precisa para evitar sabores desagradables o subproductos químicos [16]. Para una desinfección efectiva, se requiere una concentración de cloro residual libre entre 0.2 y 0.5 mg/L después de al menos 30 minutos de contacto [7].

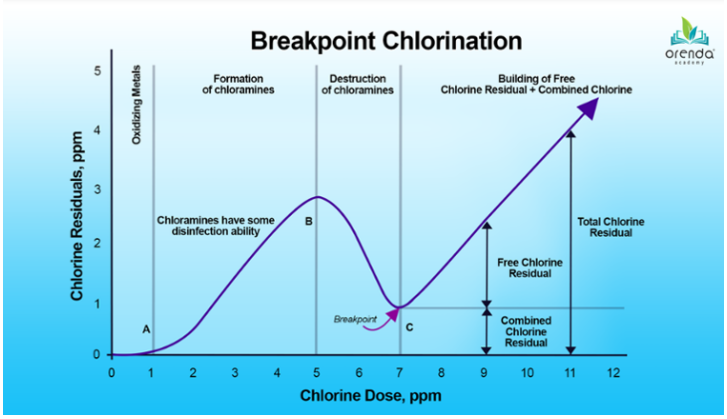


Figura 4. Fases de la demanda de cloro en solución acuosa y establecimiento del *breakpoint*
Fuente: [17]

El gráfico muestra la dinámica del cloro y delimita el punto de ruptura, umbral químico a partir del cual el desinfectante genera un residual libre protector permanente. Una vez expuestos los cuatro métodos, se observa que su aplicación doméstica depende de su sostenibilidad económica y social. La aceptabilidad sensorial influye de forma directa en la adopción de una técnica. En la cloración, la barrera principal suele ser el sabor; en el hervido, el agua puede percibirse como "plana" por la pérdida de gases disueltos [18,19]. En contraste, SODIS tiene costo marginal cero, pero depende de la radiación solar y de condiciones ambien-

tales adecuadas [5]. El análisis matricial muestra que el hervido tiene alta aceptabilidad cultural, pero implica mayor costo recurrente por consumo de energía. En cambio, SODIS es de costo cero, aunque su adopción depende del esfuerzo operativo, del clima y de las preferencias organolépticas de la comunidad. Ver Tablas 1 2 .

Tabla 1. Comparación de los métodos caseros de purificación del agua

Criterio técnico	**Método**	**Descripción**
Mecanismo	Hervido	Desnaturalización de proteínas.
	Filtración	Retención por tamaño de poro.
	Cloración	Oxidación celular por cloro libre.
	SODIS	Fotooxidación por radiación UV-A.
Eficacia viral	Hervido	Total (>99.99 %).
	Filtración	Baja; los virus no se filtran por completo.
	Cloración	Muy alta.
	SODIS	Alta cuando existe exposición solar directa.
Eficacia en quistes	Hervido	Total e inmediata.
	Filtración	Alta según el tipo de filtro utilizado.
	Cloración	Muy baja frente a quistes resistentes.
	SODIS	Media; requiere mayor tiempo de exposición.
Efecto residual	Hervido	Nulo; existe riesgo de recontaminación.
	Filtración	Nulo.
	Cloración	Presente; protege el agua almacenada.
	SODIS	Nulo.
Complejidad	Hervido	Baja y de uso familiar.
	Filtración	Media; requiere limpieza y mantenimiento periódico.
	Cloración	Media; requiere una dosificación adecuada.
	SODIS	Baja; requiere botellas transparentes limpias y exposición al sol.

Fuente: Adaptado de OMS, CDC, Spellman y UNICEF [2, 7, 8, 12]

Tabla 2. Costos, facilidad de uso y desventajas de los métodos evaluados

Método	Costo	Facilidad de uso	Contaminantes que elimina	Desventajas
Hervido	Medio-alto; depende del gasto constante en gas o electricidad.	Alta; técnica tradicional y aceptada.	Patógenos vivos como bacterias, virus y protozoarios.	Consumo energético, sabor insípido y riesgo de recontaminación.
Filtración	Variable; filtros comerciales con costo inicial.	Media; requiere mantenimiento preventivo.	Impurezas visibles, sedimentos, turbidez y parásitos grandes.	No elimina virus o bacterias pequeñas; puede acumular biopelículas.
Cloración	Muy bajo; se basa en hipoclorito comercial.	Media; exige dosificación exacta.	Bacterias y la mayoría de virus.	Modifica olor y sabor; no elimina metales pesados o químicos.
SODIS	Nulo; reutiliza botellas PET transparentes.	Alta-media; requiere exposición solar constante.	Microorganismos sensibles a radiación UV y calor.	Depende del clima; volumen diario limitado; falla con alta turbidez.

Fuente: Adaptado de OMS, CDC, Spellman y UNICEF [7, 8, 11, 12]

Metodología y resultados

El estudio adopta un enfoque mixto. Primero, se compararon variables cinéticas reportadas en la literatura científica para los cuatro métodos seleccionados. Luego, se evaluó la aplicabilidad real mediante una encuesta estructurada dirigida a una población de 41 personas, integrada por estudiantes de la Unidad Educativa La Salle de Azogues, familias y ciudadanos externos. Los datos muestran que la mayoría de los encuestados, equivalente al 59.1 %, no realiza tratamiento previo y consume el agua tal como llega al hogar. En contraste, el 31.8 % opta por hervir el agua, consolidando esta práctica como la alternativa más común entre quienes aplican algún proceso de purificación.

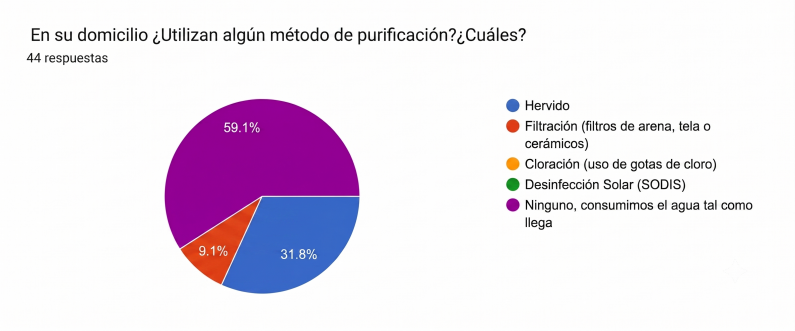


Figura 5. Uso de métodos caseros de purificación del agua en el hogar
Fuente: Autores

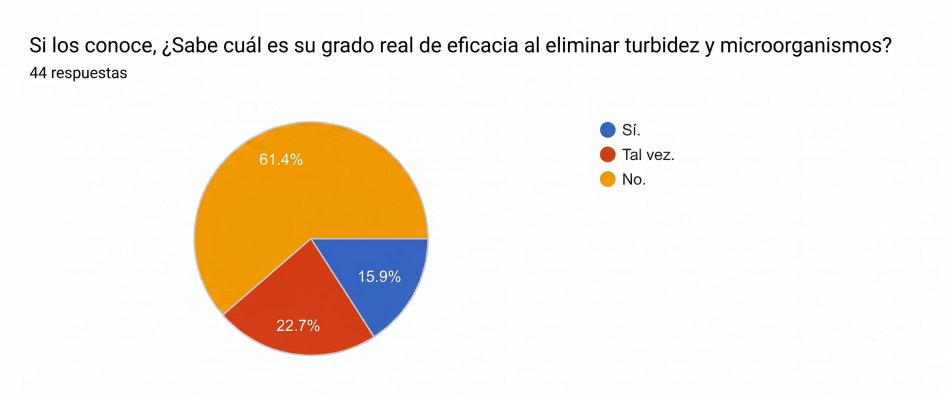


Figura 6. Conocimiento del grado de eficacia de los métodos de purificación
Fuente: Autores

Los resultados revelan un déficit de información técnica: el 61.4 % de los encuestados admite no conocer con certeza la efectividad real de los métodos de purificación, mientras que un 22.7 % manifiesta dudas.

Esto significa que más del 84 % presenta incertidumbre o desconocimiento acerca de cómo protegerse eficazmente contra microorganismos y turbidez.

La figura 7 evidencia una contradicción relevante: el 88.6 % identifica correctamente el hervido como el método más eficaz para eliminar patógenos, pero solo el 31.8 % lo aplica de forma regular. Por tanto, la problemática no radica solo en reconocer el método ideal, sino en convertir ese conocimiento en acciones comunitarias concretas.



Figura 7. Opinión personal sobre la eficacia de los métodos caseros
Fuente: Autores

Conclusiones

La investigación revela una discrepancia significativa entre el conocimiento teórico y la aplicación práctica de la comunidad respecto al agua de consumo. Aunque la mayoría reconoce que el hervido es el método más eficaz para purificar el agua, una proporción considerable continúa consumiéndola sin tratamiento previo, lo que representa un riesgo epidemiológico para la salud pública local. El análisis comparativo demuestra que tanto el hervido como la cloración ofrecen niveles óptimos de desinfección y protección frente a patógenos. Sin embargo, la resistencia a aplicar este conocimiento en la rutina diaria, posiblemente por barreras económicas, logísticas o sensoriales, resalta la necesidad de establecer programas educativos sobre salud pública

que no solo informen, sino que también fomenten la adopción de tecnologías domésticas seguras.

Referencia

[1] R. García, "Eficacia microbiológica del hervido de agua y riesgos de recontaminación en hogares rurales," *Revista Panamericana de Salud Pública*, vol. 45, pp. 1–12, 2021. [Online]. Available: https://doi.org/10.26633/RPSP.2021.45

[2] Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades. (2023) Guía de salud para el agua potable en el hogar. [Online]. Available: https://www.cdc.gov/healthywater/drinking/home-water-treatment.html

[3] A. López, "Evaluación del rendimiento de filtros de arena biológica en la remoción de turbidez," *Diario de Ingeniería Sanitaria y Ambiental*, 2022. [Online]. Available: https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8021

[4] Organización Mundial de la Salud, *Directrices sobre servicios de agua potable, saneamiento e higiene en el hogar*. Ginebra, Suiza: Ediciones de la OMS, 2021. [Online]. Available: https://www.who.int/publications/i/item/9789241514705

[5] M. Sánchez, "Análisis de la eficiencia del método sodis frente a la turbidez del agua en contextos rurales," *Revista de Investigación en Salud Global*, vol. 12, no. 2, pp. 89–102, 2024. [Online]. Available: https://www.researchgate.net/publication/sanchez_sodis_rural

[6] A. N. Angelakis, *Evolution of Sanitation and Wastewater Technologies through the Centuries*, 2021. [Online]. Available: https://doi.org/10.2166/9781780407135

[7] Organización Mundial de la Salud, *Guías para la calidad del agua de consumo humano: cuarta edición que incorpora la primera y segunda adenda*. Ginebra: Ediciones de la OMS, 2022. [Online]. Available: https://www.who.int/es/publications/i/item/9789241549950

[8] UNICEF, *Tecnologías de tratamiento de agua a nivel domiciliario: manual de campo*, 2023. [Online]. Available: https://www.unicef.org/wash/water-treatment

[9] W. Gwenzi, "Water-borne diseases in the anthropocene: Emerging trends and future perspectives," *Current Opinion in Environmental Science & Health*, vol. 37, p. 100521, 2024. [Online]. Available: https://doi.org/10.1016/j.coesh.2023.100521

[10] UN-Water, "The united nations world water development report 2023: Partnerships and cooperation," 2023. [Online]. Available: https://www.unwater.org/publications/un-world-water-development-report-2023

[11] Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades. (2025) Guía para el tratamiento del agua en el hogar en situaciones de emergencia. [Online]. Available: https://www.cdc.gov/healthywater/emergency/making-water-safe.html

[12] F. R. Spellman, *The science of water: Concepts and applications*, 4th ed. CRC Press, 2022.

[13] Getty Images, "The boiling process of water," Ilustración, 2024, recuperado el 21 de mayo de 2026. [Online]. Available: https://www.gettyimages.com/detail/illustration/images-royalty-free-illustration/2261777049

[14] ——, "Isometric flat vector illustration of water filtration system," Ilustración, 2024, recuperado el 21 de mayo de 2026. [Online]. Available: https://www.gettyimages.com/detail/illustration/isometric-flat-vector-illustration-of-water-royalty-free-illustration/2211486173

[15] ResearchGate, "Five-step protocol for handling the sodis method," Infografía técnica, 2023, recuperado el 21 de mayo de 2026. [Online]. Available: https://www.researchgate.net/figure/Five-step-protocol-for-handling-the-SODIS-method_fig1_277203362

[16] Aquaplas, *Manual técnico de desinfección y almacenamiento seguro de agua*, 2025. [Online]. Available: https://aquaplas.com/guias-de-purificacion

[17] Orenda Technologies, “The chemistry behind breakpoint chlorination explained,” Gráfica analítica, 2024, recuperado el 21 de mayo de 2026. [Online]. Available: https://blog.orendatech.com/breakpoint-chlorination-explained

[18] M. López and Martínez, “Consumer perceptions and reliability of household water treatment: A global study,” *Journal of Environmental Management*, 2023. [Online]. Available: https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.114387

[19] G. C. Rosa, “Effectiveness and sustainability of household water treatment in low-income settings: A randomized controlled trial update,” *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, vol. 240, pp. 113–128, 2022. [Online]. Available: https://doi.org/10.1016/j.ijheh.2021.113897

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR
unesco Cátedra Tecnologías de apoyo para la Inclusión Educativa
GIIATA
GIE-RED
ECUADOR SALESIANOS DON BOSCO



REVISTA

JUVENTUD Y CIENCIA SOLIDARIA:

En el camino de la investigación

La esterilización forzada como estrategia de erradicación de la pobreza en América Latina

María Estefanía Figueroa Estupiñan, Elio Ramírez Rubira



Mi nombre es **María Estefanía Figueroa Estupiñan**, tengo 17 años y curso el último año de Bachillerato en Ciencias en la Unidad Educativa Fiscomisional María Auxiliadora. Integro el Club de Investigación para la Redacción Científica (CIRC) y aspiro a estudiar Relaciones Internacionales o Derecho, con el propósito de contribuir a la protección de los derechos de las personas.



Mi nombre es **Elio Ramírez Rubira**, soy fundador y director del Club de Investigación para la Redacción Científica (CIRC) y del Grupo de Investigación en Ciencia y Tecnología (GICITEC). Me desempeño como docente universitario y de bachillerato, y trabajo para impulsar el desarrollo integral de los jóvenes mediante el fortalecimiento de sus talentos y habilidades.

Resumen

Desde la segunda mitad del siglo XX, América Latina ha pasado por diversos programas de planificación familiar e intervenciones demográficas vinculados directamente a las agendas de desarrollo regional. En principio, estas políticas respondieron a un enfoque neomalthusiano que señalaba al crecimiento poblacional como la principal causa de la pobreza. Progresivamente, bajo la justificación oficial de combatir la miseria, estas prácticas derivaron en dinámicas de control social y dominación, llegando en casos extremos a la implementación de esterilizaciones forzadas sin consentimiento, o bien manifestándose a través de la exclusión y la omisión estatal en el acceso y promoción de métodos anticonceptivos. Este artículo muestra cómo el discurso oficial del "combate a la pobreza" encubrió factores estructurales como la desigualdad, trasladando la responsabilidad económica que tenía el Estado a los cuerpos de las mujeres, especialmente de sectores rurales y marginados. Al relacionar los casos documentados en países como Perú y Chile con la evolución histórica de las políticas de salud reproductiva en Ecuador, se evidencia que estas intervenciones respondieron a lógicas de poder, racismo y clasismo estructural, u omisiones en educación sexual integral. La presente investigación parte del análisis de la violencia institucional y concluye reafirmando la ineficacia de la

violencia reproductiva, planteando que la superación de la pobreza exige garantizar el acceso equitativo a derechos fundamentales y el respeto absoluto a la autonomía corporal.

Palabras clave: esterilización forzada, control poblacional, derechos reproductivos, planificación familiar, América Latina

Explicación del tema

Desde hace varias décadas, en diversos países de América Latina, miles de mujeres han sido sometidas a procedimientos de esterilización sin su consentimiento o bajo presión, con la particularidad de que pertenecen a contextos marcados por la pobreza, la desigualdad y el abandono estatal. Estas prácticas fueron justificadas por los mismos gobiernos como parte de políticas de salud pública o programas de planificación familiar orientados, supuestamente, a reducir la pobreza y promover el desarrollo social.

Sin embargo, detrás de estos discursos se ocultaron dinámicas de control poblacional, discriminación racial y cultural, y violencias ejercidas sobre los cuerpos de las poblaciones más vulnerables, profundizando así, desigualdades sociales que ya existían

En términos médicos, la esterilización se define como un método anticonceptivo que consiste en la oclusión de las trompas de Falopio, lo que impide que los espermatozoides lleguen al óvulo y se produzca la fecundación; este procedimiento es realizado mediante una intervención quirúrgica [1].

Si bien para muchas personas la esterilización representa una opción voluntaria para evitar embarazos, a lo largo de la historia ha sido utilizada como una herramienta de control y dominación, aprovechándose de la falta de conocimiento de un grupo históricamente olvidado, lo que impedía un verdadero consentimiento informado.

En este sentido, la esterilización forzada en América Latina funcionó como una estrategia de control social que violentó los derechos humanos de las poblaciones más vulnerables, especialmente de mujeres pobres, indígenas, rurales y con discapacidades; de este modo, se convirtió en una forma de violencia ejercida desde el propio Estado. Dicho esto, en el ámbito metodológico, la presente investigación se desarrolló bajo un enfoque cualitativo que adoptó el método sociológico de análisis de datos secundarios, centrado en la revisión de literatura académica e histórica sobre los derechos reproductivos y las políticas de control demográfico en América Latina. Para la selección de las fuentes bibliográficas, se establecieron criterios basados en la congruencia temática y la rigurosidad histórica de los documentos.

La búsqueda de información se realizó en bases de datos académicas y repositorios digitales de confianza, tales como SciELO, Redalyc, Dialnet y Google Académico, empleando palabras clave combinadas como "esterilización forzada", "control poblacional", "neomalthusianismo", "derechos reproductivos" y "violencia estructural". Se priorizaron artículos de revistas científicas, informes de organismos internacionales de derechos humanos como la Comisión Interamericana de Derechos Humanos (CIDH) y textos analíticos publicados en las últimas décadas. De esta manera, se logró reunir tanto datos y cifras de los casos históricos como análisis actuales sobre la situación de las mujeres en la región.

A partir de la segunda mitad del siglo XX, varios países de la región implementaron programas de planificación familiar como estrategia de modernización y desarrollo, los cuales, en la práctica, afectaron de manera desproporcionada a mujeres pobres, indígenas, rurales y con discapacidades [2, 3].

En Perú ocurrió uno de los casos más emblemáticos de esterilización forzada en América Latina. Aunque ya en 1964 se habían registrado algunas intervenciones impulsadas desde el sector privado, fue durante la década de 1990, bajo el gobierno de Alberto Fujimori, cuando estas prácticas se institucionalizaron mediante la implementación del Programa Nacional de Salud Reproductiva y Planificación Familiar (PNSRPF).

En el marco de este programa, se esterilizaron aproximadamente 272.000 mujeres y 22.004 hombres, en su mayoría personas indígenas, pobres y residentes de zonas rurales, quienes fueron sometidas a estos procedimientos sin consentimiento informado y mediante mecanismos de coacción, amenazas y engaños [4]. Estas intervenciones se realizaron en condiciones precarias,

sin información adecuada sobre los riesgos ni sobre alternativas anticonceptivas, lo que ocasionó graves consecuencias físicas, psicológicas y sociales para las víctimas.

El discurso oficial del gobierno justificó estas acciones como una estrategia para reducir la pobreza a través del control de la tasa de natalidad; sin embargo, en la práctica, dicha política vulneró de forma sistemática los derechos reproductivos y humanos de las poblaciones más vulnerables del país.

En Chile, durante la dictadura militar de Augusto Pinochet y en las décadas posteriores, se documentaron formas de esterilización no consentida que afectaron de manera desproporcionada a mujeres en situación de vulnerabilidad. Aunque los estudios específicos sobre esterilización forzada en este país no son tan amplios como en otras naciones de la región, existe evidencia de que mujeres con discapacidades han sido objeto de este tipo de intervenciones sin su consentimiento ni la información adecuada, lo que representa una grave violación de sus derechos humanos y reproductivos [5].

Los estudios analizados destacan que la esterilización forzada ha sido denunciada como una vulneración de derechos de mujeres con discapacidad en distintos países, incluido Chile, y que las investigaciones sobre este tema han crecido en las últimas décadas, enfatizando su carácter de violencia contra este grupo de mujeres [6].

Además, algunos casos recientes han demostrado que la esterilización no consentida sigue ocurriendo fuera de programas estatales directos. Esto sucedió, por ejemplo, cuando mujeres que vivían con VIH fueron esterilizadas durante procedimientos obstétricos sin su consentimiento informado, tal como en el caso de Francisca, quien fue intervenida tras un parto por cesárea y más adelante presentó su denuncia ante la Comisión Interamericana de Derechos Humanos, obligando al Estado chileno a reconocer su responsabilidad y pedir disculpas públicas [5].

Estas situaciones muestran que, más allá de un pasado dictatorial, la práctica de esterilizaciones forzadas en Chile también se expresa actualmente como parte de una discriminación estructural, donde ciertas mujeres especialmente aquellas en condiciones de salud marginal o con discapacidades enfrentan obstáculos impuestos por el propio sistema para ejercer su autonomía reproductiva.

De esta misma forma, en países como Brasil y Bolivia se han logrado documentar casos de esterilización forzada masivos destinados en contra de mujeres indígenas y campesinas, prácticas que responden a las mismas ideologías de control poblacional y exclusión social identificadas en los casos anteriores.

En este contexto, en 2011 la Asociación Médica Mundial y la Federación Internacional de Organizaciones de Salud y Derechos Humanos condenaron la esterilización forzada, al considerarla una forma de violencia que afecta gravemente la salud física y mental de las personas y constituye una violación de los derechos humanos.

Asimismo, estas organizaciones advirtieron que, a pesar de dichas condenas, continúan registrándose casos de esterilización forzada en distintas regiones, lo que representa un abuso del conocimiento médico, una falta grave a la ética profesional y una vulneración directa de los derechos humanos [7].

Detrás del discurso del "combate a la pobreza", se difundió la premisa de que reducir los nacimientos era la solución definitiva para el subdesarrollo. Durante la segunda mitad del siglo XX, especialmente en el contexto de la Guerra Fría, se propagó en América Latina la idea de que el crecimiento acelerado de la población constituía una de las principales causas de la miseria y el retraso económico. Desde este enfoque, inspirado en el pensamiento neomalthusiano, se sostenía que las naciones "subdesarrolladas" no podían progresar si sus recursos económicos debían repartirse entre poblaciones cada vez más grandes y numerosas.

De este modo, la reducción de los nacimientos se presentó ante la opinión pública como una estrategia útil, eficaz y de bajo costo para desarrollar la economía, disminuir la pobreza y evitar potenciales conflictos sociales [3].

Esta perspectiva fue impulsada activamente por organismos internacionales y potencias como Estados Unidos, que asociaban el control demográfico con la estabilidad política y una forma de evitar posibles levantamientos en la región.

Aún así, diversos autores latinoamericanos han señalado que esta idea solo simplificó y distorsionó las

verdaderas causas de la pobreza en esa época, restándole atención a problemas estructurales como la desigualdad social, la concentración de la riqueza y la dependencia económica.

En lugar de cuestionar estos factores, las políticas demográficas se inclinaron a responsabilizar a los sectores pobres, especialmente a las mujeres, al considerar que tener muchos hijos perpetuaba la miseria. Como advierte Felitti (2009), el control de la natalidad fue integrado a programas de desarrollo y ayuda más como una herramienta de regulación social y geopolítica que como una política orientada a garantizar derechos reproductivos, lo que generó profundas tensiones entre las decisiones individuales y las imposiciones del Estado.

El discurso oficial de la época se estructuró a partir de una narrativa que culpó de manera directa a las mujeres pobres de la desigualdad y el atraso económico de la región. La pobreza en América Latina ha sido interpretada históricamente desde enfoques que responsabilizan a los propios individuos por su situación económica, minimizando de este modo las causas estructurales reales de la inequidad social. Bajo este sesgo ideológico, las mujeres de sectores vulnerables fueron presentadas como las principales responsables del incremento de la miseria, asociando malintencionadamente su maternidad, su rol familiar y su condición económica con el fracaso de los planes de desarrollo estatal.

Esta ideología ha favorecido que se traslade la atención de factores estructurales como la distribución desigual de las riquezas, la exclusión del mercado laboral y la falta de políticas sociales inclusivas, colocando la carga de la pobreza sobre el cuerpo y las decisiones reproductivas de las mujeres. De este modo, se profundiza el fenómeno de la feminización de la pobreza [8].

Este concepto ha permitido comprender cómo esta culpabilización actúa de formas diferentes según el género. Muchos estudios señalan que las mujeres luchan contra altos niveles de precariedad económica debido a desigualdades estructurales, como el acceso limitado a recursos, la sobrecarga del trabajo doméstico y cuidados no remunerados, y la discriminación laboral.

Aun así, estas condiciones han sido reinterpretadas por los discursos políticos y sociales dominantes como fallas estrictamente individuales, promoviendo la premisa de que las mujeres de escasos recursos son las principales responsables de su situación y de la persistencia de la pobreza en general [2].

De este modo, la pobreza deja de ser entendida como un problema social y estructural, para convertirse ante los ojos oficiales en una presunta consecuencia de las decisiones reproductivas y familiares de las propias mujeres [9].

La aplicación de estas políticas devino de forma directa en una flagrante violación de los derechos humanos en la región. Más allá de los discursos oficiales que presentaron la esterilización como una simple estrategia de planificación familiar o de combate a la pobreza, su implementación forzada en distintos países de América Latina constituyó una grave transgresión a la dignidad, la integridad y la autonomía de miles de personas.

Estas prácticas atentaron directamente contra el derecho a la autonomía corporal, a la salud y a decidir libremente sobre la reproducción, afectando de forma excesiva a mujeres indígenas, pobres, campesinas y mujeres con discapacidades.

Lejos de responder a criterios de salud pública, la esterilización forzada se integró en lógicas de control social sustentadas en la discriminación, el abuso de poder y la negación sistemática del consentimiento informado, generando consecuencias profundas y duraderas en la vida física, psicológica y social de las víctimas.

Esta transgresión sistemática se manifestó de manera evidente a través de la falta de consentimiento informado en los centros de salud de la región. Uno de los principios básicos de la ética médica y de los derechos humanos es el consentimiento informado, entendido como la autorización libre, previa y explícita de la persona para someterse a cualquier procedimiento médico, la cual debe otorgarse únicamente tras recibir información clara, completa y oportuna sobre sus riesgos, beneficios y alternativas.

En el caso de la esterilización forzada, este principio fue sistemáticamente vulnerado, ya que muchas mujeres y personas en situación de vulnerabilidad fueron sometidas a procedimientos quirúrgicos irreversibles sin una explicación adecuada de sus consecuencias o bajo presiones que sustituyeron la libre voluntad por la

presión o el engaño. Esta ausencia de consentimiento no solo vulnera el derecho a la autonomía corporal, sino que atenta directamente contra la integridad física y mental de las personas afectadas, constituyendo una forma de violencia institucional ejercida a través de las estructuras de salud [10].

Estas vulneraciones no se dieron de forma aislada, sino que estuvieron profundamente atravesadas por dinámicas de racismo y clasismo estructural y sistemático. Las prácticas de esterilización forzada se vincularon con estas lógicas de exclusión, ya que no se aplicaron de manera generalizada, sino de forma selectiva sobre ciertos grupos de la población.

Diversos estudios evidencian que las políticas demográficas y de control poblacional afectaron en gran medida a mujeres indígenas, rurales y en situación de pobreza extrema, provenientes de sectores históricamente marginados; esto responde a estereotipos coloniales y clasistas que las conciben como "no aptas" para la maternidad o como un obstáculo para el desarrollo económico de las naciones. Por ello, la asimetría y la relación de poder entre el personal de salud y las pacientes facilitó abusos y prácticas discriminatorias, profundizando la vulnerabilidad de quienes ya se encontraban en situaciones de exclusión social [11].

Las consecuencias de la esterilización forzada van más allá del acto quirúrgico y generan efectos físicos y psicológicos duraderos. En el plano físico, las personas sometidas a estas intervenciones pueden enfrentar complicaciones como infecciones, hemorragias, dolores crónicos y secuelas derivadas de procedimientos realizados en condiciones precarias o sin seguimiento médico posterior adecuado.

En el ámbito psicológico, se han documentado impactos profundos como trauma, depresión, ansiedad, pérdida del proyecto de vida reproductivo, sentimientos de humillación y señalamiento en el entorno familiar.

Estas secuelas evidencian una doble forma de violencia: aquella ejercida de manera directa a través de la intervención médica forzada y la de carácter estructural, producto de la negación de la autonomía y los derechos fundamentales de las víctimas [11].

En el contexto ecuatoriano, si bien no se institucionalizó un programa explícito de control demográfico de carácter represivo de la magnitud del caso peruano, la vulnerabilidad en torno a los derechos reproductivos históricamente compartida por las mujeres de sectores rurales, indígenas y de escasos recursos económicos estuvo vinculada a dinámicas de exclusión y omisión estatal.

Diversas investigaciones locales apuntan a que las deficiencias o abusos en la autonomía reproductiva del pasado hallan su causa fundamental en la falta de implementación, facilidad de acceso y promoción activa de los métodos de planificación familiar por parte de las instituciones públicas de salud.

Durante gran parte del siglo XX y principios del XXI, la ausencia de una educación sexual con enfoque de derechos y la marcada desinformación limitaron la capacidad de las poblaciones marginadas para ejercer un consentimiento plenamente informado, restringiendo sus opciones anticonceptivas y dejándolas desprotegidas ante la precariedad de los servicios de salud reproductiva [12].

Esta situación histórica de desatención contrasta significativamente con la paulatina transición de las políticas públicas implementadas en las últimas décadas en el país.

A partir del año 1998, el Estado ecuatoriano formalizó la educación sexual y la salud reproductiva como políticas estatales, transitando de un enfoque inicial puramente higienista y biológico orientado a la prevención del embarazo adolescente hacia esfuerzos de planificación familiar más amplios y accesibles basados en la perspectiva de los derechos humanos, como los articulados a través de la Estrategia Nacional de Prevención de Embarazos en Adolescentes (ENIPLA) [13].

A pesar de que la evolución de estas políticas en el país no ha sido lineal y ha enfrentado tensiones o retrocesos conceptuales entre visiones morales de abstinencia y marcos de derechos [13], los programas modernos han buscado democratizar el acceso gratuito a una amplia gama de métodos anticonceptivos (tanto hormonales, de barrera como definitivos de forma voluntaria).

Esto demuestra que la prevención de cualquier forma de vulneración y la garantía de la salud reproductiva en Ecuador siguen requiriendo de una institucionalidad equitativa y con un respaldo presupuestario constante.

Para ofrecer un respaldo de los escenarios analizados, el Gráfico 1 muestra de manera comparativa la magnitud de los casos y las lógicas de intervención estatal que caracterizaron a los países estudiados en la región.

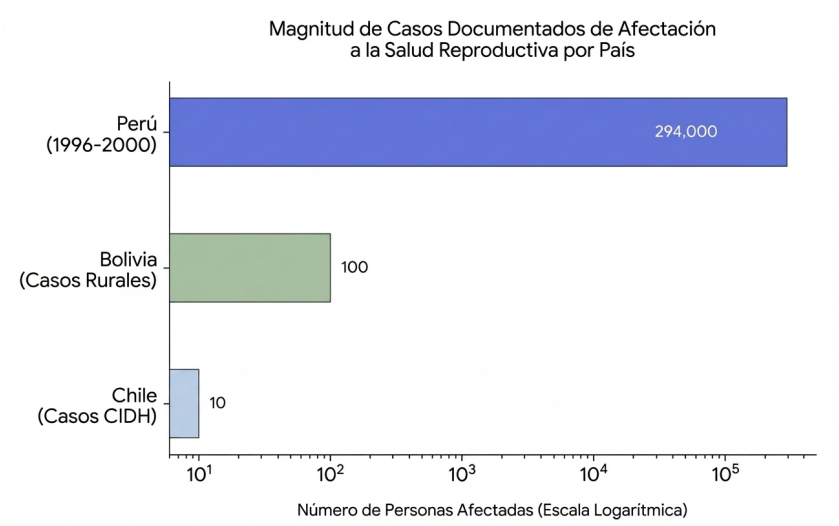


Figura 1. Casos de afectación a la salud reproductiva
Fuente: Autores

Como se puede apreciar en la Figura 1, la investigación secundaria revela una marcada diferencia cuantitativa en la ejecución de las intervenciones demográficas en la región. Mientras que en casos como los de Chile o Bolivia se identifican denuncias focalizadas o muestras de seguimiento por parte de organismos internacionales, el escenario de Perú durante el periodo 1996-2000 adquirió una escala masiva y sistemática con cientos de miles de afectados.

Esta profunda diferencia en las magnitudes numéricas evidencia cómo la violencia reproductiva se agudizó drásticamente en aquellos contextos donde el control poblacional fue aplicado de manera directa, forzada y presupuestada por el propio aparato estatal bajo la justificación del desarrollo económico.

No obstante, la comprensión integral de la región exige manifestar la frialdad de las cifras absolutas para analizar los mecanismos institucionales de exclusión. Al evaluar estas dinámicas desde una perspectiva cualitativa, la Figura 2 permite incorporar el caso de Ecuador mediante una tipología basada en el carácter de la intervención pública. A diferencia de la fuerza física y sistemática del caso peruano, o de la selectividad clínico-institucional observada en Chile, la afectación a los derechos humanos en el contexto ecuatoriano operó históricamente a través de una violencia estructural por omisión.

Esta modalidad, sustentada en la desinformación generalizada, la ausencia histórica de educación sexual integral con enfoque de derechos y las severas barreras de acceso a una canasta diversificada de métodos anticonceptivos, constituyó una forma de control invisible pero igualmente restrictiva para la autonomía corporal de las mujeres, especialmente de los sectores rurales e indígenas.

Así, el análisis conjunto de ambos gráficos demuestra que, ya sea por acción directa o por omisión institucional, las agendas de planificación familiar en el siglo XX e inicios del XXI instrumentalizaron los cuerpos de las poblaciones más vulnerables para responder a lógicas de poder, racismo y clasismo estructural.

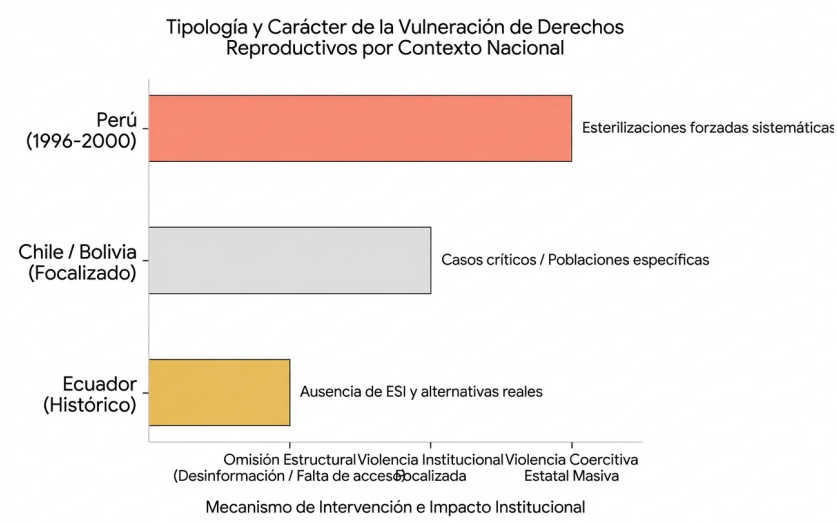


Figura 2. Elaboración propia a partir del análisis secundario de marcos normativos, políticas de salud pública e informes de derechos humanos
Fuente: [12, 13]

Conclusiones

La esterilización forzada en América Latina evidencia que la pobreza no es el resultado de decisiones individuales ni de la cantidad de hijos que puedan tener las familias, sino una problemática estructural vinculada a la desigualdad social, económica y política que ha caracterizado históricamente a nuestra región. Las políticas que buscaron reducir la natalidad de las poblaciones más vulnerables fueron desarrolladas desde una lógica simplista y discriminatoria que ignoró las verdaderas causas de la precariedad, haciendo que la responsabilidad del subdesarrollo recaiga sobre los cuerpos de las mujeres pobres, indígenas y con discapacidades. De esta manera, la pobreza en la región fue tratada no como una falla del sistema económico y social, sino como un problema puramente demográfico, lo que permitió validar intervenciones mediante controles opresivos u omisiones institucionales sobre sectores que históricamente han sido marginados.

Este panorama regional se manifiesta con ciertos matices al analizar el caso de Ecuador. Aunque en el contexto ecuatoriano la vulneración de los derechos reproductivos no derivó en una política estatal de esterilización masiva y represiva, la afectación a las poblaciones históricamente excluidas ocurrió por el camino de la omisión y la desinformación. La falta de implementación histórica, la dificultad de acceso y la insuficiente promoción de métodos de planificación familiar constituyeron una forma de violencia estructural que limitó la autonomía de las mujeres de sectores rurales e indígenas. Si bien la transición hacia políticas contemporáneas orientadas al enfoque de derechos humanos y la diversificación de métodos anticonceptivos gratuitos representa un avance significativo, las constantes tensiones ideológicas y la inestabilidad presupuestaria demuestran que el progreso no es lineal y requiere una vigilancia constante.

En consecuencia, lejos de ofrecer soluciones reales, las prácticas de control y desatención demográfica reforzaron dinámicas de exclusión, violencia y control social, profundizando las desigualdades que se decían combatir. Al intervenir sobre la capacidad reproductiva de las mujeres, el Estado no solo vulneró sus derechos, sino que también reforzó estereotipos de género, racismo y clasismo, incrementando la idea de que ciertos grupos sociales eran más aptos para ejercer plenamente sus derechos. Estas políticas y negligencias, además de provocar daños físicos y psicológicos irreversibles, arruinaron proyectos de vida y afectaron la estructura de comunidades enteras.

Combatir la pobreza mediante la violencia reproductiva o la desatención institucional no solo resulta ineficaz, sino que es éticamente inaceptable y jurídicamente incompatible desde el punto de vista de los derechos humanos. La verdadera eliminación de la po-

breza requiere políticas públicas que estén orientadas a garantizar el acceso equitativo a la educación sexual integral, a servicios de salud de calidad, al trabajo digno y a condiciones de vida justas. Asimismo, exige que se reconozca y respete la autonomía corporal y reproductiva como parte fundamental de la dignidad humana. Solo fortaleciendo estas condiciones estructurales será posible construir una sociedad más justa e inclusiva, evitando que, bajo ningún discurso de desarrollo, se sigan justificando prácticas u omisiones que vulneren la libertad, la dignidad y la humanidad de los grupos desfavorecidos.

Agradecimientos

Agradezco a todos los escritores cuyas investigaciones ayudaron e hicieron posible la elaboración de este artículo, así como a las mujeres y comunidades que, a través de sus testimonios, permitieron visibilizar una de las violaciones más graves a los derechos humanos en América Latina. Su voz y resistencia creó una base fundamental para la reflexión y la construcción de una sociedad más justa.

De la misma forma, agradezco a quienes brindaron orientación y apoyo durante el proceso de investigación y redacción, en especial a mi familia, quienes me acompañan en cada paso de mi vida personal y académica, y a mis amigos. Este trabajo se realiza con la idea de que el conocimiento crítico y el compromiso con los derechos humanos son herramientas importantes para la memoria colectiva, la justicia y la no repetición de estos actos.

Referencia

[1] A. Glasier and A. Gebbie, "Family planning/-contraception," in *International Encyclopedia of Public Health*. Elsevier, 2008, pp. 570–580. [Online]. Available: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780123739605004706

[2] K. Felitti, "Derechos reproductivos y políticas demográficas en américa latina," *Íconos. Revista de Ciencias Sociales*, no. 35, pp. 55–66, 2009. [Online]. Available: https://www.redalyc.org/pdf/509/50911906005.pdf

[3] J. Castro Arcos, "Neomalthusianismo en américa latina: paradigma de seguridad hemisférica norteamericana durante la guerra fría," *Revista de Historia y Geografía*, no. 46, pp. 35–67, 2022. [Online]. Available: https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9002322

[4] I. Ruiz Alvarado, "Las secuelas de las esterilizaciones forzadas en el gobierno de fujimori: La lucha por el reconocimiento 2011–2016," 2019. [Online]. Available: https://kar.kent.ac.uk/80231/1/150thesis%20Las%20secuelas%20de%20las%20esterilizaciones%20forzadas%20en%20el%20gobierno%20de%20Fujimo.pdf

[5] UNAIDS. (2022) Unaids welcomes chile's public apology in landmark case of involuntary sterilization of women living with hiv. [Online]. Available: https://www.unaids.org/en/resources/presscentre/pressreleaseandstatementarchive/2022/may/20220527_chile-involuntary-sterilization-women-living-with-HIV

[6] A. Yupanqui Concha, C. Aranda Farias, and V. A. Ferrer Pérez, "Análisis de la producción científica sobre esterilización forzada de mujeres con discapacidad (1997–2016)," *Gaceta Sanitaria*, vol. 33, no. 4, pp. 381–388, 2019. [Online]. Available: https://www.scielosp.org/pdf/gs/2019.v33n4/381-388/es

[7] C. Pineda Pinzón, "La esterilización forzada en el contexto latinoamericano," *ANAMNESIS Revista de Bioética*, no. 7, pp. 51–57, 2019. [Online]. Available: https://www.academia.edu/download/64761096/anamnesis_7.pdf#page=51

[8] J. M. Tortosa, "Feminización de la pobreza y perspectiva de género," *Revista Internacional de Organizaciones*, no. 3, pp. 71–89, 2009. [Online]. Available: https://www.revista-rio.org/index.php/revista_rio/article/view/33/36

[9] A. García-Mina and M. J. Carrasco, *Género y desigualdad: la feminización de la pobreza*, ser. Serie Género y Psicología. Universidad Pontificia Comillas de Madrid, 2004.

[10] A. Villegas Poljak, "La esterilización forzada como una forma de violencia contra la mujer," *Revista Venezolana de Estudios de la Mujer*, vol. 14, no. 32, pp. 85–104, 2009. [Online]. Available: https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1316-37012009000100010

[11] A. C. González Vélez, "Derechos sexuales y reproductivos: una mirada desde la justicia social," *Revista de Estudios Sociales*, no. 22, pp. 89–101, 2005. [Online]. Available: https://www.redalyc.org/pdf/509/50911906005.pdf

[12] L. Rupp, "En este país no se habla con la verdad: Investigando la falta de educación sexual en el ecuador," 2008.

[13] D. F. Paz, "Políticas de educación en sexualidad en el período 1998–2017. sus sujetos y contextos en el caso ecuatoriano," *Revista Latinoamericana de Políticas y Administración de la Educación*, vol. 8, pp. 26–38, 2018. [Online]. Available: https://digitalcollections.sit.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1030&context=isp_collection

REVISTA

JUVENTUD Y CIENCIA SOLIDARIA:

En el camino de la investigación



Elaboración y comercialización de snacks caseros nutritivos para gatos como opción complementaria en la nutrición animal en el cantón Gualaceo

Erika Daniela Córdova Criollo, Emily Nicole Matute Atariguana



Mi nombre es **Erika Daniela Córdova Criollo**, tengo 17 años, soy del cantón Gualaceo y curso tercero de bachillerato en la Unidad Educativa Agronómico Salesiano. Me gusta jugar básquet, escuchar música y compartir con mi familia y amigos. En la universidad quiero estudiar Medicina



Mi nombre es **Emily Nicole Matute Atariguana**, tengo 17 años y curso tercero de bachillerato en Producción Agropecuaria en la UEAS. Soy misionera y he participado en encuentros del MJS. Me gustan los animales, tocar la guitarra, conocer nuevos lugares y ayudar a las personas. Quiero estudiar Psicología y, en el futuro, tener un refugio para animales de la calle.

Resumen

Este proyecto tiene como finalidad la elaboración y comercialización de snacks caseros nutritivos para gatos en el cantón Gualaceo, como una alternativa complementaria en la alimentación de las mascotas. En la actualidad, muchos productos comerciales destinados a gatos contienen conservantes, colorantes y otros aditivos que pueden afectar su salud si se consumen de manera frecuente. Frente a esta situación, surge la necesidad de desarrollar opciones más naturales que contribuyan al bienestar y a una nutrición más equilibrada para los felinos. La propuesta se basa en la elaboración de snacks utilizando ingredientes naturales que aporten nutrientes importantes para la dieta de los gatos, como proteínas, vitaminas y minerales. Entre los ingredientes utilizados se consideran alimentos de origen animal y algunos vegetales seguros que pueden contribuir a mejorar la digestión, fortalecer el sistema inmunológico y favorecer el desarrollo adecuado de los gatos. Además, se busca que estos productos sean fáciles de preparar, accesibles y seguros para el consumo animal. Durante el desarrollo del proyecto, se describió el proceso de preparación

de los snacks, desde la selección de los ingredientes hasta su elaboración final, tomando en cuenta aspectos básicos de higiene y seguridad alimentaria. También se pudo observar la reacción de los gatos al consumir los snacks, registrando su nivel de aceptación. Los resultados mostraron que los gatos aceptaron de manera positiva estos productos, lo que demuestra que los snacks caseros pueden ser una opción viable para complementar su dieta y, asimismo, puede convertirse en una alternativa de emprendimiento local que promueva el bienestar animal y el uso responsable de ingredientes naturales dentro de la comunidad.

Palabras clave: gatos, nutrición, snacks, ingredientes, bienestar, alternativa

Explicación del tema

Este proyecto nació porque queríamos crear y vender snacks naturales para gatos, algo que ayudara a complementar su dieta y mejorar su bienestar. Muchas familias buscan alternativas a los alimentos comerciales, sobre todo porque algunos contienen aditivos que prefieren evitar en la alimentación cotidiana de sus mascotas [1]. Después de investigar, encontramos una solución práctica: preparar bocadillos caseros y nutritivos que sirvan como complemento frente a los productos que ya existen en el cantón Gualaceo, siempre usando ingredientes seguros y adecuados para los gatos.

Además de eso, queríamos conocer qué beneficios ofrecían estos snacks, dando a los dueños una opción práctica, accesible y orientada al bienestar de sus gatos.

Para investigar, usamos un enfoque descriptivo y una metodología mixta: cualitativa y cuantitativa. Preparamos los productos y observamos cómo reaccionaban los gatos al probarlos. También revisamos bibliografía sobre nutrición felina y los ingredientes más adecuados para su alimentación.

Hoy, las familias están cada vez más pendientes del cuidado y la alimentación de sus mascotas. Los gatos ya no son solo animales en casa, sino parte de la familia, y eso lleva a muchos dueños a buscar productos que cuiden su salud y bienestar. El mercado de alimentos para mascotas ha cambiado porque los consumidores buscan opciones de mejor calidad y adaptadas a las necesidades de sus animales [2]. Además, la demanda de productos para gatos continúa creciendo, lo que refleja el interés de los consumidores por opciones nutritivas, de calidad y accesibles [3].

Los gatos, que son carnívoros, necesitan principalmente proteínas animales para crecer y mantenerse sanos. Alimentos como el pollo, el pescado o el hígado aportan aminoácidos esenciales asociados al desarrollo y mantenimiento corporal [4]. No obstante, una dieta equilibrada también debe considerar vitaminas, minerales y grasas saludables [5]. La alimentación felina debe aportar proteínas y nutrientes esenciales para su desarrollo y salud general [6].

La taurina es un nutriente esencial en la alimentación del gato y debe obtenerse mediante la dieta. Se encuentra principalmente en alimentos de origen animal, entre ellos pollo, atún, hígado y camarones. Además, cumple funciones importantes en la visión, el corazón, la reproducción y el sistema inmunológico [7]. Por esta razón, los snacks elaborados en este proyecto incorporan ingredientes de origen animal ricos en proteínas como complemento de la nutrición felina.

El uso de ingredientes naturales puede ofrecer alternativas de preparación con pollo, atún, huevo, hígado o zanahoria, ingredientes presentes en distintas recetas caseras para gatos [1].

La preocupación creciente por la alimentación de las mascotas también ha abierto oportunidades de emprendimiento. El aumento del número de mascotas impulsa productos innovadores y estrategias de marketing orientadas a este sector [8]. De igual manera, el desarrollo de nuevos productos permite innovar en snacks para felinos [9], mientras que los planes de negocio especializados destacan la importancia de ingredientes de calidad y de analizar el mercado y el proceso de producción [10].

Por esto, escogimos ingredientes naturales para la formulación de los snacks: pollo, harina de trigo, hígado, atún, zanahoria, camarón y huevo. En la Tabla 1 se presentan los principales nutrientes atribuidos a cada ingrediente seleccionado.

Tabla 1. Ingredientes utilizados y su aporte nutricional

Tipo	**Ingrediente**	**Nutrientes principales**
Proteína animal	Atún	Ácidos grasos Omega-3 (EPA/DHA), vitaminas A, D y del complejo B.
Proteína animal	Huevo	Proteínas, vitamina A, vitamina E y biotina.
Ingrediente complementario	Harina de trigo	Proteínas, grasas y minerales.
Proteína animal	Patas de pollo	Proteínas y colágeno.
Proteína animal	Hígado	Omega-3, arginina y vitaminas A y B.
Vegetal	Zanahoria	Fibra y antioxidantes.
Proteína animal	Pollo	Proteínas, aminoácidos y nutrientes esenciales.
Proteína animal	Camarones	Omega-3, Omega-6 y minerales.

Fuente: Autoras

Tabla 2. Materiales e ingredientes utilizados

Físicos	**Químicos**	**Biológicos**	**Tecnológicos**
Licuadora	Agua	Pollo	Celular
Embudo	–	Camarón	Computadora
Jarra	–	Atún	–
Paquete de fundas para bolo	–	Huevo	–
Cuchara	–	Zanahoria	–
Cuchillo	–	Harina de trigo	–
Tabla de picar	–	Hígado	–
Fundas transparentes	–	–	–
Ollas	–	–	–

Fuente: Autoras

Tabla 3. Resultados de aceptación de los snacks

Respuesta de los gatos	**Cantidad**	**Porcentaje**
Consumió con agrado	12	80%
Dudó antes de consumir	2	13,3%
Rechazó el snack	1	6,7%
Total	**15**	**100%**

Fuente: Autoras

En esta tabla se detallan los ingredientes empleados en los snacks del proyecto. Fueron seleccionados considerando su uso en preparaciones para gatos y el aporte nutricional descrito en la bibliografía consultada. Las proteínas de origen animal aportan nutrientes fundamentales para el desarrollo y mantenimiento cor-

poral, mientras que la zanahoria aporta fibra y antioxidantes. La Tabla 2 resume los materiales e ingredientes usados en la preparación.

Durante el proyecto, preparamos tres tipos de snacks caseros: galletas, gelatinas y churus, usando ingredientes frescos y recetas sencillas. Para las galletas, mezclamos atún, huevo y harina hasta obtener una masa uniforme; luego formamos pequeñas porciones y las horneamos hasta que estuvieron firmes. Para las gelatinas, cocimos patas de pollo, hígado y zanahoria, aprovechando el caldo con colágeno y nutrientes, y lo colocamos en moldes para enfriar. Finalmente, preparamos churus con una crema suave de pechuga de pollo y camarones cocidos, procesados en licuadora hasta lograr una consistencia fácil de ingerir.

Para garantizar la seguridad alimentaria de los snacks, todos los ingredientes de origen animal fueron cocidos completamente antes de su procesamiento. Las galletas fueron horneadas a 150 °C durante aproximadamente 30 minutos hasta obtener una textura firme y baja humedad. Las gelatinas y los churus se pasteurizaron primero a una temperatura superior a 70 °C.



Figura 1. Presentación de los snacks caseros desarrollados
Fuente: Autoras

Una vez que los snacks estuvieron listos, la prueba de aceptación se realizó con 15 gatos domésticos para observar su reacción. La mayoría los aceptó favorablemente, especialmente los churus y las galletas. Los dueños también mostraron interés en los productos naturales y los consideraron una alternativa frente a snacks comerciales.

Los resultados de aceptación se presentan en la Tabla 3. Del total de 15 gatos, 12 consumieron los snacks con agrado, dos dudaron antes de consumirlos y uno los rechazó.

No se observaron reacciones adversas inmediatas en ninguno de los gatos incluidos en el estudio. Estos resultados muestran una buena aceptación inicial de los productos. Debido a la corta duración del estudio, no fue posible evaluar efectos a medio y largo plazo, aspecto que podría abordarse en futuras investigaciones.



Figura 2. Gato probando los snacks caseros nutritivos
Fuente: Autoras

Conclusiones

La elaboración de snacks caseros nutritivos para gatos representa una alternativa complementaria frente a productos comerciales y permite utilizar ingredientes naturales que aportan nutrientes importantes para la alimentación de los felinos.

El proyecto muestra interés por parte de los dueños de mascotas en productos más naturales. Por esta razón, la producción de snacks caseros puede considerarse una oportunidad de emprendimiento en el cantón Gualaceo y una iniciativa para fomentar una mayor conciencia sobre la nutrición animal y el bienestar de las mascotas.

Además, los ingredientes utilizados aportan proteínas animales y nutrientes relevantes para la salud de los gatos. La prueba de aceptación mostró una

respuesta positiva de la mayoría de los animales participantes, lo que respalda la viabilidad inicial del producto como complemento alimenticio natural. Sin embargo, al tratarse de una prueba de corta duración, se requieren estudios posteriores para evaluar seguridad nutricional y efectos a largo plazo.

Referencia

[1] Waggys.pet. (2024) Golosinas para gatos. [Online]. Available: https://waggys.pet/blogs/waggys-blog/golosinas-para-gatos?srsltid=AfmBOoo2cBRzLHYEDh4fNesC8_6i_48b11M_KVsQSBjnPpM7WLCkq+qVw

[2] M. A. Hernández, "Evolución del mercado de alimentos para mascotas en colombia," 2023.

[3] I. Amaut, A. Angues, A. Matheus, and C. Mera, "Plan de negocio para la comercialización de alimentos para gatos," Master's thesis, ESAN Graduate School of Business, Lima, 2023.

[4] M. J. Roldán. (2017) Cómo hacer comida casera saludable para mi gato.

[5] C. E. Patiño, "Conducta trófica y trastornos relacionados con el consumo de alimentos," in *Etiología clínica veterinaria del gato*, 2016, pp. 97–108.

[6] EcuRed. (s.f.) Alimento nutritivo. [Online]. Available: https://www.ecured.cu/Alimento_Nutritivo

[7] Zooplus Editorial Team. (s.f.) Taurina para gatos. [Online]. Available: https://www.zooplus.es/magazine/gatos/alimentacion-del-gato/taurina-para-gatos

[8] J. Sánchez, "Elaboración de un plan de marketing para la startup de snack," Cuenca, 2021.

[9] D. Flórez and C. Lastra, "Plan de mercadeo para la comercialización de snacks para felinos," Medellín, 2023.

[10] K. D. Chullunquia Huahuamamani, "Plan de negocios para la elaboración de snacks deshidratados para mascotas," 2024.



REVISTA

JUVENTUD Y CIENCIA SOLIDARIA:

En el camino de la investigación

Evaluación del índice de preñez con dos protocoles de sincronización (J-SYNCH y WEB-SYNCH) en vacas mestizas con semen sexado, en Guachapala

Edgar Leopoldo López Amón, María Fernanda Barba Ortiz



Mi nombre es **Edgar Leopoldo López Amón**, tengo 17 años y estudio tercer año de bachillerato técnico en la Unidad Educativa Agronómico Salesiano. Me gusta tocar guitarra clásica, entrenar en el gimnasio, escuchar música clásica y ver películas de terror. Quiero estudiar Ingeniería Química.



Mi nombre es **María Fernanda Barba Ortiz**, tengo 17 años y curso tercer año de bachillerato técnico en la Unidad Educativa Agronómico Salesiano. Me gusta leer, estudiar, ver Fórmula 1, practicar oratoria y escuchar pódcast. Quiero estudiar Medicina Veterinaria.

Resumen

Las biotecnologías como la sincronización de celo e inseminación artificial a tiempo fijo (IATF) son herramientas clave para mejorar la eficiencia reproductiva del ganado lechero. Esta investigación evaluó dos protocolos de sincronización, J-Synch y Web-Synch, en vacas mestizas inseminadas a tiempo fijo con semen sexado en el cantón Guachapala.

Se seleccionaron 120 animales, 60 por protocolo, mediante ecografía diagnóstica e índice de condición corporal. A los 30 días post-inseminación se efectuó el diagnóstico de preñez. Los resultados mostraron tasas de preñez de 58% para J-Synch y 60% para Web-Synch, sin diferencias relevantes entre ambos tratamientos.

Palabras clave: protocolo, inseminación artificial, biotecnología de la reproducción, J-Synch, Web-Synch, índice de preñez, ganado de leche

Explicación del tema

El proyecto se desarrolló mediante los componentes 2 y 3 del proyecto “Fortalecimiento de capacidades y

transferencia de tecnología para productores ganaderos y animales menores (cuyes) del cantón Guachapala", ejecutado por el GAD Municipal de Guachapala con apoyo de técnicos de desarrollo productivo y de los ganaderos del cantón.

En Azuay, particularmente en Guachapala, la actividad agropecuaria constituye una fuente importante de trabajo e ingresos. El documento de planificación territorial reporta que el 45% de la población se dedica a actividades agropecuarias [1]. Entre los problemas que afectan la producción bovina destaca la baja eficiencia reproductiva, con repercusiones en la rentabilidad y sostenibilidad de los productores.

La inseminación artificial es una de las biotecnologías reproductivas más utilizadas y ha contribuido a la mejora genética del ganado y de la eficiencia productiva [2]. Los protocolos de sincronización permiten manipular la dinámica folicular y la duración de la fase lútea del ciclo estral. En Carchi se reportaron tasas de preñez de 60% con Web-Synch frente a 53% con J-Synch [3]; asimismo, en Argentina se han informado resultados favorables para ambos protocolos [4].

La finalidad de este trabajo fue evaluar el índice de preñez de vacas mestizas inseminadas a tiempo fijo con semen sexado, sincronizadas mediante J-Synch y Web-Synch, para determinar la variación entre los dos protocolos. La investigación fue correlacional y experimental: los protocolos constituyeron la variable independiente y el índice de preñez la variable dependiente.

La población estuvo conformada por 120 vacas mestizas con características físicas y sanitarias similares, ubicadas en Guachapala. Antes de iniciar los tratamientos se recopilaron datos de los animales, incluidos días posparto, antecedentes reproductivos, calendario de vacunación y número de crías.

Posteriormente, se evaluó el índice de condición corporal (ICC) en escala de 1 a 5. Un ICC adecuado, generalmente entre 2,5 y 4,5, es importante para el éxito de los programas de IATF [5].

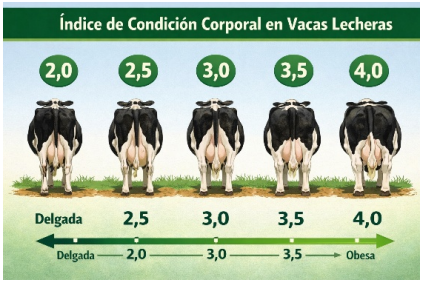


Figura 1. Presentación de los snacks caseros desarrollados
Fuente: Autores

De igual manera, se realizó una ecografía rectal con un ecógrafo HandScam para evaluar el estado reproductivo de las hembras antes de iniciar la IATF. Este examen permite identificar quistes ováricos, evaluar el tamaño de los folículos y confirmar la presencia de cuerpo lúteo, información útil para ajustar los tratamientos hormonales [5].

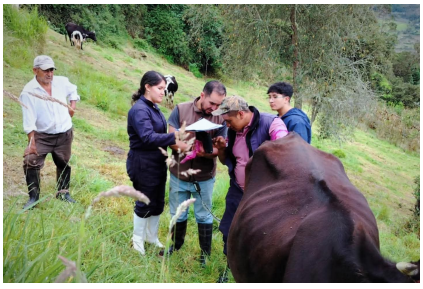


Figura 2. Diagnóstico ecográfico
Fuente: Autores

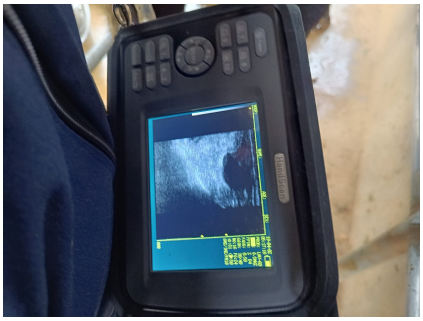


Figura 3. Diagnóstico ecográfico
Fuente: Autores

Toda la información obtenida fue registrada en hojas de campo. En lugar de conservar las capturas originales, se transcribieron como tablas editables en LaTeX para mejorar su legibilidad.

Tabla 1. Modelo de hoja de campo N.º 1

Comunidad	Propietario	N.º del animal	Vaca	Vacona	CC (1–5)	Observaciones (ecografía)	N.º asignado
Don Julo	Braulio Coello	63	x	–	3.5	Presencia de CL en ovario derecho; presencia de folículos en ovario izquierdo; útero sin novedades.	1

Fuente: Autores.

Fuente: Autores

Tabla 2. Modelo de hoja de campo N.º 2 (J-Synch)

N.º asignado	Fecha inicio protocolo	Día 0 BE + dispositivo	Día 6 Retiro + PGF2a + eCG	IATF 56 h posretiro	Raza	Toro	Fecha diagnóstico	Resultado (P/NP)
1	04/02/2026	04/02/2026	10/02/2026	13/02/2026	Jersey	Montagenet	13/03/2026	NP

Fuente: Autores.

Fuente: Autores

Tabla 3. Modelo de hoja de campo N.º 3 (Web-Synch)

N.º asignado	Fecha inicio protocolo	Día 0 PG + dispositivo	Día 2 5 ml GnRH	Día 11 Retiro + PG + eCG	IATF 56 h posretiro	Raza	Toro	Fecha diagnóstico	Resultado (P/NP)
60	01/02/2026	01/02/2026	05/02/2026	11/02/2026	14/02/2026	Holstein	Rory	14/03/2026	P

Fuente: Autores

Sincronización del celo

La sincronización del celo permite controlar el momento del estro y la ovulación para que un grupo de animales ovule en un periodo predecible, facilitando la inseminación artificial a tiempo fijo [3]. Se seleccionaron 60 hembras bovinas para cada uno de los protocolos evaluados.

Protocolo J-Synch

El protocolo J-Synch tuvo una duración aproximada de ocho días y medio. De acuerdo con Morales [3], en el día 0 se aplicó un dispositivo intravaginal y 2 mg de benzoato de estradiol; en el día 6 se retiró el dispositivo y se administraron 2 ml de PGF2a y 400 UI de eCG; finalmente, 56 horas después del retiro se realizó la IATF.

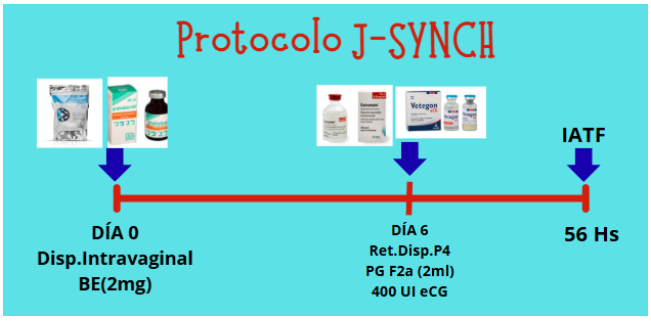


Figura 4. Protocolo J-Synch
Fuente: Autores

Protocolo Web-Synch

De acuerdo con Giretti [6], el protocolo Web-Synch tiene una duración de aproximadamente 14 días. En el día 0 se colocó el dispositivo intravaginal y se administraron prostaglandinas; en el día 5 se aplicó GnRH; en el día 11 se retiró el dispositivo, se administraron prostaglandinas y eCG; finalmente, dos días y medio después se realizó la inseminación artificial a tiempo fijo.



Figura 5. Protocolo Web-Synch
Fuente: Autores

El proceso de inseminación artificial se efectuó al final de cada protocolo. Las pajuelas de semen, almacenadas en nitrógeno líquido a −196 °C, se descongelaron en agua entre 35 y 37 °C durante aproximadamente 30 segundos. Luego se preparó la pistola de inseminación y se emplearon fundas sanitarias para reducir el riesgo de contaminación. El semen fue depositado en el cuerpo del útero. Treinta días después de la inseminación se realizó el diagnóstico de preñez mediante ecografía. De los 60 animales del grupo J-Synch, 35 resultaron preñados; en Web-Synch, 36 de 60. Por tanto, la tasa de preñez fue de 58% para J-Synch y 60% para Web-Synch, una diferencia de aproximadamente 2 puntos porcentuales.

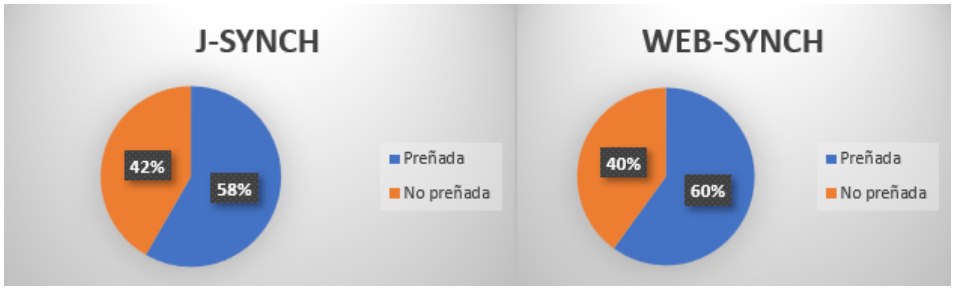


Figura 6. Porcentaje de preñez obtenido con J-Synch y Web-Synch
Fuente: Autores

Conclusiones

El protocolo Web-Synch alcanzó la mayor tasa de preñez en la investigación, con 60%, frente a 58% de J-Synch. La diferencia observada fue pequeña y no representó una variación relevante entre los tratamientos evaluados.

El análisis de ambos protocolos mostró diferencias numéricas en la tasa de preñez, pero el desempeño general fue similar. En las condiciones del estudio, Web-Synch presentó un resultado ligeramente superior y, según la literatura consultada, puede aplicarse en una variedad de condiciones reproductivas [3].

En el protocolo J-Synch, la alimentación y el índice de condición corporal continúan siendo factores de especial importancia, debido a su relación con la eficiencia reproductiva de las vacas [5].

Referencia

[1] GAD Municipal de Guachapala, "Pdot-2024-gad guachapala," 2024, recuperado el 5 de marzo de 2026. [Online]. Available: https://guachapala.gob.ec/wp-content/uploads/2025/03/ORDENANZA-REFORMATORIA-APRUEBA-ACTUALIZACION-PDOT-GUACHAPALA-2024-2027.pdf

[2] M. A. Falconí, "Evolución de la importación y producción nacional de semen bovino y sus implicaciones en la inseminación artificial en el ecuador," Latacunga, 2025. [Online]. Available: https://repositorio.utc.edu.ec/server/api/core/bitstreams/6d732897-e9ce-4cc2-99ff-b5a607062621/content

[3] M. Morales, "Evaluación del índice de preñez con dos protocolos de sincronización (j-synch y web-synch), en vacas holstein friesian en la provincia del carchi, cantón espejo, parroquia san isidro, sector chulte, hacienda el colorado," Espejo, Carchi, 2025. [Online]. Available: https://repositorio.puce.edu.ec/server/api/core/bitstreams/bc2c32bf-39a0-41f0-b91e-9cd0edf0708a/content

[4] G. Bó, "Tratamiento a base de gnrh y progesterona como alternativa para los tratamientos a base de estradiol para la inseminación artificial a tiempo fijo en vacas bos taurus para carne," ResearchGate, 2022. [Online]. Available: https://www.researchgate.net/lab/Gabriel-Bo-Lab

[5] A. Camacho de Gutiérrez, O. Camacho, S. Fernández, Y. González, and J. C. Gutiérrez-Añez, "Factores que influencian la tasa de preñez seguidas a un protocolo de sincronización del celo e inseminación a tiempo fijo libre de estradiol en el búfalo de agua," *Portal de Revistas Científicas y Humanísticas de la Universidad del Zulia*, vol. 33, 2023. [Online]. Available: https://doi.org/10.52973/rcfcv-wbc115

[6] M. A. Giretti, "Protocolos de inseminación artificial a tiempo fijo (iatf) alternativos al uso de estradiol en bovinos de carne," Río Negro, Colombia, pp. 5–58, mayo 2025. [Online]. Available: https://rid.unrn.edu.ar/bitstream/20.500.12049/13059/1/TFG%20Giretti%20Maite%20%281%29.pdf

REVISTA

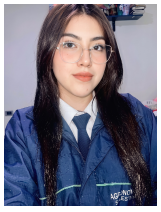
JUVENTUD Y CIENCIA SOLIDARIA:

En el camino de la investigación



Evaluación de crecimiento y engorde de cuyes con suplemento alimenticio adicionando harina de orégano para el mejoramiento del sabor de la carne en la UEAS

Keila Anahí Benítez Mendoza



Mi nombre es **Keila Anahí Benítez Mendoza**, tengo 17 años, soy estudiante de la Unidad Educativa Agronómico Salesiano. Me considero una persona con una energía inagotable y una meta muy clara: convertirme en veterinaria, porque mi camino está guiado por un profundo respeto hacia los animales. Soy una deportista apasionada y considero que el deporte es el motor de mi salud mental y mi equilibrio personal.

Resumen

El presente estudio tiene como propósito evaluar el crecimiento y engorde de los cuyes mediante la incorporación de harina de orégano en su alimentación diaria. El uso de este ingrediente busca actuar como una alternativa preventiva contra enfermedades, al mismo tiempo que mejora de forma notable la calidad de la carne producida en la Unidad Educativa Agronómico Salesiano (UEAS). Para cumplir estas metas, se elaboró un alimento balanceado con diferentes niveles de mezcla, permitiendo registrar con exactitud el consumo de cada ejemplar. El desarrollo de los cuyes se controló mediante un registro de pesaje semanal para comparar qué grupo obtuvo un mejor rendimiento y estado físico. Los resultados se validaron a través de una encuesta posterior a la prueba de degustación para calificar el sabor y la aceptación de la

carne.

El estudio se desarrolló bajo una metodología de investigación mixta. Con un enfoque cuantitativo, se centró en el registro sistemático del pesaje semanal, mientras que el enfoque cualitativo analizó la aceptación del alimento por parte de los cuyes y la percepción de la carne por parte del consumidor. Se trabajó con 24 ejemplares, suministrando un balanceado con proteína superior al 18% y diferentes concentraciones de orégano. Los resultados demostraron que ningún animal se enfermó durante el ensayo y que el tratamiento con 1 gramo de harina de orégano por kilogramo de alimento fue el más efectivo, alcanzando los mejores pesos y la mayor puntuación en sabor.

Palabras clave: crianza de cuyes, harina de orégano, crecimiento y engorde de cuyes, calidad organoléptica, suplementación alimenticia, balanceado

Explicación del tema

Estudios recientes evidencian que los derivados del orégano mejoran el estado sanitario y la calidad de la carne en diversas especies, lo que motiva a explorar su uso en sistemas de crianza de cuyes locales [1]. En este sentido, el interés del estudio se centró en buscar una alternativa natural que reemplazara los aditivos químicos, inspirándose en el uso del orégano como promotor de crecimiento orgánico.



Figura 2. Suministración de balanceado
Fuente: Autora

Cabe destacar que el orégano es una planta aromática rica en aceites esenciales como el carvacrol y el timol, compuestos con propiedades antioxidantes y antimicrobianas que favorecen la digestión y estimulan el apetito de los animales. Estas características permiten mejorar el aprovechamiento de los nutrientes y la calidad del producto final, reduciendo la necesidad de promotores sintéticos [1]. A su vez, Rossi [2] refuerza la idea de que el orégano es un suplemento alimenticio natural, libre de residuos y con menos efectos secundarios. De acuerdo con Guevara (2020, citado por Herrera Ocaña et al. [1]), el uso de suplementos naturales mejora la respuesta productiva de los animales de forma sostenible.



Figura 1. Pesaje de la harina de orégano
Fuente: Autora



Figura 3. Masa corporal de la semana 2 del ejemplar de la jaula 1, alimentado solo con pasto



Figura 4. Masa corporal de la semana 2 del ejemplar de la jaula 3, con suplementación de 1 g de harina de orégano/kg de balanceado
Fuente: Autora



Figura 5. Ejemplar de la jaula 3 alimentado con 1 g de orégano/kg de balanceado
Fuente: Autora

Asimismo, la motivación principal fue demostrar que es posible mejorar tanto el peso del animal como el sabor de su carne mediante una suplementación sencilla y económica. Navarrete [3] evaluó distintos niveles de orégano en dietas de cuyes y determinó que dosis entre 0,5 g/kg y 1,5 g/kg mejoran la ganancia de peso, la conversión alimenticia y la calidad de la canal. De manera similar, Bermúdez et al. [4] reportaron que la adición de orégano en la alimentación de cuyes mantiene un comportamiento productivo óptimo y una carne con mejores características sensoriales.

Para evaluar la aceptación del producto, se realizó una encuesta enfocada en determinar la preferencia de los consumidores en cuanto a sabor, color, aroma y textura. A partir de los datos recopilados, se dedujo que los ejemplares alimentados con pasto más balanceado con harina de orégano (1,0 g/kg) destacaron como los favoritos, especialmente en su sabor. Esta superioridad no solo fue sensorial, sino también productiva, ya que los cuyes presentaron el mayor crecimiento y una conformación corporal superior en comparación con los demás grupos.



Figura 6. Ingreso de ejemplares (24 cuyes) para la fase experimental
Fuente: Autora

- **Muestra 1:** alimentación solo con pasto (testigo).
- **Muestra 2:** alimentación con pasto más balanceado con harina de orégano (1,5 g/kg).
- **Muestra 3:** alimentación con pasto más balanceado con harina de orégano (1,0 g/kg).
- **Muestra 4:** alimentación con pasto más balanceado con harina de orégano (0,5 g/kg).

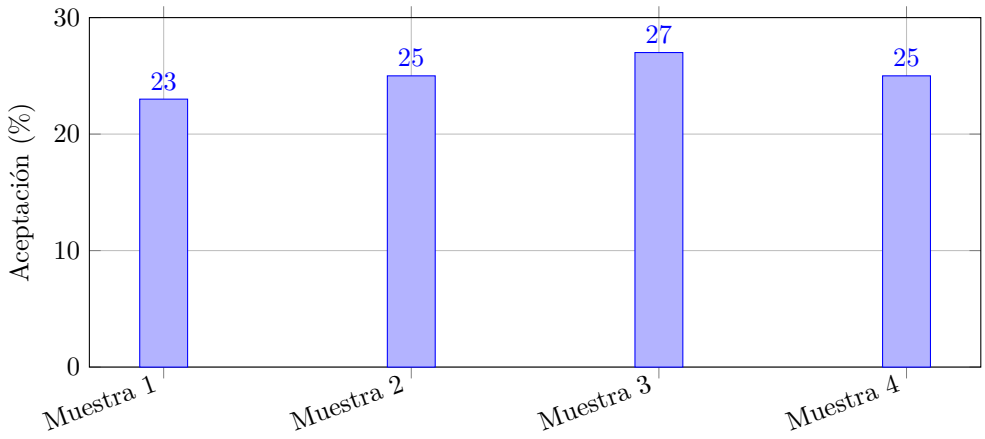


Figura 7. Encuesta de percepción y aceptación de los tipos de carne

Fuente: Autora.

Tabla 1. Promedio de pesos semanales de los cuyes: peso inicial y semanas 1 a 6

Jaula	Inicial (g)	Sem. 1	Sem. 2	Sem. 3	Sem. 4	Sem. 5	Sem. 6
1	227,33	452,00	569,33	598,00	679,33	702,67	816,33
2	212,33	498,33	661,33	659,00	782,00	857,67	925,67
3	246,33	728,33	759,67	908,33	986,00	1084,00	1186,00
4	205,33	540,33	641,00	846,00	820,33	888,00	974,33

Fuente: Autora

Tabla 2. Promedio de pesos semanales de los cuyes: semanas 7 a 12 y promedio final

Jaula	Sem. 7	Sem. 8	Sem. 9	Sem. 10	Sem. 11	Sem. 12	Prom. final
1	754,67	878,67	949,33	1004,33	1007,00	1112,67	748,36
2	956,33	1007,67	1119,33	1226,33	1226,33	1423,00	826,23
3	1254,00	1365,67	1504,33	1527,00	1619,67	1712,33	1104,00
4	1003,33	1166,33	128,67	1337,67	1437,00	1508,33	909,00

Fuente: Autora

Tratamientos por jaula: Jaula 1, solo pasto (testigo); Jaula 2, pasto más balanceado con 1,5 g/kg de harina de orégano; Jaula 3, pasto más balanceado con 1,0 g/kg; Jaula 4, pasto más balanceado con 0,5 g/kg.

Tabla 3. Promedios de la conformación corporal de los cuyes

Jaula	Semana 1 (cm)	Semana 13 (cm)	Promedio final (cm)
1	23,83	29,67	26,75
2	23,00	29,33	26,75
3	26,17	35,00	30,59
4	26,67	33,33	30,00

Fuente: Autora

Conclusiones

- Se determinó que la incorporación de harina de orégano en la alimentación diaria de los cuyes es una alternativa viable y efectiva para optimizar su desarrollo productivo. El tratamiento con una concentración de 1 gramo de harina de orégano por

kilogramo de alimento demostró ser la dosis más eficiente, al registrar los mayores incrementos de peso y un rendimiento físico óptimo en los 24 ejemplares evaluados.

- Se comprobó la eficacia de la harina de orégano como un agente preventivo natural contra enfermedades, dado que el 100% de la población de estudio mantuvo un estado de salud óptimo y no se registraron animales enfermos durante el periodo del ensayo.

- La evaluación cualitativa confirmó que la adición de este ingrediente influye positivamente en las características organolépticas del producto final. Las pruebas de degustación y las encuestas de percepción demostraron que la carne de los cuyes alimentados con la dosis óptima de orégano obtuvo la mayor puntuación en sabor y aceptación por parte de los consumidores.

Referencia

[1] H. R. Herrera Ocaña *et al.*, "Evaluación del tomillo y orégano (thymus vulgaris, origanum vulgare) como suplemento alimenticio," Latacunga, Ecuador, 2024. [Online]. Available: https://repositorio.utc.edu.ec/server/api/core/bitstreams/10ad1dc9-310e-4389-b1c2-375e1e6f89e5/content

[2] R. Rossi, "Valor nutricional de los productos a base de orégano y su efecto en el rendimiento y la salud de los conejos," *Animals*, vol. 14, no. 20, p. 3021, 2024. [Online]. Available: https://www.mdpi.com/2076-2615/14/20/3021

[3] A. G. Navarrete Pachacama, "Evaluación de 3 niveles de orégano en la alimentación de cuyes (cavia porcellus) en la fase de crecimiento y engorde en la cuyera nacional "cuycuna" cía. ltda. en la provincia de cotopaxi, barrio tandalivi, cantón latacunga," Cotopaxi, Ecuador, 2015. [Online]. Available: https://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/2856

[4] F. G. Bermúdez, F. R. Álvarez Jímenez, R. V. Guevara Viera, and C. S. Torres Inga, "Peso final y calidad de carnes en cuyes con diferentes niveles de orégano en el alimento. granja el romeral, cantón guachapala," 2023. [Online]. Available: https://investigacion.ucuenca.edu.ec/es/publications/peso-final-y-calidad-de-carnes-en-cuyes-con-diferentes-niveles-de/

REVISTA

JUVENTUD Y CIENCIA SOLIDARIA:

En el camino de la investigación



Elaboración y evaluación del impacto de aceptación de galletas con harina de quinua y chocolate amargo como alternativa nutritiva

Klever Sebastián Peralta Barrera



Mi nombre es **Klever Sebastián Peralta Barrera**, tengo 17 años y curso el tercer año de Bachillerato General Unificado en la especialidad de Agropecuaria en la Unidad Educativa Agronómico Salesiano. Me gustan mucho el fútbol y el baloncesto. Aspiro a estudiar Marketing en la universidad.

Resumen

El objetivo principal de este proyecto fue elaborar galletas utilizando harina de quinua e incorporar chocolate amargo en forma de chispas, con el fin de evaluar su aceptación como una alternativa nutritiva entre los consumidores.

Para el desarrollo del trabajo se tomó como referencia una investigación previa [1] y, a partir de ella, se realizaron diferentes pruebas con el propósito de mejorar la formulación y las características del producto final.

La elaboración de las galletas se realizó en el área de cárnicos y farináceos de la Unidad Educativa Agronómico Salesiano. En primer lugar, se efectuó una dosificación de los ingredientes para preparar una masa de aproximadamente 2 kg. Posteriormente, se llevó a cabo el mezclado de los ingredientes, seguido de un amasado manual hasta obtener una masa homogénea.

Luego, la masa fue aplanada con un rodillo, moldeada con un tubo de PVC de 5 cm de diámetro y finalmente horneada durante aproximadamente 20 minutos.

Para evaluar el producto se aplicaron encuestas de degustación a 15 personas del mercado 26 de Febrero, ubicado en el cantón Paute, quienes calificaron aspectos como el sabor, la apariencia, el aroma y la textura.

A lo largo del proyecto se realizaron tres pruebas, en las cuales se introdujeron cambios en la receta, como la elaboración casera de harina de quinua, la sustitución de algunos ingredientes y la incorporación del chocolate amargo. Los resultados mostraron que la aceptación del producto fue mejorando progresivamente. En la última prueba, los encuestados calificaron positivamente las galletas y manifestaron una mayor intención de compra.

Las galletas elaboradas con harina de quinua y chocolate amargo lograron una buena aceptación, mostrando que pueden ser una opción nutritiva y atractiva para los consumidores.

Palabras clave: quinua, galletas, evaluación, alternativa nutritiva, chocolate amargo, aceptación

Explicación del tema

La necesidad de alimentos con un buen valor nutricional se ha vuelto un tema popular entre las personas, debido al elevado consumo de productos procesados que se ha normalizado, lo que genera preocupación por el alto contenido de azúcares y grasas que contienen.

La quinua es un pseudocereal con un alto valor nutricional, catalogado como un grano integral que no contiene gluten. Aporta magnesio, necesario para la función muscular y muchas otras funciones corporales [2]. Otro alimento reconocido por su contenido nutricional es el chocolate amargo, también llamado chocolate puro o negro. Es un tipo de chocolate elaborado a partir de cacao puro, sin incluir leche, y utiliza una mínima cantidad de azúcar en su elaboración [3].

Tabla 1. Comparación nutricional entre la quinua, el chocolate amargo y las galletas comerciales ricas en azúcares refinados

Aspecto	Quinua	Chocolate amargo	Galletas comerciales
Proteínas	Es una proteína completa, ya que aporta todos los aminoácidos esenciales que el cuerpo necesita.	Aporta algo de proteína, pero en menor cantidad.	Tiene poca proteína y no es una fuente importante de este nutriente.
Gluten	No contiene gluten, por lo que puede ser consumida por personas que no lo toleran.	Generalmente no contiene gluten.	Puede contener gluten dependiendo de sus ingredientes.
Beneficios para la salud	Ayuda al crecimiento, la reparación de tejidos y al buen funcionamiento del organismo.	Sus antioxidantes y flavonoides pueden ayudar a cuidar la salud del corazón.	Su consumo excesivo puede favorecer el aumento de peso y otros problemas de salud.
Contenido de azúcar	Contiene muy poca azúcar.	Tiene muy poca azúcar cuando posee un alto porcentaje de cacao.	Tiene una gran cantidad de azúcares refinados añadidos.

Fuente: Autor.

Con base en lo expuesto, el presente proyecto tiene como objetivo elaborar galletas utilizando harina de quinua e incorporar chocolate amargo en forma de chispas, para evaluar su aceptación como alternativa nutritiva, tomando a las personas del mercado 26 de Febrero, ubicado en el cantón Paute, como población seleccionada para la evaluación. Un proyecto similar se realizó en la Escuela Agrícola Panamericana Zamorano, en el que se desarrolló una galleta con sustitución parcial de harina de trigo por harina de quinua. Se evaluaron cuatro tratamientos, de los cuales el T3 fue el más aceptado [1].

Con base en la formulación del T3, que contenía 40% de harina de quinua, se realizó la primera prueba

de las galletas. Se efectuaron cambios como la sustitución de la miel por azúcar y la eliminación de la estevia. Primero se realizó una dosificación para elaborar una masa con un peso total de 2 kg.

Tabla 2. Ingredientes para la prueba 1: masa de 2 kg

Ingrediente	**Cantidad usada**
Harina de quinua	400 g
Harina de trigo todo uso	600 g
Leche en polvo	60 g
Vainilla	10 g
Huevos	400 g
Azúcar	300 g
Aceite	220 g/cc
Bicarbonato	30 g
Sal	5 g

El trabajo se realizó en el área de cárnicos y farináceos de la Unidad Educativa Agronómico Salesiano. Los materiales fueron colocados en la mesa y se procedió a mezclar los ingredientes, comenzando con las harinas.

Estas se colocaron directamente sobre la zona de trabajo y se mezclaron con una cuchara hasta obtener una mezcla homogénea. Posteriormente, se formó un hoyo en el centro, donde se incorporaron los demás ingredientes. Después, la mezcla fue sometida a un amasado manual hasta lograr una masa homogénea y con la consistencia adecuada.

Con ayuda de un rodillo, la masa fue aplanada hasta alcanzar un grosor aproximado de 0,5 cm y luego fue moldeada con un tubo de PVC de 5 cm de diámetro. Al mismo tiempo, se precalentó el horno.

Nota técnica: Para una producción a mayor escala, se recomienda utilizar moldes o equipos fabricados con acero inoxidable o plásticos de grado alimenticio, ya que estos materiales garantizan una mejor higiene, facilitan la limpieza y ayudan a prevenir la contaminación del producto.

Colocadas las 130 galletas en dos latas, se introdujeron en el horno y se dejaron hornear durante 20 minutos a aproximadamente 200 °C. Se seleccionaron 15 galletas para la encuesta de degustación.



Figura 1. Mezcla de ingredientes
Fuente: Autor

Los resultados de la primera prueba mostraron que a los evaluadores les gustaron las galletas, aunque no de forma totalmente excelente. La mayoría consideró adecuados aspectos como la apariencia, el aroma, el sabor y la textura, por lo que el producto fue percibido como agradable.

Además, el nivel de dulzor y el tamaño fueron vistos como adecuados por casi todos. Sin embargo, algunas personas todavía dudaban al momento de comprarlas, lo que indicó que el producto era bueno, pero aún podía mejorar su atractivo.

Todos los encuestados calificaron las galletas como nutritivas. Con estos resultados, se llevó a cabo una

segunda prueba. Se decidió elaborar harina de quinua casera para aprovechar los nutrientes presentes en el grano, sin agregar otros componentes. Además, se optó por utilizar mantequilla en lugar de aceite.

La saponina es una sustancia natural presente en la quinua que recubre el grano y le da un sabor amargo que puede resultar desagradable si no se retira [4]. Por ello, es importante lavar la quinua para eliminar sus residuos. Una vez lavada, se colocó en una sartén a fuego bajo para tostarla y facilitar su molienda. Se removió constantemente para evitar que se quemara; la quinua estuvo lista cuando adquirió una apariencia dorada y crujiente [5]. Después, se transfirió a una licuadora de alta velocidad hasta obtener un polvo fino y finalmente se tamizó.



Figura 2. Tostado de la quinua
Fuente: Autor

Tabla 3. Ingredientes para la prueba 2: masa de 0,5 kg

Ingrediente	**Cantidad usada**
Harina de quinua	100 g
Harina de trigo todo uso	150 g
Leche en polvo	15 g
Vainilla	2,5 g
Huevos	135 g
Azúcar morena	75 g
Mantequilla	62,5 g
Bicarbonato	7,5 g
Sal	1,25 g

Se elaboraron 30 galletas, de las cuales 15 fueron llevadas a degustación. La segunda encuesta mostró cambios importantes. La mayoría consideró que la apariencia, el aroma, el sabor y la textura eran adecuados y otorgó buenas calificaciones. El dulzor fue visto como equilibrado y el tamaño fue considerado correcto. En esta ocasión, más personas afirmaron que comprarían el producto, lo que demostró una mayor aceptación. Sin embargo, en aspectos como la cantidad, la presentación y el contenido hubo opiniones diferentes, por lo que todavía se podían realizar ajustes. Todos coincidieron nuevamente en que las galletas eran nutritivas y saludables.

Gracias a estos datos, se elaboró una tercera y última prueba. Se reemplazó el bicarbonato por polvo de hornear, la leche en polvo por leche líquida y la harina de trigo todo uso por harina integral. Asimismo, se realizó una dosificación para una masa de aproximadamente 0,5 kg.

Se comenzó batiendo la mantequilla con el azúcar y la sal durante unos cinco minutos. Después, se añadieron los huevos y la vainilla, y se batió durante dos minutos. Luego, se agregó la leche y las harinas previamente mezcladas. En esta etapa se realizó un amasado manual para evitar que la masa se aflojara demasiado. Posteriormente, se refrigeró durante dos horas para que tomara consistencia y la mantequilla se endureciera, lo que permitió dar forma a las galletas y hornearlas durante 20 minutos.

A partir de las respuestas de los 15 encuestados se obtuvieron los resultados que se presentan en las tablas 5,6, 7.

Tabla 4. Ingredientes para la prueba 3: masa de 0,5 kg

Ingrediente	**Cantidad usada**
Harina de quinua	250 g
Harina integral	250 g
Azúcar morena	300 g
Mantequilla	275 g
Huevos	150 g
Vainilla	50 g
Leche	10 g
Polvo de hornear	5 g
Sal	10 g

Tabla 5. Escala utilizada para la evaluación sensorial

Valor	**Características sensoriales**	**Tamaño**	**Intención de compra**	**Otras preguntas**
1	Muy malo	Muy grande	Sí	Sí
2	Malo	Adecuado	Podría considerar	No
3	Regular	Muy pequeño	No	Otro
4	Bueno	–	–	–
5	Excelente	–	–	–

Fuente: Autor.

Tabla 6. Evaluación sensorial de las galletas de quinua

Encuesta	**Apariencia**	**Aroma**	**Sabor**	**Textura**	**Dulzor**	**Tamaño**
1	5	4	5	5	5	2
2	4	4	4	5	5	2
3	5	5	5	4	5	2
4	4	5	5	5	5	2
5	4	5	5	5	4	2
6	5	4	4	4	3	2
7	5	5	5	5	5	2
8	4	5	4	4	4	2
9	4	4	5	4	4	2
10	5	5	4	4	5	2
11	5	4	5	4	5	2
12	5	5	5	5	5	2
13	5	4	5	5	5	2
14	4	5	5	5	4	2
15	5	4	4	4	4	2

Nota: Para apariencia, aroma, sabor, textura y dulzor: 1 = muy malo, 2 = malo, 3 = regular, 4 = bueno y 5 = excelente. Para tamaño: 1 = muy grande, 2 = adecuado y 3 = muy pequeño.

Fuente: Autor.

Tabla 7. Aceptación del producto por parte de los evaluadores

Encuesta	Intención de compra	Cantidad adecuada	Presentación adecuada	Valor nutritivo
1	1	1	3	1
2	1	1	1	1
3	1	1	1	1
4	1	1	1	1
5	1	1	1	1
6	1	3	1	1
7	1	3	3	1
8	1	1	3	1
9	1	1	1	1
10	1	1	1	1
11	1	1	3	1
12	1	3	3	1
13	1	1	3	1
14	1	1	3	1
15	1	1	3	1

Nota: Para intención de compra: 1 = sí, 2 = podría considerar y 3 = no. Para cantidad y presentación: 1 = sí, 2 = no y 3 = otro. Para valor nutritivo: 1 = sí y 2 = no.

Fuente: Autor.

Las 15 encuestas evidenciaron una alta aceptación del producto. La mayoría opinó que las galletas tenían buena apariencia, aroma, sabor y textura, lo que demuestra que el producto resultó agradable. El dulzor también fue del agrado de casi todos, ya que lo percibieron en un punto adecuado. En cuanto al tamaño, los evaluadores lo consideraron correcto. Además, la mayoría manifestó que compraría las galletas, lo que indica una buena aceptación. Aunque en aspectos como la cantidad y la presentación hubo opiniones distintas, esto muestra que todavía se pueden realizar pequeños ajustes. Finalmente, todos volvieron a calificar el producto como una opción nutritiva.

Conclusiones

A partir de las diferentes pruebas y encuestas realizadas, se pudo evaluar la aceptación de las galletas elaboradas con harina de quinua y chocolate amargo. Los resultados mostraron que la mayoría de los evaluadores calificó positivamente aspectos como la apariencia, el aroma, el sabor, la textura y el nivel de dulzor del producto. Además, varios participantes indicaron que considerarían comprar las galletas y reconocieron su valor nutricional. Como resultado final, se concluye que la elaboración de galletas a base de harina de quinua constituye una alternativa viable, ya que el producto obtuvo una buena aceptación y representa una opción nutritiva para los consumidores.

Referencia

[1] S. O. Lozano Briones, “Desarrollo de una galleta con sustitución parcial de harina de trigo por harina de quinua (chenopodium quinoa),” agosto 2022, recuperado el 8 de marzo de 2026. [Online]. Available: https://bdigital.zamorano.edu/handle/11036/7306

[2] MedlinePlus. (2024, mayo) Tendencias en alimentos saludables - quinua. Biblioteca Nacional de Medicina. Recuperado el 4 de marzo de 2026. [Online]. Available: https://medlineplus.gov/spanish/ency/patientinstructions/000731.htm

[3] Nhogar. (2021, agosto) ¿para qué sirve el chocolate amargo? y sus beneficios. Nuevo Hogar. Recuperado el 6 de marzo de 2026. [Online]. Available: https://nhogar.cl/blog/para-que-sirve-el-chocolate-amargo/

[4] Andean Valley. (2024, agosto) La saponina en la quinoa: efectos y cómo eliminarla. Andean Valley - Costa Rica. Recuperado el 11 de marzo de 2026. [Online]. Available: https://andeanvalley.cr/la-saponina-en-la-quinoa-efectos-y-como-eliminarla/

[5] S. Pilley. (2024, febrero) Cómo hacer harina de quinoa. Alternative Dish. Recuperado el 11 de marzo de 2026. [Online]. Available: https://alternativedish.com/how-to-make-quinoa-flour/

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR
unesco Cátedra Tecnologías de apoyo para la Inclusión Educativa
GIIATA
GIE-RED
ECUADOR SALESIANOS DON BOSCO



REVISTA

JUVENTUD Y CIENCIA SOLIDARIA:

En el camino de la investigación

Evaluación de producción de fresas en un sistema de cultivo vertical aplicando fertilización orgánica e inorgánica en el sector de Certag - Gualaceo

Yajaira Bonilla, Eduardo Cando



Mi nombre es **Yajaira Bonilla**, tengo 17 años y estudio en la Unidad Educativa Agronómico Salesiano. Disfruto leer y tocar el piano, ya que ambas actividades me permiten distraerme, pasar el tiempo y desarrollar mi creatividad. La lectura me transporta a diferentes mundos y me ayuda a aprender cosas nuevas, mientras que el piano me da tranquilidad y satisfacción personal.



Mi nombre es **Eduardo Cando**, tengo 17 años de edad y estudio en la Unidad Educativa Agronómico Salesiano. Una de las actividades que disfruto realizar es escuchar música, debido a que es una experiencia bastante relajante. Asimismo, suelo dibujar en mis tiempos libres; esta actividad me ayuda a expresar cómo me siento y me hace sentir cómodo al hacerlo.

Resumen

El propósito de la investigación fue comparar el rendimiento del cultivo de fresa en un sistema vertical, evaluando el uso de fertilización orgánica, elaborada con dos tipos de estiércol: de vaca (60%) y de cuy (40%), frente a la fertilización inorgánica, con dosis de CaBoron (calcio: 7,2% y boro: 1,5%) y G-5 (nitrógeno: 20%, fósforo: 20% y potasio: 15%). El estudio se llevó a cabo en el cantón Gualaceo, bajo un enfoque experimental mixto, con análisis de variables cualitativas y cuantitativas. Para ello se instaló un sistema de cultivo vertical equipado con riego por goteo, lo que permitió aprovechar mejor el espacio y mantener un control más preciso sobre las condiciones de producción de la fresa. A lo largo del experimento se registraron en fichas de información distintos indicadores de crecimiento y rendimiento, como la altura de las plantas, el número de hojas y flores, la cantidad de frutos por planta y el peso total de la cosecha en kilogramos, para luego organizarlos en tablas estadísticas que facilitaran su análisis. Los resultados mostraron diferencias claras entre ambos tratamientos. Por un lado, la fertilización inorgánica impulsó un crecimiento más rápido en las

primeras etapas y alcanzó un mayor peso total de producción. Por otro lado, la fertilización orgánica destacó por generar frutos con mejor firmeza. Se observó que tanto la fertilización orgánica como la inorgánica pueden funcionar adecuadamente en un sistema de cultivo vertical, aunque los frutos orgánicos se mantuvieron firmes y en buen estado más tiempo después de cortados, mientras que las fresas fertilizadas inorgánicamente se ablandaron más rápido. La elección del sistema dependerá de las prioridades del productor: si busca maximizar el rendimiento en el corto plazo o si prefiere apostar por prácticas más saludables, sostenibles y amigables con el medio ambiente.

Palabras clave: cultivo de fresa, cultivo vertical, fertilización orgánica, fertilización inorgánica, sostenibilidad

Explicación del tema

Diversos estudios respaldan la importancia de explorar nuevas estrategias de producción. García-Herrera *et al.* señalan que los sistemas de cultivo vertical e hidropónico representan una opción tecnológica viable para incrementar el rendimiento, ya que permiten un uso más eficiente del agua y de los nutrientes [1]. Huaman Lozano y Navarro Hinostroza evidenciaron que los abonos orgánicos influyen de manera significativa en el crecimiento y la productividad del cultivo de fresa, lo que refuerza la necesidad de comparar distintas fuentes de fertilización para identificar la más adecuada según el contexto [2].

Con base en lo anterior, se planteó un diseño experimental comparativo con dos tratamientos:

[leftmargin=*,itemsep=2pt]

- **Tratamiento 1 (T1):** fertilización orgánica (estiércol 40% de cuy y 60% de vaca).
- **Tratamiento 2 (T2):** fertilización inorgánica (G-5 y CaBoron).

La muestra estuvo integrada por 80 plantas de fresa (*Fragaria* × *ananassa*), las cuales se distribuyeron aleatoriamente en dos grupos de 40 plantas cada uno (50% fertilización orgánica y 50% fertilización inorgánica), asignando un tratamiento a cada grupo.

El registro de los costos necesarios para la implementación del sistema de cultivo vertical se observa en la Tabla 1.

Tabla 1. Registro de costos

Insumo	**Cantidad**	**Costo unitario**	**Costo total**
Tubos	10 unidades	11,25 dólares	112,5 $
Saram	9 metros	0,60 dólares	5,4 $
Tierra	5 sacos	3 dólares	15 $
Fertilizante G-5	4 unidades	8 dólares	16 $
Fertilizante CaBoron	4 unidades	8 dólares	16 $
Plantas de fresa	80 unidades	0,50 dólares	40 $
Rollo de plástico	1 rollo	48 dólares	48 $
Tanque plástico azul	2 unidades	30 dólares	60 $

Fuente: Autores

El sistema de cultivo vertical se construyó a partir de una estructura resistente con niveles escalonados, lo que permitió colocar los recipientes o fundas de cultivo en posición vertical. Este diseño se planteó con tres propósitos principales: optimizar el espacio disponible, mejorar la exposición solar de las plantas y facilitar las labores de manejo del cultivo. Además, se instaló un sistema de riego por goteo con el fin de asegurar una distribución uniforme del agua y reducir el desperdicio del recurso hídrico, favoreciendo así un uso más eficiente. Se administró el riego por goteo durante 15 minutos, dos veces al día, en la mañana y en la tarde.

Tabla 2. Esquema del sistema vertical

Componente	Descripción
Estructura de madera	Soporte principal del sistema.
Recipientes o bolsas de cultivo	Contenedores para las plantas.
Sustrato previamente preparado	Mezcla de tierra negra, compost y cascarilla de arroz.
Sistema de riego por goteo	Distribución controlada de agua.
Fertilizantes (orgánico e inorgánico)	Tratamientos diferenciados.

Fuente: Autores

Este esquema permitió mantener condiciones homogéneas en ambos tratamientos, de modo que la única variable que diferenció a los grupos fue el tipo de fertilización aplicada.



Figura 1. Sistema de cultivo vertical
Fuente: Autores

El sustrato se preparó a partir de una mezcla de tierra negra, compost orgánico y cascarilla de arroz, combinación que favoreció una buena aireación y una adecuada retención de humedad.



Figura 2. Primeros frutos
Fuente: Autores



Figura 3. Invernadero para cultivo de fresas
Fuente: Autores

De acuerdo con Guzhñay León, la calidad del sustrato influye directamente en la capacidad de retener agua y en la absorción de nutrientes, lo que repercute en el rendimiento final del cultivo [3]. Una vez listo el sustrato, se procedió al trasplante de las plántulas de fresa, procurando que todas presentaran un desarrollo inicial similar. Esto permitió reducir posibles sesgos y asegurar mayor uniformidad en las condiciones del experimento.

En el tratamiento orgánico se aplicó el compost en cantidades previamente controladas. Estos insumos aportaron nutrientes de forma gradual, además de favorecer la actividad microbiológica del suelo, lo que contribuye al equilibrio del sistema de cultivo. Por otro lado, en el tratamiento inorgánico se utilizaron fertilizantes formulados para cubrir de manera inmediata los requerimientos nutricionales de la planta (G-5) y enfocados en la maduración de los frutos (CaBoron). Según Romero-Romano *et al.*, la fertilización química puede provocar una respuesta más rápida en el crecimiento vegetativo debido a la disponibilidad inmediata de los nutrientes [4]. Las aplicaciones en ambos

tratamientos se realizaron de manera periódica, siguiendo un cronograma previamente establecido para asegurar uniformidad en el manejo.

Durante el desarrollo del cultivo se realizaron mediciones quincenales, en las que se registraron las variables resumidas en la Tabla 3.

Tabla 3. Comparación de producción

Variable	**Orgánico**	**Inorgánico**
Altura promedio	21 cm	24 cm
Frutos por planta	5	7
Peso promedio de fruto	18 g	20 g
Producción total	2,1 kg	4 kg

Fuente: Autores

Los resultados muestran que el tratamiento inorgánico dio mayor rendimiento total, mientras que el tratamiento orgánico presentó mejor firmeza del fruto y menor impacto ambiental.

Dificultades encontradas

Durante el desarrollo del proyecto se presentaron varias dificultades que influyeron en el proceso. Una de las principales fue la adaptación inicial de las plantas al sistema vertical, ya que requirieron un período de recuperación antes de mostrar un crecimiento estable. También se enfrentaron problemas relacionados con el control de plagas, lo que demandó mayor atención y monitoreo constante. Además, el tiempo disponible no fue suficiente para evaluar por completo un ciclo productivo, lo que limitó el alcance de los resultados obtenidos. Aun con estos retos, la experiencia resultó enriquecedora, ya que permitió recopilar información relevante sobre el comportamiento del cultivo bajo ambos sistemas de fertilización.

Conclusiones

A partir de la experiencia obtenida en este proyecto, se recomienda que investigaciones futuras evalúen un mayor número de ciclos productivos, con el fin de confirmar la consistencia de los resultados obtenidos y observar el comportamiento del cultivo a largo plazo. Asimismo, se plantea como una línea de mejora necesaria el análisis detallado de los costos de producción, lo cual permitiría valorar con mayor precisión la viabilidad económica y la rentabilidad del manejo propuesto en comparación con los sistemas tradicionales.

En conclusión, este proyecto demostró que sí es posible producir fresa (*Fragaria* × *ananassa*) en un sistema vertical usando recursos básicos, obteniendo un total de 480 fresas: 200 del tratamiento orgánico (41,67%) y 280 del tratamiento inorgánico (58,63%).

Aunque los resultados fueron claros, el trabajo tuvo limitaciones como el poco tiempo para evaluar todo el ciclo del cultivo, algunos problemas de plagas, la adaptación inicial de las plantas y la falta de recursos para hacer análisis más profundos. Aun así, la investigación fue una experiencia valiosa que permitió comparar ambos tipos de fertilización y entender mejor cuál podría convenir según las necesidades y posibilidades del productor.

El mayor crecimiento y producción obtenidos en el tratamiento inorgánico se pueden explicar porque el bioestimulante agrícola G-5 actúa de manera más rápida en la planta, favoreciendo su desarrollo, crecimiento y capacidad para enfrentar situaciones de estrés. Por otro lado, los fertilizantes orgánicos utilizados, como el estiércol de vaca y el estiércol de cuy, necesitan pasar por un proceso de descomposición antes de que sus nutrientes estén disponibles para las raíces, por lo que sus efectos suelen observarse de forma más lenta y progresiva.

En cuanto a la evaluación del dulzor de las fresas, esta se realizó mediante una prueba de degustación. Para ello, se probaron las fresas obtenidas en cada tratamiento y se comparó su sabor de manera directa. Debido a las limitaciones de recursos del proyecto, no fue posible utilizar equipos especializados para medir los grados Brix; por esta razón, la valoración del dulzor se basó en la percepción sensorial obtenida durante la degustación.

Referencia

[1] E. J. García-Herrera, A. Gómez-González, A. Alvarado-Chávez, and A. Amante-Orozco, "Sistemas hidropónicos piramidal y vertical para producción intensiva de fresa," *Agro-Divulgación*, vol. 4, no. 4, 2024. [Online]. Available: https://doi.org/10.54767/ad.v4i4.360

[2] J. J. Huaman Lozano and A. A. Navarro Hinostroza, "Comparativo de abonos orgánicos en el rendimiento del cultivo de fresa (fragaria vesca) en condiciones del distrito de paucartambo - pasco 2022," 2024. [Online]. Available: http://repositorio.undac.edu.pe/handle/undac/4070

[3] M. S. Guzhñay León, "Evaluación del cultivo de fresa (fragaria sp.) en un sistema semihidropónico con dos sustratos y aplicación de microorganismos benéficos," 2024. [Online]. Available: https://dspace.ucacue.edu.ec/handle/ucacue/17603

[4] C. O. Romero-Romano, J. Ocampo-Mendoza, and E. Sandoval-Castro, "Fertilización orgánica-mineral y orgánica en el cultivo de fresa (fragaria x ananassa duch.) bajo condiciones de invernadero," *Ra Ximhai*, vol. 8, no. 3, pp. 41–49, 2012. [Online]. Available: https://www.redalyc.org/pdf/461/46125176004.pdf



La educación es cuestión de corazón

Don Bosco