GENERACIÓN DEL CONOCIMIENTO PARA UN MUNDO SOSTENIBLE:

transformaciones sociales, educativas y ambientales

HUGO ARIAS FLORES
JANIO JADÁN GUERRERO (EDITORES)

VOLUMEN 2

Universidad Indoamérica

Generación del conocimiento para un mundo sostenible
Transformaciones sociales, educativas y ambientales

Volumen 2

Fecha de publicación: 17 de noviembre de 2025

Autoridades
Ing. Saúl Lara Paredes, PhD – Canciller
Ing. Janio Jadán, PhD – Rector
Ing. Ignacio Ayala, PhD – Vicerrector académico y de vinculación
Ing. Aidé Naranjo, Mg. – Vicerrectora Administrativa y de Aseguramiento de la Calidad

© Autores: Hugo Arias-Flores[1], Janio Jadán-Guerrero [1]
[1] Centro de Investigación de Ciencias Humanas y de la Educación (CICHE), Universidad Tecnológica Indoamérica, Quito, Ecuador. hugoarias@uti.edu.ec, janiojadan@uti.edu.ec

ISBN: 978-9942-693-13-6
Derecho de autor: N° QUI-070023

Revisado y aprobado para su publicación por el Comité Editorial de la Universidad Tecnológica Indoamérica (Quito, Ecuador) y por los revisores Dra. Judith Maldonado Rivera (Universidad Técnica Particular de Loja) y Dr. Jaime Diaz Córdova (Universidad Técnica de Ambato), con la colaboración de la Dra. Susana Arias en la organización de los contenidos.

Editor: Ing. Hugo Arias Flores, MBA

Editorial de la Universidad Tecnológica Indoamérica. Quito, Ecuador.

Queda rigurosamente prohibida la reproducción total o parcial de esta obra por cualquier medio o procedimiento, comprendidos la fotocopia y el tratamiento informático, sin autorización escrita del titular del copyright, bajo las sanciones previstas por las leyes.

Para citar este libro:
Arias-Flores, H. (Ed.) y Jadán-Guerrero, J. (Ed.). (2025). *Generación del conocimiento para un mundo sostenible. Transformaciones sociales, educativas y ambientales*. Editorial Universidad Tecnológica Indoamérica.

Generación del conocimiento para un mundo sostenible
Transformaciones sociales, educativas y ambientales

Volumen 2

Editores
Hugo Arias Flores y Janio Jadán Guerrero

Contenido

Prólogo 11

Introducción 13

Capítulo I

Ciencias sociales y humanas

Reflexiones y prácticas sociales:
humanidad, cultura y educación en transformación 15

Reflexión en torno al desarrollo social y ambiental
sostenible en la provincia de Tungurahua 19

Versos que sanan 33

Innovación a través del tiempo: hitos, instituciones
y factores clave para el cambio disruptivo e incremental 45

Métodos musicales para el desarrollo
integral en la Educación Inicial 61

Justicia social en Ecuador: entre la servidumbre
moderna y la exclusión institucional 75

Evaluación de sistemas NFT con filtrantes naturales
para reducir plomo y cadmio en hortalizas hidropónicas andinas 93

"Emprender es enseñar a soñar": un modelo pedagógico con propósito en la Universidad CESMAG 103

Del movimiento a la emoción: "arte, cuerpo y tecnología en la formación educativa" 119

Desafíos tecnológicos para la Industria 4.0 en la agroproducción de Ecuador, caso de estudio: pitahaya 135

Estudio sobre la motivación y la inspiración de la ciencia ficción en la ciencia y la tecnología 149

Creación de una agencia de marketing digital desde la formación universitaria: caso Four Brand 161

TitíApp©: adaptación UX para el afianzamiento de la lectoescritura en Colombia 173

La inteligencia artificial en la educación ecuatoriana: una revisión sistemática de su impacto en la enseñanza y el aprendizaje 187

Descripción de la conducta alimentaria con el instrumento psicológico OQ en estudiantes universitarios de la ciudad de Quito .. 203

La gobernanza en el desarrollo local 221

Un breve recorrido por el agrupamiento académico: similitud entre regiones 239

Explorando el desempeño en el SAT mediante regresión y agrupamiento: perspectivas para la política y práctica educativa 247

Dominando los estilos de aprendizaje: desbloquea tu potencial óptimo de aprendizaje 259

Gestión ambiental, educación y medio ambiente: análisis del impacto de la educación en la conciencia y prácticas ambientales 267

Educación inclusiva en Nueva York,
Alabama y la Oficina de Educación Indígena 277

Comprendiendo el rendimiento académico 289

Calidad en la Educación Superior en Ecuador:
una perspectiva científica 299

Más allá de los datos: análisis crítico de los métodos estadísticos
en la investigación psicopedagógica y su poder transformador 307

Capítulo II

Ingeniería y tecnología

Innovación disruptiva: inteligencia artificial
y tecnologías emergentes 323

Inteligencia artificial en el contexto educativo
de Ecuador: aplicaciones y desafíos éticos 329

Preprocesamiento de datos en los sistemas de
recomendación educativos: una revisión integral de literatura 343

Innovación sostenible: sistema fotovoltaico de respaldo
para una central hidroeléctrica en Ecuador 359

Accesibilidad y usabilidad en aplicaciones móviles:
un enfoque en usuarios con discapacidad visual 375

Predicción de precipitaciones en Ecuador con modelos
híbridos de regresión lineal y máquinas de vectores de soporte 389

Análisis de texto emocional: clasificación de
sentimientos negativos para una comprensión más profunda 399

Impacto de las emociones humanas
desde la predicción, clasificación y reglas 411

Capítulo III

Ciencias de la tierra y medioambiente

Territorios sostenibles:
enfoques interdisciplinares para la gestión ambiental..... 419

Aplicación Android Inteligente para el ciclo reproductivo
del ganado con Flutter, Supabase e IA predictiva 425

Conservando al oso andino: educación, innovación
y leyes para un futuro sostenible 443

Pirólisis de biomasa: un proceso de transformación
termoquímica sustentable..... 457

Prólogo

Este volumen ha sido realizado a través de una comisión académica conjunta, la cual ha logrado unir una variedad de experticias científicas, metodológicas y aplicativas de diversos dominios del conocimiento. Su principal objetivo es mejorar el pensamiento crítico, desarrollar nuevas formas de conocimiento y ofrecer una plataforma para la difusión de ideas que impulsen la innovación y generen desarrollo sostenible a nivel local, regional y global.

Este trabajo colectivo surge de la necesidad de entender que los problemas actuales, como la transformación digital, el cambio climático, la desigualdad social, la crisis educativa, la sostenibilidad ambiental, la gobernanza, etc., deben abordarse a través de respuestas complejas, colectivas y articuladas basadas en evidencias científicas. Los resultados del estudio aquí presentado responden a estas demandas y cubren estos temas para proporcionar un análisis sólido del material desde una amplia gama de disciplinas, tales como la ingeniería, la tecnología, las ciencias sociales, la salud, la política, la economía, el arte, etc.

Uno de los valores añadidos de este trabajo es su estructura temática, similar a capítulos, que nos ayuda a organizarnos sobre el campo y sobre enfoques y proyectos para resolver problemas comunes desde distintos ángulos. De esta manera, el lector puede abordar tanto la variedad metodológica como la profundidad conceptual necesaria para alcanzar un entendimiento de los fenómenos actuales.

En cada capítulo se presenta una recopilación detallada de investigaciones de alta calidad, incluyendo numerosas aplicaciones, con un impacto teórico significativo, que representa el estado

del arte. Estas contribuciones no solo añaden valor al cuerpo académico de conocimiento, sino que también proporcionan respuestas prácticas, modelos analíticos y propuestas que pueden extenderse a políticas públicas, actividades educativas, proyectos empresariales o compromisos comunitarios. Además, se destaca la relevante actuación de universidades y centros de investigación como agentes activos en el cambio social y en el cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).

Asimismo, el libro da prioridad al conocimiento localizado, aunque estas investigaciones no están limitadas a territorios latinoamericanos; esto agrega un valor incalculable a la comprensión de las tensiones locales desde el interior, con una relevancia territorial, sin dejar de lado el diálogo con la ciencia global. Esto está en línea con una producción académica más inclusiva y menos concentrada, comprometida con las realidades de nuestros pueblos.

La intersección entre conocimiento tradicional y moderno es un eje transversal de algunas de las contribuciones también. Reconocer la diversidad cultural, tener un enfoque intercultural y recuperar el diálogo de conocimientos ancestrales con las ciencias exactas y sociales en varias obras contribuyen a un puente entre el pasado, presente y futuro del conocimiento humano.

Finalmente, este libro es un llamado abierto a mantener viva la conversación científica y a abrir caminos para la interdisciplinariedad y el desarrollo de un pensamiento crítico, que es una herramienta fundamental para forjar ciudadanos activos y responsables que reclamen su voz en el entorno. Confiamos en que en estas páginas cada lector encontrará no solo respuestas, sino nuevas preguntas que alimenten el espíritu de investigación, imaginación y cambio social.

Introducción

Este libro colectivo reúne una serie de investigaciones que, desde distintas disciplinas, abordan los desafíos más apremiantes de nuestro tiempo: la justicia social, la innovación educativa, la transformación tecnológica y la sostenibilidad ambiental. A través de tres capítulos —Ciencias Sociales y Humanas, Ingeniería y Tecnología, y Ciencias de la Tierra y Medioambiente—, los autores presentan propuestas disruptivas y reflexivas que promueven el desarrollo inclusivo, el uso responsable de la inteligencia artificial, la educación transformadora y la protección del entorno natural.

Desde aulas universitarias hasta laboratorios tecnológicos y territorios rurales, esta obra invita al lector a pensar, actuar y crear desde un enfoque ético, interdisciplinario y comprometido con el bien común. Es un aporte relevante para investigadores, docentes, estudiantes y tomadores de decisiones que buscan construir un futuro más justo, inteligente y sostenible. Conocimiento que transforma. Tecnología que conecta. Educación que inspira.

CAPÍTULO I

CIENCIAS SOCIALES Y HUMANAS
Reflexiones y prácticas sociales: humanidad, cultura y educación en transformación

Introducción

Este capítulo pertenece al eje de los objetivos relacionados con las ciencias sociales y humanas, campos que demuestran una vez más sus habilidades en la lectura y comprensión de los complejos desafíos que emergen en las sociedades actuales. En una época de cambio tecnológico acelerado, globalización, cambio cultural, movimientos migratorios, conflicto social y transformación económica, necesitamos reflexionar con un sentido crítico, dentro de un marco interdisciplinario profundamente arraigado en la realidad, sobre nuestros arreglos sociales, modelos educativos, dinámicas culturales y sistemas de valores.

Hablamos de ser convocados por las ciencias sociales y humanas a "repensar" los significados de las prácticas que llevamos a cabo todos los días, sobre cómo construimos identidades, cómo somos ciudadanos, o cómo se edifican el poder y el conocimiento. En este sentido, las piezas de este capítulo abordan una serie de consideraciones desde cuestiones pedagógicas y formativas, hasta las implicaciones de la cultura, la tecnología, la ética y la sociedad. Esta variedad de perspectivas permite componer las narraciones más amplias, ricas y profundamente humanas que necesitamos, para dar sentido al lugar donde estamos ahora e inspirar un nuevo futuro.

A través de los estudios incluidos, se aplica una variedad de métodos cualitativos, cuantitativos y mixtos para investigar fenómenos ricos y complejos —como el papel cambiante de la educación a la luz del desarrollo de la IA, las nuevas formas virtuales de interacción social, la construcción de la ciudadanía digital, y la redefinición del arte y la cultura como medios para resistir y

buscar un cambio social—. Sin pretender proporcionar respuestas definitivas, estas indagaciones plantean algunas preguntas tentadoras que nos incitan a considerar paradigmas alternativos y a inflexionar la discusión académica desde una posición situada dentro de la práctica local.

Un tema fundamental de este capítulo es la identificación de la diversidad. Diversidad en los enfoques de la teoría, en los métodos en el campo, en los objetos de estudio, en la interpretación de la realidad. Esta riqueza epistemológica refuerza la idea de que los procesos sociales son multidimensionales y respalda la relevancia del trabajo colaborativo, participativo e interseccional, que reconoce las muchas voces y los conocimientos que coexisten en nuestras sociedades.

Además, las contribuciones recopiladas en este volumen están diseñadas para abordar los desafíos que surgen de la agenda global para el desarrollo sostenible. La perspectiva de equidad, inclusión, justicia social y sostenibilidad atraviesa muchas de estas reflexiones, donde se reconoce a las ciencias sociales y humanas como un motor de cambio y como un lugar de resistencia a las lógicas de exclusión y hegemonía que siguen persistiendo. No obstante, contrariamente a la tradición, en los estudios presentados no se entienden como desconectadas de la acción; por el contrario, se configuran como instrumentos fundamentales para un proceso de transformación social consciente, crítica y democrática.

Este capítulo, por tanto, no solo sugiere una visión analítica de los asuntos sociales, sino que aboga por recuperar el valor del pensamiento reflexivo, la conversación etnocultural, la empatía y el compromiso ético como piedras angulares de la construcción de sociedades más justas, humanas y resilientes. Sus páginas muestran el dinamismo y potencial referencial de las ciencias sociales y humanas como terrenos fértiles de conocimiento y acción transformadora.

Reflexión en torno al desarrollo social y ambiental sostenible en la provincia de Tungurahua

Julio Freire-Pazmiño[1], Jessica Narváez-Quintanillo[1], Blanca Grefa-Shiguango[1]

Resumen

El desarrollo social y ambiental sostenible ha tomado importancia debido a los cambios en la estructura social y ambiental de Ecuador. La sociedad ha generado una crisis ambiental como un efecto de la producción y consumo que han provocado un desequilibrio en la naturaleza. En el contexto social, lo que más importa es la obtención de ganancias; pero existen retos como la pobreza; la falta de educación, salud; la inequidad; el cambio climático. La comprensión sobre desarrollo social sostenible se debe lograr mediante una descripción del contexto. Por ello, se plantea una pregunta del contexto sobre si ¿una empresa gubernamental puede ser capaz de combinar respeto ambiental, igualdad social y un gran éxito en su gestión? El objetivo es describir las características de un modelo de desarrollo gubernamental que fomente el progreso social y ambiental sostenible en la provincia de Tungurahua. Para ello, se aplicó una metodología descriptiva que permitió especificar las tendencias y las dimensiones de responsabilidades económicas, sociales y ambientales en dicho lugar. Se concluye que el Honorable Consejo Provincial de Tungurahua ha tomado medidas de adaptación y mitigación con tres acciones: la tecnificación, la conservación de las fuentes de agua y el apoyo a la producción y rentabilidad agrícola. El modelo de desarrollo gubernamental que se desarrolla

1 Facultad de Ciencias de la Educación, Universidad Tecnológica Indoamérica, Ambato, Ecuador. juliofreire@uti.edu.ec, jnarvaez11@indoamerica.edu.ec, bgrefa4@indoamerica.edu.ec

en la provincia de Tungurahua equilibra el progreso económico, el sector social y la sostenibilidad ambiental.

Palabras clave: consumo, desarrollo sostenible, inequidad, pobreza, sustentable.

Introducción

La definición de desarrollo sostenible se ha ido adaptando gradualmente al irse ampliando condiciones sociales en donde el ser humano es parte de un sistema y no su dueño; busca la armonía, el crecimiento económico, la preservación de los recursos naturales, la reducción del deterioro ambiental, la igualdad social, todo en un contexto de gobernabilidad política en todos los niveles: local, regional, nacional y global. "Desde la Conferencia Mundial de Estocolmo en 1972, hasta la Cumbre Mundial sobre desarrollo sostenible Johannesburgo 2002, pasando por la Cumbre de la Tierra de Río de Janeiro en 1992" (Medina y Soria, 2021).

El desarrollo social sostenible muestra su importancia actual porque se pone en primer plano la preocupación por el futuro y por la igualdad. Indica la importancia de preservar la base del capital natural, sobresale la necesidad de reconsiderar la medición del bienestar individual y colectivo, busca cambios efectivos en los patrones de comportamiento social que impiden alcanzar un nivel de bienestar más elevado y más equitativo para facilitar oportunidades de desarrollo a quienes poco han tenido o no la oportunidad de decidir, como es el caso de las generaciones futuras (Vázquez Sánchez y García Rendón, 2002).

Con base en los antecedentes mencionados, se trabaja en la determinación de ejercer una acción de responsabilidad social y ambiental sostenible, donde se considera al ser humano como ente productivo en diversas áreas, como la empresa, llevándola a la máxima expresión, tomando como punto fundamental la responsabilidad social y ambiental. Se formuló como pregunta de

investigación si una empresa gubernamental puede ser capaz de combinar respeto ambiental, igualdad social y un gran éxito en su gestión. Esta interrogante nos permitió rescatar información importante sobre el desarrollo sostenible en Tungurahua. Asimismo, se planteó como objetivo: describir las características de un modelo de desarrollo gubernamental que fomente el progreso social y ambiental sostenible en la provincia de Tungurahua.

El trabajo de investigación que describe la situación actual sobre el desarrollo social y ambiental sostenible tiene una estructura dividida en secciones. En primer lugar, está un resumen con el propósito, las posturas y los argumentos; en segundo lugar, se plantea la introducción con la problemática que acompaña al estudio; en tercer lugar, se rinde cuentas del marco teórico con la exposición de conceptos, teorías y antecedentes que sustentan la investigación; en cuarto lugar, está la metodología que describe los métodos utilizados para recopilar y analizar los datos obtenidos; en quinto lugar, se presentan los resultados obtenidos con el análisis e interpretación con la sustentación acorde a la literatura disponible; en sexto lugar, viene la discusión para analizar y argumentar los resultados encontrados para obtener una visión crítica de lo investigado; finalmente, las conclusiones derivadas de la investigación.

Marco teórico

En septiembre de 2015, en el marco de reunión de las Naciones Unidas, los líderes mundiales adoptaron de manera unánime el documento "Transformando nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible", uno de los acuerdos globales más ambiciosos e importantes de nuestra historia reciente, ya que pretende que para 2030 entre todos hayamos situado al mundo y a sus sociedades en el camino hacia un futuro mejor. Y es que tanto la etapa de la postguerra fría como la de los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM) nos han enseñado que el desarrollo, el buen

gobierno, los derechos humanos, la sostenibilidad ambiental, la paz y la seguridad no pueden seguir caminando por sendas separadas (Sanz Mulas, 2022).

Ecuador no se ha librado de este fenómeno, siendo también que se ha acentuado la ascendente concentración urbana, que ha provocado problemas de infraestructura, pues aumenta la demanda de servicios básicos. Los censos nacionales realizados arrojan resultados que hacen ver cómo Ecuador, considerado tradicionalmente como país predominantemente rural, ha variado de forma significativa en cuanto a su situación, pues la población urbana, de 28.5% en 1950, pasó a 36.0%, 41.4% y 49.7%, en los censos de 1962, 1974 y 1982, respectivamente. Pese a esos avances en las dos décadas anteriores, aún en el presente existen poblaciones que carecen de recursos mínimos necesarios para su desarrollo y sostenibilidad económica y social (Esmeraldas *et al.*, 2024).

Dentro de un desarrollo sostenible, se busca equilibrar tres aspectos fundamentales: la sociedad, equilibrada entre el consumo y producción; la economía, viable y equitativa; y el medio ambiente, vivible y viable. Se trata de que en lo posible el desarrollo social sostenible no vaya hacia la utopía o sueño, pues los obstáculos son muchos; por ejemplo, la contaminación ambiental progresiva, pobreza, superpoblación, agotamiento de los recursos naturales, búsqueda de atractivos económicos de manera incontrolada.

Dentro de una política de desarrollo social y ambiental, se plantean objetivos críticos que complementan el concepto de desarrollo sostenible: revivir el crecimiento económico; cambiar cualitativamente el crecimiento; satisfacer necesidades elementales de trabajo, alimentación, agua, energía y sanidad; asegurar un nivel sostenible de población; conservar y reforzar la base de recursos naturales. Reasignar la tecnología y el manejo de riesgos, unir los aspectos económicos y ambientales en la toma de decisiones. De los objetivos aparece un referente que resalta la necesidad de disponer de un trabajo que permita asegurar la subsistencia: crear

fuentes de empleo con un ingreso que permita satisfacer las necesidades básicas para tener una vida digna (Gutiérrez, s. f.).

Anexos al concepto de desarrollo sostenible están los de futuro, naturaleza y medio ambiente, desarrollo, progreso, calidad de vida y conservación:

- Futuro: la preocupación por los posibles problemas de falta de recursos en las generaciones venideras.
- Naturaleza y medio ambiente: hace referencia al desarrollo. Engloba a la naturaleza, medio ambiente, Tierra, mundo, planeta, entorno, ecosistema.
- Desarrollo: concepto referente al continuo cambio y crecimiento de todos los ámbitos de la vida de los seres humanos: económico, político, social, cultural, de población, tecnológico.
- Progreso: incluye todas las alusiones a los términos (avance, progreso, innovación y evolución).
- Calidad de vida: guarda referencias a nivel y calidad de vida de los seres humanos, al bienestar general de la Humanidad.
- Conservación: reservación, mantenimiento, cuidado (Aragonés *et al.*, 2003).

El desarrollo social sostenible demanda la utilización eficaz y eficiente de los recursos económicos, sociales y medioambientales, sin perjudicar los futuros. Este desarrollo necesita del apoyo del tejido empresarial por medio de la responsabilidad social corporativa. Organismos internacionales como la Organización de las Naciones Unidas y la Organización para la Cooperación de Desarrollo Económico resaltan la importancia de la responsabilidad social. Enuncian una serie de principios o recomendaciones, de carácter voluntario, para que las empresas sean más responsables con la sociedad y contribuyan al desarrollo sostenible (Poyatos y Gámez, 2009).

La sociedad de consumo describe a una sociedad que consume bienes y servicios de manera exagerada, en la que la oferta supera claramente a la demanda, lo que genera consecuencias negativas para la producción y comercialización engañosa. La pobreza afecta a personas que sobreviven con USD 51.53 al mes que, a diciembre de 2024, afecta a 2.4 millones de personas en Ecuador. Existen sectores en Ecuador que no disponen de electricidad, agua potable, educación, empleo y oportunidades; hay una gran inequidad o desigualdad dentro de los sectores contextuales sociales y económicos que establecen diferencias muy injustas entre la población.

Metodología

Se aplicó el diseño descriptivo que busca caracterizar, exponer, describir, presentar o identificar aspectos propios de una determinada variable (Ramos, 2015). El diseño permitió especificar las tendencias y las diversas dimensiones en aplicación de responsabilidades económicas, sociales y ambientales en la provincia de Tungurahua. Se tuvo como participantes a 20 colaboradores del Honorable Consejo Provincial de Tungurahua, a quienes se les aplicó como instrumento de investigación una encuesta que fue sometida a juicio de experto; el instrumento contenía nueve preguntas sobre aspectos relacionados al desarrollo social, económico y ambiental sostenible. A partir de los resultados obtenidos a través del análisis de la escala de Likert en el estudio descriptivo, se realizó la interpretación y la discusión hasta llegar a la conclusión.

Resultados

Revisada la información bibliográfica referente al desarrollo social y ambiental sostenible y la aplicación de la encuesta a 20 colaboradores del Honorable Consejo Provincial de Tungurahua, se describen las características de un modelo de desarrollo para

fomentar el progreso social y ambiental sostenible en la provincia de Tungurahua.

Tabla 1. Encuesta realizada a los colaboradores del Honorable Consejo Provincial de Tungurahua

INDICADOR	NIVEL					TOTAL
	Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Indeciso	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo	
¿El Honorable Gobierno Provincial de Tungurahua fomenta una visión compartida y contribuye al desarrollo social, económico, y a la protección del ambiente?	7	11	1		1	20
¿En la misión del Honorable Gobierno Provincial de Tungurahua se propone ofrecer productos o servicios de calidad para el bienestar de la sociedad y la protección del ambiente?	5	12	3			20
¿En el Gobierno Provincial se fomenta y fortalece la ética con los valores para lograr un comportamiento ético que permita a sus trabajadores generar un trato digno a la sociedad y la protección del ambiente?	6	10	2	2		20
¿En el Honorable Gobierno Provincial de Tungurahua, la comunicación fluye de manera ágil y de acuerdo con lo planeado, permitiendo que los trabajadores cuenten con la información necesaria para colaborar en las diferentes actividades de apoyo social y ambiental sostenible?	5	9	4	2		20

INDICADOR	NIVEL					TOTAL
	Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Indeciso	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo	
¿El Honorable Gobierno Provincial de Tungurahua gestiona el conocimiento o información a sus trabajadores para resolver los problemas sociales y ambientales del contexto?	4	12	1	2		19
¿El Honorable Gobierno Provincial de Tungurahua planifica programas para la formación, capacitación y desarrollo personal sobre la situación social y ambiental sostenible de la comunidad?	5	11	1	3		20
¿El Honorable Gobierno Provincial de Tungurahua implementa estrategias que le permiten disminuir el impacto ambiental sostenible por sus actividades diarias en apoyo a la sociedad?	5	11	1	3		10
¿El Honorable Gobierno Provincial de Tungurahua participa en programas sociales para la prevención del deterioro, el manejo y la restauración de áreas naturales, así como en acciones para la protección del ambiente?	5	11	2	2		20
¿El Honorable Gobierno Provincial de Tungurahua es incluyente, pues oferta espacios laborales para todas las personas sin importar edad, sexo, discapacidad, raza, etnia, origen, situación económica, social y cubrir todas las áreas que promuevan el cuidado ambiental?	6	10	3	1		20

Fuente: Encuesta realizada a los colaboradores del H. Consejo Provincial de Tungurahua

La escala de Likert evalúa la percepción de los participantes sobre el desempeño del H. Gobierno Provincial de Tungurahua en aspectos relacionados con el desarrollo social, económico y ambiental. Se basa en nueve ítems con cinco opciones de respuesta: Totalmente de acuerdo, de acuerdo, indeciso, en desacuerdo, totalmente en desacuerdo.

Se observa una tendencia general a respuestas positivas, ya que las categorías "Totalmente de acuerdo" y "De acuerdo" acumulan la mayoría de las respuestas en todos los ítems. En contraste, las categorías "En desacuerdo" y "Totalmente en desacuerdo" tienen una frecuencia baja o nula, lo que sugiere que la percepción global es favorable.

Los ítems con mayor acuerdo son el 2 (calidad en productos/servicios): 17 respuestas en las categorías positivas; el 5 (gestión del conocimiento): 16 respuestas en las categorías positivas; el 7 (estrategias para reducir el impacto ambiental): 16 respuestas en las categorías positivas.

Los ítems con mayor nivel de indecisión o desacuerdo son el 4 (flujo de comunicación): 4 respuestas "indeciso" y 2 en desacuerdo; el ítem 6 (capacitación sobre sostenibilidad): 1 "indeciso" y 3 en desacuerdo; el ítem 9 (inclusión laboral): 3 respuestas "Indeciso" y 1 en desacuerdo.

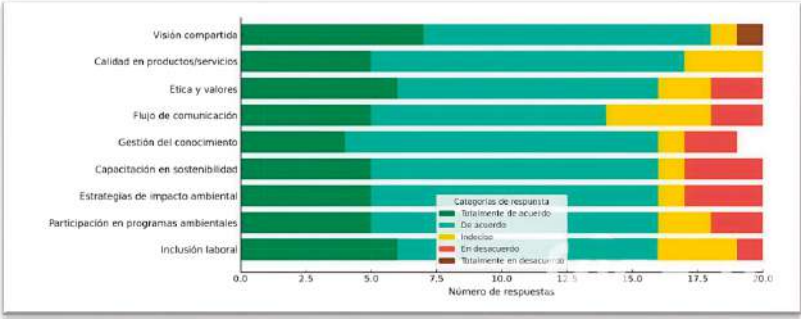
Dado que el estudio es de tipo descriptivo, la escala cumple su propósito al proporcionar una visión detallada de la percepción de los participantes sobre cada dimensión evaluada. La distribución de respuestas permite caracterizar la tendencia de opinión y detectar áreas de mejora.

Se debe considerar el sesgo de respuesta; el alto número de respuestas positivas podría indicar una predisposición a evaluar favorablemente al ente gubernamental, ya sea por lealtad institucional o sesgo de deseabilidad social.

Hay poca variabilidad en respuestas negativas: La falta de respuestas en las categorías "Totalmente en desacuerdo" podría limitar el análisis de percepciones críticas.

La escala de Likert proporciona información relevante para describir la percepción sobre el desempeño del H. Consejo Provincial de Tungurahua en términos sociales, económicos y ambientales.

Figura 1. Barras apiladas con la distribución de respuestas para cada ítem en la escala de Likert



Fuente: Encuesta realizada a los colaboradores del H. Consejo Provincial de Tungurahua

Desde 2008, el H. Consejo Provincial de Tungurahua ha planificado el cuidado de los páramos a través de los movimientos indígenas con tres planes de manejo. En la actualidad, cuenta con 40 planes de manejo de páramos, cubriendo un área de 42 000 hectáreas de conservación y con 15 000 beneficiados en el campo productivo, socio-organizativo y ambiental. Para cumplir las actividades planeadas, existe el Fideicomiso Fondo de Páramos y Lucha para la pobreza, que es una alternativa para garantizar la conservación de los páramos, el agua potable y regadío de manera sustentable. Se participa con 21 proyectos de intervención y una inversión total de USD 688 000 anuales, permitiendo una optimización del riego mediante tecnificación.

La degradación del suelo en el páramo andino como consecuencia del cambio climático y la acción del ser humano

en 2025 ha generado una pérdida vegetal en el páramo de 13.9%. Se han tomado medidas de adaptación y mitigación con tres acciones concretas: la tecnificación, la conservación de las fuentes de agua, y el apoyo a la producción agrícola, ayudando a la eficiencia en el manejo del agua, impulsando la seguridad alimentaria, incrementando la autoestima de la población. La minga por el Planeta Tierra es un proyecto de desarrollo en la provincia de Tungurahua para fortalecer los procesos ecológicos, el manejo del agua, que es vida, ayuda al desarrollo económico, productivo de una gran responsabilidad institucional y social. Mediante estas acciones, el H. Consejo Provincial de Tungurahua con su Modelo de Gestión genera condiciones óptimas de sostenibilidad no solamente en el presente sino en el futuro.

Discusión

La problemática ambiental es compleja; diferentes fuentes de contaminación, consecuencia en gran parte del acelerado incremento de la población durante los últimos 50 años, da como resultante la sobreexplotación del planeta Tierra. La contaminación de las fuentes hídricas es tal vez la más visible, pero existen otros orígenes de contaminación, como la atmosférica, electromagnética, radioactiva, sonora, visual, química, biológica, transgénicas, entre otras y todas estas marcan cambios globales ambientales (Jerez y Fuentes, 2012).

El planeta Tierra se está quedando sin recursos naturales, pues el índice de población sigue en continuo crecimiento. La población mundial alcanza los 8 200 millones de personas en 2025; se necesita un equivalente a casi tres planetas para proporcionar los recursos naturales necesarios para mantener un equilibrio de vida. Uno de los aspectos a tomar en cuenta son los hábitos de consumo que han sobrepasado el límite de tolerancia; es ahí donde se debe apuntar implementando normas que vayan en el plan de disminuir

los residuos, economías populares, apoyo al sector productivo y políticas sustentables.

La investigación permitió identificar la importancia del desarrollo social ambiental sostenible en todos los ámbitos; se busca no solo la producción de bienes, sino también valores, actitudes y hábitos, como sucede con la economía social, la salud, el desarrollo de la población y la gestión ambiental, que conforman los mecanismos mejor adaptados. El desarrollo sostenible requiere de la utilización muy eficiente de recursos económicos, sociales y ambientales, sin comprometer los recursos futuros (Poyatos y Gámez, 2009).

En la Cumbre de los Páramos realizada en la ciudad de Ambato en 2025 se concluyó que los páramos en la alta montaña con una altura promedio de 3 300 m s. n. m. son ecosistemas muy frágiles, tienen una fundamental importancia para originar largas distancias de recursos hídricos; de cuidarse adecuadamente, se convertirán en verdaderos colchones que almacenan agua y drenan continuamente; se estima que las lluvias con 700 a 3 000 mm en un año van a favorecer notablemente la producción de agua.

El H. Consejo Provincial de Tungurahua tiene una visión integral sobre desarrollo económico, sostenibilidad ambiental y bienestar social. La tecnificación del riego de agua es una oportunidad para que los agricultores optimicen su uso y mejoren la producción de cultivos fortaleciendo la economía y garantizando mejores condiciones de vida, cuidando la integridad del medio ambiente. El objetivo de la gestión provincial es fortalecer las economías locales con impulso a programas productivos, garantizando la sostenibilidad económica, social y ambiental. Los colaboradores señalan que se fomenta la visión institucional, se busca el bienestar social, el respeto y protección del ambiente con una buena comunicación, capacitación continua y fortaleciendo el desarrollo social sostenible.

Conclusión

El modelo de desarrollo que se emplea en la Provincia de Tungurahua busca equilibrar el progreso económico del sector social y la sostenibilidad ambiental, asegurando que las políticas públicas promuevan un crecimiento equitativo y responsable con el entorno. La inclusión de la comunidad en la toma de decisiones es fundamental para garantizar que las estrategias gubernamentales respondan a las necesidades reales de la población y refuercen la gobernanza participativa. La gestión eficiente de los recursos naturales, junto con normativas ambientales estrictas, contribuirá a la conservación del ecosistema y a la reducción del impacto ambiental por las actividades productivas en la provincia.

Referencias

Alaña Castillo, T. P., Capa Benítez, L. B., y Sotomayor Pereira, J. G. (2017). Desarrollo sostenible y evolución de la legislación ambiental en las mipymes del Ecuador. *Revista Universidad y Sociedad, 9*(1), 91-99.

Aragonés, J. I., Izurieta, C., y Raposo, G. (2003). Revisando el concepto de desarrollo sostenible en el discurso social. *Psicothema, 15*(2), 221-226.

Esmeraldas, E. del C. O., Barberán, V. N., y Molina, L. D. Z. (2024). Desarrollo sostenible e intervención social y productiva en el sitio rural "Pajonal" del cantón Sucre, Ecuador. *Revista Multidisciplinaria Voces de América y El Caribe, 1*(1), 244-261.

Gutiérrez, D. C. G. (s. f.). *Conceptos básicos, alcance y criterios para su evaluación*. 22.

Jerez, A. G., y Fuentes, L. F. Q. (2012). Responsabilidad social ambiental de las universidades colombianas. *RIAA, 3*(2), 123-129.

Medina, V. E. M., y Soria, Y. L. (2021). La aplicación del desarrollo social sostenible y la reinserción social, en el área del Derecho. *Sociedad & Tecnología, 4*(S1), 200-212.

Poyatos, R. P., y Gámez, M. del M. V. (2009). Importancia de las sociedades cooperativas como medio para contribuir al desarrollo económico, social y medioambiental, de forma sostenible y responsable. *REVESCO. Revista de Estudios Cooperativos*, 99, 104-129.

Ramos, C. A. (2015). Los paradigmas de la investigación científica. *Avances en psicología, 23*(1), 9-17.

Sanz Mulas, M. N. (2022). Suicidio ecológico e impunidad. La urgencia de una justicia penal efectiva frente al desastre. *Revista Electrónica de Ciencia Penal y Criminología, 24*(15), 1-43.

Vázquez Sánchez, E., y García Rendón, J. J. (2002). El desarrollo sostenible ¿Una propuesta relevante? *Ecos de Economía: A Latin American journal of Applied economics, 6*(14), 9-106.

Versos que sanan

Juan Merino[1], Elizabeth Montoya[2]

Resumen

En los últimos años, se ha vuelto cada vez más evidente la necesidad de atender el desarrollo emocional dentro del contexto escolar. Este texto recoge una experiencia educativa centrada en un estudiante de educación básica que presentaba signos severos de ansiedad y conductas autolesivas. A través de la poesía, encontró un canal legítimo y personal para expresar sus emociones. El objetivo de esta reflexión es visibilizar cómo el lenguaje poético, integrado de forma intencionada en el aula, puede contribuir al desarrollo emocional de los estudiantes. La estrategia se desarrolló mediante un enfoque cualitativo y el estudio de caso. Se implementaron actividades semanales de escritura libre, lectura poética e ilustración, integradas transversalmente en distintas asignaturas. Los resultados evidenciaron mejoras significativas en la autoestima, la participación y la autorregulación emocional del estudiante. Se concluye que la poesía, sin ser una herramienta terapéutica formal, puede generar espacios de contención simbólica y emocional en la escuela, que promueven una educación más sensible, cercana y humana, especialmente en contextos marcados por el malestar emocional infantil.

Palabras clave: poesía, expresión emocional, infancia, escuela, estudio de caso.

1 Carrera de Educación Básica, Facultad de Ciencias de la Educación, Universidad Tecnológica Indoamérica, Quito, Ecuador. juanmerino@indoamérica.edu.ec

2 Carrera de Educación Inicial, Facultad de Ciencias de la Educación, Universidad Tecnológica Indoamérica, Quito, Ecuador. emontoya2@indoamerica.edu.ec

Introducción

Jeremías se arranca el cabello, las pestañas, las cejas y los vellos corporales. A veces, durante episodios de pánico, se los come. Estas y otras conductas autolesivas evidencian un cuadro severo de ansiedad y depresión. No es el único. En los últimos cinco años, se han incrementado los desafíos emocionales que enfrentan niños y niñas dentro del contexto escolar. La ansiedad, la baja autoestima y las dificultades para expresar sentimientos se han vuelto cada vez más frecuentes, afectando no solo el bienestar de los estudiantes, sino también sus procesos de aprendizaje. Según UNICEF (2021), la ansiedad y la depresión representan aproximadamente el 40% de los trastornos de salud mental en la infancia, y en varios países latinoamericanos se ha reportado un crecimiento sostenido de estos casos.

Si bien las artes no tienen una función terapéutica en sí mismas, es innegable que actúan como canales poderosos para manifestar sentimientos a un nivel profundamente personal. ¿Pueden las artes —y en particular la poesía— integrarse como una estrategia eficaz para canalizar emociones en los estudiantes, más allá del currículo convencional? Esta reflexión propone analizar la poesía como un recurso didáctico que no solo cultiva la creatividad, sino que también permite a los niños expresar y gestionar sus emociones. El objetivo de este estudio es visibilizar los beneficios de la poesía como herramienta emocional a través de una experiencia docente concreta, respaldada por una revisión teórica que sustenta su impacto positivo en el desarrollo socioemocional.

Autores como Przysuszała (2019) sostienen que la poesía permite expresar emociones profundas y complejas mediante un lenguaje cargado de simbolismo, ritmo y musicalidad. Asimismo, Cango y Padilla (2022) destacan que la poesía estimula el desarrollo lingüístico y la imaginación en el nivel inicial, favoreciendo un ambiente en el que los niños pueden representar sus emociones

con mayor libertad. La poesía se convierte así en un puente entre la estética literaria y la vivencia afectiva (Merino, 2015).

Estas palabras son registro de una vivencia personal en el aula, en la que la poesía se utilizó como vía de expresión emocional en distintos niveles educativos. A través del relato testimonial, se abordará cómo este recurso literario favoreció procesos de autorregulación emocional. La historia de Jeremías es el eje desde el cual se exploran las bases teóricas, la experiencia pedagógica y los aprendizajes obtenidos, destacando la poesía como una herramienta educativa significativa y sostenible para el bienestar escolar.

Marco teórico

Jeremías mejoró, ya llegaremos a ello, no por la "magia curativa de las artes" sino por la acción responsable de su docente que orientó su investigación a mejorar sus prácticas y métodos. Diversos autores coinciden en que la poesía va más allá de un ejercicio literario; el cual constituye un medio eficaz para fomentar la inteligencia emocional. Según Przysuszała (2019), la poesía permite explorar sentimientos humanos complejos, facilitando una conexión entre el mundo interior del estudiante y su entorno. Cango y Padilla (2022) destacan que, en el nivel inicial, la poesía favorece la expresión de emociones a través de un lenguaje poético cargado de recursos estéticos, complementando otras formas narrativas como canciones, fábulas y cuentos. En este sentido, la poesía no solo estimula el lenguaje, sino también la empatía, el autoconocimiento y la autorregulación emocional (Escobar *et al.*, 2022; Olhaberry y Sieverson, 2022).

En cuanto a la educación emocional, esta se define como el proceso continuo y permanente que pretende potenciar el desarrollo emocional como complemento indispensable del cognitivo (Bisquerra, 2000); cobra especial relevancia en contextos escolares. Su integración permite que los estudiantes no solo aprendan contenidos académicos, sino también habilidades para la vida, como la

empatía, la resiliencia y el autocontrol (Valenzuela y Portillo, 2018; Ríos *et al.*, 2023).

En el ámbito pedagógico, se han desarrollado múltiples estrategias para incorporar el arte como mediador emocional. El arte, como medio de expresión personal, promueve la creatividad, el pensamiento crítico y el bienestar emocional (Azagra y Giménez, 2018). En particular, la poesía ha demostrado ser una forma de arte accesible y poderosa, que puede integrarse en diferentes áreas del conocimiento. Favaro (2021) argumenta que la poesía puede combinarse con otros medios, como la música o el cómic, generando nuevas formas de expresión y lectura visual y auditiva.

Desde una perspectiva interdisciplinaria, la poesía permite conectar el lenguaje con otras dimensiones humanas: lo corporal, lo visual, lo sonoro. Estudios como el de Duarte (2021) señalan que el uso del rap en el aula, al incorporar poesía y música, promueve la expresión creativa y la experimentación emocional, haciendo de esta práctica un canal efectivo para conectar con estudiantes de contextos diversos.

Además, la poesía infantil tiene una especificidad que la hace aún más útil en los primeros niveles de educación. Según Senís y Doñate (2019), esta se adapta a las capacidades de prelectores y primeros lectores, permitiendo la transmisión de valores, emociones y tradiciones culturales a través de formas simples, pero significativas. Autores como Medel (2018) y Merino (2015) insisten en que su inclusión en el aula fomenta la sensibilidad estética, la creatividad y la construcción de vínculos afectivos entre los niños y su entorno.

Finalmente, es relevante considerar el papel del docente en este proceso. La relación entre estilos de enseñanza y habilidades emocionales ha sido ampliamente estudiada, mostrando que la formación del profesorado en el ámbito emocional tiene un impacto directo en el bienestar de los estudiantes (Laudadío y Mazzitelli, 2019). Por tanto, incorporar herramientas como la poesía en la práctica pedagógica no solo fortalece el desarrollo emocional del alumnado, sino que también enriquece la labor docente.

Metodología

Esta reflexión se construyó a partir de una experiencia desarrollada en una institución educativa urbana, con estudiantes de cuarto, sexto y séptimo grado de Educación Básica. Aunque la propuesta se aplicó de forma general en varios niveles, la investigación se centró en el caso de Jeremías, un estudiante cuyo comportamiento evidenció signos severos de ansiedad y conductas autolesivas, y en quien la estrategia poética mostró resultados especialmente significativos.

Se empleó un enfoque cualitativo, de tipo descriptivo y vivencial, basado en la observación participante y el análisis de las producciones escritas del estudiante. Como método, se utilizó el estudio de caso, ya que este permite comprender en profundidad un fenómeno particular dentro de su contexto. Las herramientas principales incluyeron registros de clase, notas de campo, observaciones sistemáticas del comportamiento emocional y cuadernos personales donde Jeremías volcaba sus escritos y dibujos.

La revisión bibliográfica toma en cuenta fuentes publicadas en los últimos cinco años, con énfasis en temas de poesía, emociones en la infancia, arte y educación socioemocional. La experiencia se organizó en sesiones semanales, integrando la escritura poética en distintas áreas curriculares, con especial cuidado en generar un ambiente de confianza y contención.

Resultados

Caracterización del caso

Jeremías es un estudiante de educación básica que, desde los primeros días de clase, mostró señales claras de desregulación emocional. Se mantenía en silencio prolongado, evitaba el contacto visual y, en determinados momentos, comenzaba a arrancarse el

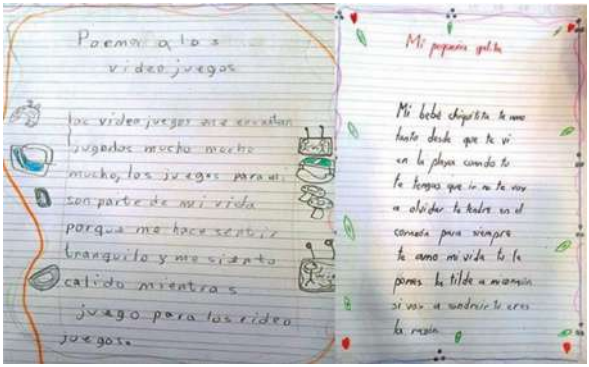
cabello, las pestañas, las cejas o los vellos de los brazos. Durante algunos episodios, llegaba incluso a ingerir lo que arrancaba. Estas conductas, persistentes y visibles, no solo afectaban su bienestar físico, sino también su autoestima, su vínculo con los demás y su participación en el aula.

Su familia había intentado controlar el impulso de arrancarse el cabello tiñéndolo con productos de olor o sabor desagradable. Sin embargo, estas medidas resultaban insuficientes para contener lo que, a todas luces, era un síntoma de un malestar emocional más profundo. Jeremías no hablaba mucho, pero sus gestos y silencios eran elocuentes. En ese contexto, se volvió urgente encontrar una estrategia que, sin forzarlo, le ofreciera un canal legítimo y respetuoso para expresar aquello que no podía —o no quería— decir con palabras directas.

Fue así como surgió la idea de proponerle la escritura como espacio íntimo. No se trataba de una terapia formal ni de una solución inmediata, sino de una invitación a escribir, a soltar, a traducir emociones en verso, sin presión y sin juicio.

La Figura 1 corresponde a dos de los poemas creados por el estudiante, como evidencia de la capacidad expresiva que desarrolló a lo largo del proceso.

Figura 1. Poemas e ilustraciones realizados por el estudiante como parte del proceso de expresión emocional



Aplicación de la estrategia poética

La propuesta comenzó con acciones sencillas: dedicar un espacio dentro de la jornada escolar a la escritura libre. Se sugirió a Jeremías que llevase un cuaderno propio, donde pudiera escribir lo que quisiera, sin preocuparse por la ortografía, la estructura ni la rima. Al inicio, mostraba dudas. Decía que no sabía escribir poesía. Se le respondió que no había reglas estrictas, que podía empezar por describir lo que sentía, o lo que veía, incluso lo que soñaba. Al poco tiempo, se animó.

Las sesiones se realizaban de forma semanal y pronto el ejercicio se convirtió en un momento esperado. Jeremías comenzó a escribir sobre su vida cotidiana, sus miedos, su mejor amigo, su balón de fútbol. Luego sumó dibujos, colores, flechas, anotaciones sueltas. Cada texto parecía una pequeña puerta a su mundo interior.

Este tipo de práctica encuentra sustento en lo señalado por Cango y Padilla (2022), quienes afirman que la poesía estimula el desarrollo lingüístico, la creatividad y la imaginación, facilitando un ambiente donde los niños pueden representar sus emociones con mayor libertad. De forma similar, Medel (2018) sostiene que la poesía ofrece una interpretación simbólica de las emociones, promoviendo una expresión afectiva que va más allá del lenguaje racional.

Aunque la propuesta se pensó inicialmente como un recurso para el aula de Lengua y Literatura, con el tiempo fue tomando cuerpo en otras asignaturas. Las emociones surgían también al hablar del entorno, de la naturaleza, de los derechos, del cuerpo humano. La poesía se integró como una herramienta transversal, presente allí donde las palabras podían abrir caminos hacia lo que dolía, alegraba o inquietaba.

Transformaciones observadas

Con el paso de las semanas, los cambios en Jeremías comenzaron a hacerse visibles. Si antes su presencia pasaba desapercibida o generaba preocupación por las conductas autolesivas, ahora se le notaba más tranquilo, más participativo y con una forma nueva —y suya— de habitar el aula. Comenzó a mostrar sus escritos, a leerlos en voz alta, a explicar sus dibujos con cierta timidez, pero también con una claridad que sorprendía.

Los textos que producía hablaban de su mundo afectivo: el parque al que iba los fines de semana, su pelota de fútbol como aliada, un amigo que extrañaba. Algunos poemas rimaban, otros no; algunos eran más bien listas de sensaciones; otros, pequeñas historias o imágenes sueltas. Pero todos revelaban un vínculo profundo con lo que sentía. En sus palabras se podía intuir miedo, alegría, cansancio, esperanza.

Tal como sostienen Przysuszała (2019) y Medel (2018), la poesía puede convertirse en un canal emocional legítimo, simbólico y seguro, donde los niños encuentran una forma de nombrar lo que sienten y de reconstruir su mundo interior. En el caso de Jeremías, la escritura no fue solo un ejercicio escolar: fue un refugio. Su autoestima creció, al punto de decir que quería guardar sus poemas como un tesoro para cuando fuera grande.

Tabla 1. Beneficios observados del uso de la poesía en el desarrollo emocional

Dimensión emocional	Manifestación a través de la poesía	Evidencia en el caso de Jeremías
Reconocimiento emocional	Permite identificar y nombrar emociones propias, favoreciendo la conciencia emocional (Bisquerra, 2000; Escobar *et al*., 2022).	Jeremías expresó tristeza, alegría y ansiedad en sus poemas.

Dimensión emocional	Manifestación a través de la poesía	Evidencia en el caso de Jeremías
Canalización de emociones	Brinda un espacio simbólico para liberar tensiones internas de forma no dañina (Przysuszała, 2019; Medel, 2018).	Disminuyó las conductas autolesivas al enfocarse en la escritura.
Autoestima y autoconcepto	Fortalece la autovaloración y el reconocimiento del mundo interior a través de la palabra (Cango y Padilla, 2022).	Mostró orgullo por sus escritos y dijo querer conservarlos como un tesoro.
Empatía y conexión social	Estimula la apertura al diálogo emocional y la conexión con otros mediante la lectura compartida (Merino, 2015; Senís y Doñate, 2019).	Se animó a leer sus poemas en clase, mejorando su integración grupal.
Regulación emocional	Favorece el procesamiento de emociones intensas mediante un lenguaje estructurado y creativo (Valenzuela y Portillo, 2018).	Reemplazó episodios de ansiedad por sesiones de escritura espontánea.
Expresión creativa	Estimula la imaginación, el juego con el lenguaje y la exploración simbólica del mundo interior (Favaro, 2021; Duarte, 2021).	Combinó la poesía con dibujos y relatos de su vida cotidiana.

Síntesis reflexiva

La transformación de Jeremías no fue producto de la casualidad ni de la idealización de la poesía como forma curativa. Fue el resultado de una intervención pedagógica sostenida, que reconoció en el arte una herramienta legítima para acompañar procesos emocionales complejos. Como señalan Escobar *et al.* (2022),

el desarrollo emocional en el aula requiere de espacios seguros, sensibles y respetuosos donde los estudiantes puedan expresar sus sentimientos sin temor.

La poesía funcionó como canal porque no exigía respuestas exactas ni soluciones inmediatas. No pedía que se explicara lo que dolía, sino que se lo nombrara a través de la imagen, del ritmo, del verso. Esta libertad simbólica permitió que Jeremías reorganizara sus emociones, reconociera lo que sentía y pudiera compartirlo desde una posición menos vulnerable.

El caso sugiere que las estrategias pedagógicas que integran lo emocional y lo artístico pueden ser altamente efectivas cuando se aplican con intención, cuidado y continuidad. La experiencia con Jeremías no pretende generalizarse, pero sí invita a considerar el potencial que tienen las palabras —y en particular la poesía— para construir puentes entre el aprendizaje, el sentir y el estar en el mundo.

Conclusión

La experiencia presentada demuestra que la poesía, más allá de su dimensión estética, puede convertirse en una herramienta educativa con un alto valor emocional. En el caso de Jeremías, escribir permitió transformar el silencio y la angustia en palabras, dibujos y versos que ofrecieron una vía de expresión no violenta, legítima y profundamente personal. Como afirman Medel (2018) y Cango y Padilla (2022), el lenguaje poético posibilita la representación simbólica de las emociones, facilitando su reconocimiento y manejo en contextos escolares.

Los resultados observados coinciden con lo expuesto en la literatura, en cuanto al papel del arte como medio para desarrollar habilidades socioemocionales, fomentar la autorregulación y promover entornos de aprendizaje más humanos (Escobar *et al.*, 2022; Favaro, 2021). Si bien no se trata de una solución universal ni automática, esta experiencia revela el potencial de las prácticas

artísticas para acompañar a estudiantes que atraviesan situaciones emocionales complejas.

La historia de Jeremías no es un caso clínico ni una receta metodológica. Es un testimonio que evidencia cómo, desde lo cotidiano y con recursos simples, la escuela puede ser también un espacio de cuidado. Integrar la poesía en la vida escolar puede ser un camino sostenible hacia una educación más sensible, significativa y cercana a la realidad de los estudiantes.

Referencias

Azagra, P., y Giménez, M. (2018). El arte como herramienta de inclusión en el aula. *Revista de Investigación Educativa, 36*(2), 413-428. https://doi.org/10.6018/rie.36.2.302211

Cango, A., y Padilla, M. (2022). La poesía en el nivel inicial como estrategia emocional. *CienciAmérica, 11*(1), 46–57. https://doi.org/10.33210/ca.v11i1.374

Duarte, M. (2021). Rap y poesía como medios de expresión y experimentación emocional en el aula. *Ánfora, 28*(51), 123-144. https://doi.org/10.30854/anf.v28.n51.2021.765

Escobar, M., Naranjo, P., y Torres, A. (2022). La educación emocional en entornos escolares. *CienciAmérica, 11*(1), 58–70. https://doi.org/10.33210/ca.v11i1.375

Favaro, M. (2021). Poesía y arte: nuevas formas de lectura visual y sonora en el aula. *Cultura y Educación, 33*(3), 445-460. https://doi.org/10.1080/11356405.2021.1898137

Medel, P. (2018). La poesía infantil: una puerta a las emociones. *Revista Chilena de Literatura Infantil y Juvenil, 15*(2), 67–78. https://doi.org/10.4067/S0718- 84712018000200067

Merino, G. (2015). Literatura infantil y emociones: perspectivas didácticas. *Educación y Humanismo, 17*(29), 121-137. https://doi.org/10.17081/eduhum.17.29.1134

Olhaberry, M., y Sieverson, R. (2022). Autorregulación emocional y estrategias de enseñanza en la infancia. *Psicoperspectivas, 21*(1), 1-15. https://doi.org/10.5027/psicoperspectivas-vol21-issue1-fulltext-1158

Przysuszała, A. (2019). Poesía y emociones en la escuela primaria. *Revista Iberoamericana de Educación, 79*(2), 33-47. https://doi.org/10.35362/rie7923357

Ríos, D., Perdomo, K., y Figueroa, S. (2023). Educación emocional en la formación docente. *Revista Electrónica de Investigación Educativa, 25*(1), e24. https://doi.org/10.24320/redie.2023.25.e24

Senís, R., y Doñate, R. (2019). La poesía infantil en la construcción de la sensibilidad. *Didáctica (Lengua y Literatura)*, 31, 123-140. https://doi.org/10.5209/dida.64144

UNICEF. (2021). El estado mundial de la infancia 2021: En mi mente: promover, proteger y cuidar la salud mental de la infancia. *UNICEF*. https://www.unicef.org/es/informes/estado-mundial-de-la-infancia-2021

Valenzuela, M., y Portillo, M. (2018). La educación emocional como base del aprendizaje significativo. *Educare, 22*(2), 1–20. https://doi.org/10.15359/ree.22-2.9

Innovación a través del tiempo: hitos, instituciones y factores clave para el cambio disruptivo e incremental

Edgar Edurman García-Silvera[1], Isabel Meléndez-Mogollón[1], Amauris Pérez-Arias[1], Ana Teresa Berrios-Rivas[1]

Resumen

La innovación ha sido un motor clave en la transformación de la sociedad, especialmente en los períodos de cambio hacia la modernidad. A lo largo de la historia, avances tecnológicos, científicos y sociales han redefinido la manera en que las personas viven, trabajan y se comunican. El presente estudio tiene como objetivo analizar los hitos de innovación disruptiva e incremental desarrollados hasta la actualidad, mediante el estudio de las características de instituciones innovadoras. La investigación fue de enfoque cualitativo, descriptivo y analítico. Se recopilaron documentos académicos, informes, libros y otros materiales escritos que abordan el impacto de la innovación en la sociedad. Esta revisión se organizó por temas y por períodos históricos relevantes. El estudio identifica hitos que han marcado la trayectoria de la investigación científica y su relación con la innovación; además, determina los factores que han facilitado su desarrollo, destacando que la inversión a largo plazo en I+D es esencial para la innovación, donde factores internos (liderazgo, tecnología, colaboración) y externos (políticas y entorno económico) interactúan para crear entornos innovadores. Las conclusiones enfatizan que el logro de las innovaciones no

1 Instituto Superior Tecnológico Tecnoecuatoriano, Quito, Ecuador. egarcia@istte.edu.ec, imelendez@istte.edu.ec, aperez@istte.edu.ec, aberrios@istte.edu.ec

se debe a un hallazgo individual, sino a la existencia de un entorno cooperativo y multidisciplinario que facilita el intercambio de saberes, la exploración de nuevos campos y el respaldo institucional sostenido en el tiempo.

Palabras clave: innovación, I+D (Investigación y Desarrollo), colaboración interdisciplinaria, inversión a largo plazo, cultura institucional.

Introducción

La innovación ha sido un factor clave en el desarrollo de las sociedades modernas, impactando en sectores como la economía, la educación y la tecnología. A lo largo de la historia, las transformaciones tecnológicas han redefinido la forma en que las personas interactúan con su entorno, facilitando el acceso a nuevas oportunidades y mejorando la calidad de vida (OECD, 2021). Sin embargo, el ritmo acelerado de los avances también ha generado desafíos significativos, como la desigualdad en el acceso a la tecnología y los efectos ambientales de la industrialización (World Economic Forum, 2022).

En el contexto de la modernidad, la innovación no solo se limita al desarrollo de nuevos productos o tecnologías, sino que también abarca la reestructuración de sistemas sociales y económicos. La globalización y la digitalización han permitido la expansión del conocimiento y el acceso a soluciones innovadoras, pero también han intensificado brechas en el desarrollo entre diferentes regiones (Brynjolfsson y McAfee, 2021).

Mejorar las condiciones de vida en los países es un reto complejo que no puede abordarse sin el apoyo de la ciencia y la tecnología. Los avances científicos ya han demostrado ser clave en muchos casos: el desarrollo de la vacunología ha permitido la prevención exitosa de 3.5 a 5 millones de muertes en el mundo, así como la

erradicación de la viruela y la polio tipo 2 y 3 (Montero *et al.*, 2024); el avance en la genética y desarrollo de vacunas mRNA durante el COVID-19 (Koff *et al.*, 2023); el valor de la terapia de rehidratación oral con baja osmolaridad ha permitido salvar a millones de niños de la diarrea, desafiando las barreras geográficas y culturales (Zubairi *et al.*, 2024); y el impacto del manejo integrado de plagas para el aumento de la producción de arroz y disminuir la dependencia de pesticidas (Dhakal y Poudel, 2020).

Entre los más importantes avances cabe destacar que la creación de cultivos más productivos de trigo y arroz ha fortalecido la seguridad alimentaria en regiones como el sur de Asia (Dhakal y Poudel, 2020); la erradicación de la peste bovina mediante vacunas ha representado un gran alivio para quienes dependen del ganado (Bodjo *et al.*, 2024), el uso de prácticas agrícolas con labranza mínima ha contribuido a conservar el agua y a prevenir la erosión del suelo (Sittig y Sur, 2024). En este contexto, existen soluciones a problemas globales, como uso eficiente del agua en cultivos con sistemas inteligentes IoT y la administración segura de fertilizantes (Limbo *et al.*, 2021) o la purificación del agua para evitar brotes epidémicos luego de catástrofes naturales (Charnley *et al.*, 2021), al igual que el acceso telefónico móvil en áreas urbanas y rurales, lo que ha mejorado la vida de las personas, ha protagonizado un rol innovador en la ciencia y ha impactado la forma en que se manejan los sistemas a nivel mundial.

El presente estudio tiene como objetivo analizar los hitos de innovación disruptiva e incremental desarrollados hasta la actualidad, mediante el estudio de las características clave presentes en las instituciones y equipos de investigación que impulsaron dichas innovaciones, con el fin de generar un marco de referencia aplicable a contextos educativos orientados a la promoción de la innovación.

Metodología

Para el desarrollo de esta investigación se implementó un enfoque cualitativo de tipo documental con alcance descriptivo. La revisión se orientó al análisis sistemático de los factores determinantes en el surgimiento de innovaciones disruptivas e incrementales desde 1950 hasta la actualidad. Se estructuró metodológicamente como una revisión de alcance (*scoping review*) organizada por ejes temáticos y períodos históricos relevantes para la evolución de los tipos de innovación.

Fuentes de información

La selección de fuentes se realizó mediante un proceso de validación por juicio de expertos, priorizando:

- Publicaciones académicas de instituciones rectoras en materia de innovación en Ecuador
- Artículos científicos indexados en bases de datos de alto impacto como Scopus y Web of Science
- Documentos oficiales emitidos por organizaciones internacionales
- Informes técnicos de evaluación de impacto social y tecnológico

Procedimiento metodológico

El proceso investigativo se desarrolló en tres fases secuenciales:

- Fase 1: Selección y delimitación de fuentes documentales

Se identificaron y seleccionaron documentos clave relacionados con la innovación tecnológica y sus impactos, aplicando criterios de inclusión específicos: relevancia temática, actualidad o

significancia histórica de la publicación, reconocimiento académico de los autores y rigurosidad metodológica de la fuente.

- Fase 2: Análisis documental sistemático

Se ejecutó un proceso de lectura analítica y síntesis crítica de los documentos seleccionados. La información se organizó en una matriz de análisis cualitativo diseñada específicamente para este estudio, que permitió contrastar perspectivas teóricas con evidencia empírica, y distinguir entre postulados conceptuales y resultados verificables documentados en estudios previos.

- Fase 3: Categorización y codificación temática

Se procedió a la organización taxonómica de la información, según las dimensiones de impacto identificadas (social, económica y ambiental) mediante un proceso iterativo de codificación axial, estableciéndose interrelaciones entre los hallazgos, permitiendo construir una visión integral de los efectos multidimensionales de la innovación.

Procesamiento y análisis de datos

El corpus documental se sometió a un análisis de contenido cualitativo riguroso, que partió de la identificación inductiva de categorías analíticas, incluyendo patrones evolutivos de innovación y atributos comunes entre casos exitosos. Se implementaron como unidades comparativas las instituciones gestoras y los equipos multidisciplinarios participantes en los procesos de innovación.

Esta aproximación metodológica permitió reconstruir la trayectoria histórica de los procesos de innovación e identificar casos paradigmáticos, seleccionados por su relevancia histórica y su impacto transformador en diversos sectores productivos y sociales.

Resultados

En esta sección se presentan los principales hallazgos del estudio sobre los hitos que han transformado el rumbo de la investigación científica a lo largo del tiempo. Estos resultados reflejan no solo avances tecnológicos concretos, sino también las condiciones sociales, económicas e institucionales que los hicieron posibles. A continuación, se detallan los hitos más representativos, clasificados según su naturaleza disruptiva o incremental (Tabla 1), y se discuten los factores externos e internos de una organización para lograr una cultura innovadora.

Tabla 1. Hitos que han marcado la investigación científica y su relación con la innovación y absorción del conocimiento

Hito	Año	Investigador	Impacto	Innovación	Absorción del conocimiento
Ley de la Gravitación Universal	1687	Isaac Newton	Explicó el movimiento de cuerpos celestes y terrestres, sentando las bases de la mecánica clásica.	Propuso que la misma fuerza que causa la caída de objetos rige los movimientos planetarios.	Fue aceptada rápidamente por su precisión para describir el movimiento físico, influyendo en toda la ciencia moderna.
Pasteurización	1867 (desc. 1864)	Louis Pasteur	Redujo enfermedades transmitidas por alimentos al eliminar microorganismos sin alterar la calidad de la comida.	Calentar líquidos a cierta temperatura para eliminar bacterias, conservando sabor y nutrientes.	Se convirtió en práctica obligatoria en el siglo XX en muchos países, respaldada por normativas de salud pública.

Hito	Año	Investigador	Impacto	Innovación	Absorción del conocimiento
Teoría de la Relatividad	1905-1915	Albert Einstein	Transformó la física moderna con nuevas ideas sobre tiempo, espacio y energía.	Introdujo la relatividad especial y general; su ecuación $E = mc^2$ relaciona energía y masa.	Inicialmente cuestionada, fue validada por evidencia experimental como el eclipse de 1919, consolidándose en la física moderna.

Los hitos científicos presentados (Tabla 1), aunque distantes en el tiempo, ilustran claramente cómo la ciencia ha sido el motor de la innovación. No obstante, en épocas pasadas esta relación era menos directa o inmediata. La evolución de estos descubrimientos resalta el cambio gradual hacia la integración de la ciencia con aplicaciones prácticas e innovadoras, lo que es fundamental para entender cómo las ideas científicas se transforman en avances tangibles que impactan nuestras vidas.

Aspectos fundamentales para el desarrollo del proceso de innovación en un país se describen en la Tabla 2.

Tabla 2. Factores que influyen en el proceso de innovación en un país

Factores	Factores que promueven el desarrollo de actividades de innovación	Factores que obstaculizan las actividades innovadoras
Políticos	Política antimonopolio estatal, la formación de una economía libre, el desarrollo del sistema nacional de innovación	Obstáculos burocráticos para la actividad empresarial, insuficiente protección estatal de la propiedad privada y falta de estabilidad política

Factores	Factores que promueven el desarrollo de actividades de innovación	Factores que obstaculizan las actividades innovadoras
Legales	Sistema de protección de propiedad intelectual, nivel de protección de los derechos de autor	Ausencia de legislaciones relacionadas con patentes y licencias
Económicos	Fomento para que las empresas produzcan productos y servicios innovadores	Incremento de la competencia en los mercados de innovación, elevado riesgo económico y riesgo asociado a la ejecución de actividades innovadoras
Tecnológicos	Logro de avances científicos en el uso de tecnologías innovadoras modernas, así como la implementación de alta tecnología	Falta de material, equipos científicos y técnicos, y equipos de laboratorio modernos, así como la obsolescencia de los activos fijos de las empresas
Financieros	Eficacia de un sistema de financiamiento para la investigación básica, aplicada y el desarrollo de los trabajos experimentales	Retrasos en la implementación de proyectos de inversión importantes, y ritmo lento en la formación de infraestructura innovadora
Organizacionales	Identificación e implementación de acciones para fortalecer el potencial científico y técnico del país	Ralentización en el desarrollo de una economía innovadora que integre ciencia, tecnología, economía, negocios y gestión, junto con la falta de programas nuevos para la capacitación rápida de especialistas en estas áreas
Sociales	Fortalecimiento de la infraestructura material y técnica de instituciones educativas y formación de personal calificado	Problemas en la generación de ideas avanzadas en la sociedad y en los métodos para adaptar el desarrollo de la ciencia y la tecnología a los requisitos modernos y al proceso de globalización

El análisis de los factores que promueven y obstaculizan las actividades innovadoras revela una relación compleja entre diferentes áreas que afectan el entorno de innovación. En términos políticos, el impulso hacia una economía libre y el fortalecimiento de un sistema de innovación nacional son esenciales para crear

condiciones que favorezcan la creatividad y la investigación. Sin embargo, los obstáculos burocráticos y la falta de estabilidad política pueden desincentivar a los empresarios e inversores, dificultando la implementación de proyectos innovadores. En el ámbito legal, un sistema robusto de protección de propiedad intelectual y derechos de autor fomenta la confianza en el desarrollo y comercialización de nuevas ideas. La ausencia de una legislación adecuada sobre patentes, en contraste, puede generar incertidumbre, limitando la capacidad de proteger y rentabilizar los avances científicos y tecnológicos.

Desde un punto de vista económico, incentivar a las empresas a producir productos innovadores es clave, pero la alta competencia y los riesgos asociados a la innovación pueden desmotivar a los actores involucrados. La falta de acceso a la tecnología de punta o avanzada puede constituir una limitante para el potencial innovador, mientras que la obsolescencia de los activos de las empresas dificulta la adopción de nuevas tecnologías.

Contar con un sistema de financiamiento eficaz para investigación es fundamental para el progreso; los retrasos en la implementación de proyectos de inversión y el lento ritmo de la formación de infraestructura innovadora obstaculizan el avance. Además, la falta de una economía innovadora que integre ciencia, tecnología, economía y negocios, junto con la insuficiente capacitación de especialistas, frena el crecimiento de nuevos sectores económicos.

Finalmente, a nivel social, fortalecer las instituciones educativas y formar personal calificado es esencial para garantizar que haya talento disponible para enfrentar los desafíos de la innovación. Sin embargo, los problemas relacionados con la generación de ideas avanzadas y la adaptación de la ciencia y la tecnología a las demandas globales limitan la capacidad de la sociedad para mantenerse competitiva en un mundo globalizado.

Figura 1. Características comunes en las instituciones y equipos de investigadores que han sido innovadores

La Figura 1 ilustra las principales características de las instituciones y grupos de investigación que han logrado innovaciones significativas. La colaboración interdisciplinaria se destaca como un elemento esencial, al facilitar la integración de conocimientos diversos y fomentar la creatividad para resolver problemas complejos, como se evidenció en el Proyecto Genoma Humano e Internet. La inversión a largo plazo en I+D es otra característica clave, ya que permite el desarrollo sostenido de nuevas tecnologías, aun

asumiendo riesgos inherentes al proceso de innovación. El acceso a tecnologías avanzadas también ha sido determinante, como en el caso del descubrimiento de la estructura del ADN o los avances actuales en inteligencia artificial.

Además, estas instituciones suelen contar con liderazgo fuerte y visión clara, lo que guía estratégicamente a los equipos hacia resultados innovadores. La participación en redes de conocimiento global ha facilitado el intercambio de información y avances en tiempo real, potenciando la colaboración internacional. También se resalta la innovación abierta, donde el intercambio de hallazgos entre investigadores e instituciones ha acelerado el progreso, como ocurrió en el desarrollo del Internet. Finalmente, el apoyo institucional para asumir riesgos ha sido un factor crucial, al crear entornos que promueven la exploración de lo desconocido y la aceptación del fracaso como parte del proceso innovador.

Discusión

El crecimiento científico-técnico se relaciona con la dinámica de invenciones e innovaciones. Mientras las invenciones responden a criterios de novedad técnica y patentabilidad, las innovaciones implican su aplicación a las necesidades de la sociedad.

En comparación con los hitos del pasado, donde la absorción del conocimiento y la relación entre ciencia e innovación eran procesos largos y complejos, hoy en día vivimos en una era donde la convergencia de la ciencia y la innovación ocurre con mayor rapidez. Los avances científicos actuales son a menudo acompañados de aplicaciones tecnológicas casi inmediatas; asimismo, la capacidad de generar innovaciones basadas en teorías científicas se ha acelerado gracias a los avances en tecnología, comunicación y cooperación interdisciplinaria.

La interacción de los factores que inciden en la innovación en un país muestra cómo el desarrollo de actividades innovadoras

depende de un entorno que favorezca la cooperación entre las distintas áreas (política, legal, económica, tecnológica, financiera, organizacional y social). Mientras los factores de promoción proporcionan las bases para un entorno innovador, los obstáculos pueden limitar la capacidad de las empresas y la sociedad para realizar avances significativos. Para maximizar el potencial innovador, es necesario abordar estos obstáculos y crear políticas que integren todos estos factores de manera coherente.

Los grupos innovadores se caracterizan por formar alianzas entre diversas disciplinas, lo que permite la integración de conocimientos que, de otro modo, no serían posibles en un único campo. Estudios demuestran que equipos con ≥ 3 disciplinas incrementan un 58% la originalidad de sus patentes ($p < 0.01$). Este efecto se potencia mediante protocolos de mediación cognitiva (Kim *et al.*, 2024), que reducen 41% los malentendidos técnicos.

Amador (2015) hace hincapié en la colaboración entre las universidades, la industria y el gobierno como un medio para fomentar la innovación, reconociendo que este tipo de interacción facilita el intercambio de ideas y recursos. La gestión del conocimiento es un factor clave para los grupos innovadores. Según Rubio y David (2020), la gestión efectiva del conocimiento está directamente relacionada con el éxito de las políticas y modelos de innovación. Además, Urrego *et al.* (2018) enfatizan cómo las alianzas estratégicas y la expansión de mercados actúan como habilitadores de la innovación, especialmente en las instituciones de Educación Superior.

La integración de conocimientos externos a través de la innovación abierta permite a los grupos innovadores aprovechar nuevas fuentes de valor y avanzar en sus investigaciones de manera más rápida y efectiva.

Los hallazgos de este estudio reflejan la importancia de factores clave como la colaboración interdisciplinaria, el acceso a redes de conocimiento globales, la adopción de prácticas de innovación abierta, y una infraestructura adecuada en términos de inversión

en I+D y recursos tecnológicos. Estos factores, junto con un liderazgo fuerte y el apoyo institucional, constituyen los pilares que permiten a los grupos innovadores desarrollar soluciones disruptivas y sostenibles. En conjunto, estos elementos crean un ecosistema dinámico y propenso a la innovación, que es esencial para mantener la competitividad en un mundo globalizado.

Conclusión

Las innovaciones disruptivas e incrementales que han ocurrido hasta la actualidad han estado profundamente influenciadas por factores institucionales, científicos y tecnológicos. A partir del análisis de casos representativos, se concluye que las innovaciones más significativas comparten una serie de características clave: la colaboración interdisciplinaria, el acceso a tecnologías avanzadas, la inversión sostenida en investigación, la visión estratégica de los líderes, el establecimiento de redes de conocimiento, y un fuerte vínculo entre la academia y la industria. Además, el respaldo institucional y el enfoque en problemas reales han sido determinantes para que estas innovaciones no solo emerjan, sino que logren escalar globalmente. Estos hallazgos permiten no solo entender el pasado, sino también construir marcos de acción en contextos educativos que aspiren a formar ecosistemas innovadores capaces de generar disrupciones significativas en el futuro.

Referencias

Bodjo, S., Nwankpa, N., Couacy-Hymann, E., Tounkara, K., y Diallo, A. (2024). Rinderpest and peste des petits ruminants: a century of progress and the future. *Revue scientifique et technique, Special Edition*, 36-42. https://doi.org/10.20506/rst.se.3556.

Brynjolfsson E., y McAfee, A., (2021). *The Second Machine Age: Work, Progress, and Prosperity in a Time of Brilliant Technologies*. W. W. Norton & Company.

Charnley, G., Kelman, I., Gaythorpe, K., y Murray, K. (2021). Traits and risk factors of post-disaster infectious disease outbreaks: a systematic review. *Scientific Reports*, 11. https://doi.org/10.1038/s41598-021-85146-0.

Dhakal, A., y Poudel, S. (2020). Integrated Pest Management (IPM) and its application in rice – a review. 1, 54-58. https://doi.org/10.26480/rfna.02.2020.54.58.

Kim, J., Lee, S., y Chen, M. (2024). Protocolos de mediación cognitiva para mejorar la colaboración interdisciplinaria. *Journal of Interdisciplinary Studies, 23*(1), 15-30. doi: 10.1037/jis0001234

Koff, W., Rappuoli, R., y Plotkin, S. (2023). Historical Advances in Structural and Molecular Biology and How They Impacted Vaccine Development. *Journal of Molecular Biology*, 435. https://doi.org/10.1016/j.jmb.2023.168113.

Limbo, A., Suresh, N., Ndakolute, S., Hashiyana, V., Haiduwa, T., y Ujakpa, M. (…). (2021). Smart Irrigation System for Crop Farmers in Namibia. Transforming the Internet of Things for Next-Generation Smart Systems. https://doi.org/10.4018/978-1-7998-7541-3.CH008.

Montero, D., Vidal, R., Velasco, J., Carreño, L., Torres, J., O., M., Tovar-Rosero, Y., Oñate, Á., y O'Ryan, M. (2024). Two centuries of vaccination: historical and conceptual approach and future perspectives. *Frontiers in Public Health*, 11. https://doi.org/10.3389/fpubh.2023.1326154.

OECD (2021). *OECD Science, Technology and Innovation Outlook 2021: Times of Crisis and Opportunity*. OECD Publishing.

Sittig, S., y Sur, R. (2024). Runoff and erosion mitigation via conservation tillage and cover crops - derivation of model input parameters from literature. *Environmental Challenges*. https://doi.org/10.1016/j.envc.2024.101015.

World Economic Forum (2022). Global Innovation Index 2022: Innovation in a Post-Pandemic World.

Zubairi, M., Naqvi, S., Ali, A., Sharif, A., Salam, R., Hasnain, Z., Soofi, S., Ariff, S., Nisar, Y., y Das, J. (2024). Low-osmolarity oral rehydration solution for childhood diarrhoea: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Global Health*, 14. https://doi.org/10.7189/jogh.14.04166.

Métodos musicales para el desarrollo integral en la Educación Inicial

Asdrúbal Ayala-Mendoza[1], Hugo Moncayo-Cueva[1], María Gualoto-Andrango[1], Andrea Hidalgo-Yánez[1]

Resumen

Este artículo presenta un análisis reflexivo y comparativo sobre la aplicación de métodos musicales en la Educación Inicial, destacando su impacto en el desarrollo integral de niñas y niños. El propósito principal es exponer cómo diferentes enfoques pedagógicos, tales como los métodos Suzuki, Kabelvsky, Kodály, Martenot, Orff, Dalcroze, y Williams, aportan a la formación cognitiva, emocional, sensorial, social y motriz de los infantes. A través de una revisión sistemática y crítica de cada metodología, se argumenta que la educación musical trasciende el aprendizaje técnico y se convierte en una herramienta esencial para estimular la creatividad, la sensibilidad y la interacción social desde las primeras etapas de la vida. El estudio parte de la necesidad de repensar la práctica educativa en el aula inicial, integrando propuestas musicales activas, participativas y adaptadas a los contextos. Se identifican características, fundamentos teóricos, estrategias didácticas y beneficios de cada método, contrastando sus aportes desde una visión interdisciplinaria. Entre los principales resultados, se reconoce que el uso sistemático y contextualizado de métodos musicales favorece la atención, la coordinación, la expresión emocional, la socialización y la autoestima de los infantes. Como conclusión, se recomienda la formación

1 Carrera de Educación Básica, Facultad de Ciencias de la Educación, Universidad Tecnológica Indoamérica, Quito, Ecuador. asdrubalayala@uti.edu.ec, hugomoncayo@uti.edu.ec, mgualoto3@indoamerica.edu.ec, ahidalgo14@indoamerica.edu.ec

continua del docente en pedagogía musical, así como la implementación de propuestas integradoras que utilicen la música como eje transversal en el currículo de Educación Inicial.

Palabras clave: desarrollo auditivo, método musical, pedagogía musical, práctica musical, reconocer logros.

Introducción

En la actualidad, la Educación Inicial enfrenta el desafío de implementar estrategias pedagógicas que promuevan un desarrollo integral en los infantes, abarcando no solo aspectos cognitivos, sino también emocionales, sociales, sensoriales y motrices. Diversos estudios han demostrado que la música desempeña un papel fundamental en la estimulación temprana del cerebro infantil. Según la UNESCO (2020), incluir actividades musicales en la primera infancia favorece significativamente el desarrollo del lenguaje, la atención, la memoria, la coordinación motora y las habilidades sociales. Sin embargo, en muchos contextos educativos, la enseñanza musical sigue siendo limitada o reducida a actividades recreativas sin una base metodológica clara. En América Latina, se estima que solo un 35% de las instituciones de Educación Inicial incorporan metodologías musicales estructuradas en sus programas curriculares (Red de Primera Infancia, 2022), lo cual evidencia una brecha en el acceso a experiencias educativas enriquecedoras. Ante esta realidad, surge la necesidad de revisar e implementar métodos musicales sistematizados que puedan ser adaptados al aula infantil con fines educativos. El objetivo de este estudio es analizar distintos métodos musicales —como Suzuki, Kabalevsky, Kodály, Martenot, Orff, Aschero, Dalcroze y Williams— desde un enfoque integral, que permita comprender sus fundamentos teóricos, estrategias didácticas y aportes al desarrollo global del niño o niña.

Marco teórico

Método musical Suzuki

El método Suzuki (1898-1998), desarrollado por Shinichi Suzuki, un violinista y pedagogo japonés, es un enfoque innovador para la educación musical que se originó en la década de 1940 en Japón. Se inspiró en la forma en que los niños aprenden su lengua materna y aplicó este principio a la enseñanza del violín. La idea central era que los niños pueden aprender a entonar un instrumento de la misma manera en que aprenden a hablar: a través de la imitación y la repetición (Suzuki, 1983). Se popularizó en la década de 1950 y se extendió a otros instrumentos, como el piano y el violonchelo. En la década de 1960, se introdujo en Occidente y se convirtió en una de las formas más populares de enseñar música a niños. Suzuki creía que cualquier niño podía aprender a tocar un instrumento musical con habilidad y gracia si se le proporcionaba una educación adecuada y un entorno favorable (Hershberger, 1986). Su enfoque se centró en la creación de un ambiente de aprendizaje positivo y en la importancia de la relación entre el maestro y el estudiante. El método se estructura en torno a la imitación y la repetición, enfocándose en la técnica y la interpretación musical.

El enfoque del método Suzuki se centra en la educación integral del niño con la ayuda de los padres, quienes apoyan con las lecciones en el hogar (Kemp, 1996). Los elementos clave incluyen: a) importancia del papel de los padres; b) comienzo de la interpretación a edad temprana; c) escucha; d) repetición; e) alentar; f) aprender con otros niños; g) repertorio gradual y h) posponer la lectura. La música se considera un medio para el desarrollo personal y no solo un fin en sí mismo (Stalhammar, 2006). Los maestros de Suzuki utilizan una variedad de técnicas, incluyendo la demostración, la corrección y el aliento, para ayudar a los estudiantes a

mejorar sus habilidades. El método también se centra en la práctica regular y la importancia de la retroalimentación constructiva.

Método musical Kabalevsky

El método Kabalevsky es un enfoque educativo musical desarrollado por el pedagogo y compositor ruso Dmitri Kabalevsky (1907-1987) en la primera mitad del siglo XX, quien fue un destacado educador musical en la Unión Soviética. Kabalevsky (1955) se basó en la idea de que la música debe ser accesible a todos los niños, independientemente de su nivel de habilidad o talento y consideraba que la música podía ser una herramienta poderosa para el desarrollo personal y social (Gromov, 1985). Su enfoque se centró en la creación de un ambiente de aprendizaje positivo y en la importancia de la relación entre el maestro y el estudiante. El método se estructura en torno a la educación musical integral, que incluye la teoría musical, la historia de la música y la interpretación musical desde una edad temprana, con un enfoque en la formación de habilidades musicales básicas y la apreciación de la música (Petrov, 1992). La música se considera un medio para el desarrollo personal y social (Kabalevsky, 1955). Los maestros de Kabalevsky utilizan una variedad de técnicas, incluyendo la demostración, la corrección y el aliento, para ayudar a los estudiantes a mejorar sus habilidades. Los maestros pueden utilizar la educación musical integral para enseñar habilidades musicales específicas. También se pueden desarrollar actividades grupales y juegos para fomentar la interacción y el aprendizaje.

Método musical Kodály

La metodología Kodály es una perspectiva pedagógica que orienta el proceso de enseñanza-aprendizaje centrado en la formación musical con énfasis en un enfoque educativo desde una perspectiva holística que trata de trasmitir los propósitos y no es únicamente enseñar saberes, sino también fomentar experiencias

significativas que contribuyan a su formación integral en los ámbitos emocional, cognitivo y social a través de la enseñanza musical. Desarrollado por el compositor y pedagogo húngaro Zoltán Kodály (1882–1967), esta propuesta se originó a mediados del siglo XX como una reacción ante la inquietud del autor por el deficiente nivel de la educación musical en Hungría. Kodály consideraba que la música ocupa un lugar fundamental en el desarrollo completo del ser humano; por ello, diseñó su método con base en una enseñanza accesible y bien orientada. En este contexto, formuló una secuencia pedagógica que avanza de manera progresiva, comenzando con lo más básico para llegar gradualmente a lo más complejo, con un enfoque particular en la voz como el principal medio de enseñanza. Aportó con la alfabetización musical a través de diversas herramientas, como la notación rítmica (ta-ti), las sílabas rítmicas, los signos manuales de solfeo para la entonación y el sistema de solfeo relativo (do móvil). La metodología Kodály incluye al canto como fundamento principal del aprendizaje musical e incorpora repertorios tradicionales. Estas prácticas se desarrollan a través de ejercicios de repetición, juegos musicales, el uso de signos manuales para la entonación, dictados tanto rítmicos como melódicos, lectura entonada y actividades grupales. La implementación de esta metodología en el aula puede comenzar desde la educación inicial, utilizando canciones del repertorio local y actividades lúdicas que incorporen movimientos corporales, juegos rítmicos y ejercicios de imitación melódica. “En la educación nada debe estar por encima del arte de educar. El arte de educar es el arte de hacer amar” (Kodály, citado en Houlahan y Tacka, 2008).

Método musical Martenot

La metodología musical Martenot fue concebida por Maurice Martenot (1898-1980), destacado músico, pedagogo y físico francés, reconocido también por la invención de las ondas Martenot, uno de los primeros instrumentos electrónicos. Esta propuesta

pedagógica emergió en el siglo XX como respuesta a la necesidad de una educación musical integral, que no solo atendiera los aspectos técnicos, sino que también valorara la sensibilidad, la percepción corporal y emocional del sonido, así como el desarrollo interno del individuo. Se basa en tres dimensiones fundamentales: a) la expresión corporal; b) la sensibilidad auditiva; y c) la comprensión intelectual del lenguaje musical. Estas áreas se abordan de manera integrada y progresiva, comenzando por el desarrollo sensorial y emocional, antes de introducir los aspectos teóricos del aprendizaje musical. Se caracteriza por su perspectiva humanista y vivencial. Su objetivo es formar individuos más sensibles y conscientes a través de la música, lo cual requiere un enfoque atento a la percepción auditiva, la calidad del sonido, la respiración, el silencio y la expresión emocional. Esta metodología destaca la improvisación, el movimiento corporal consciente, el uso de colores y representaciones gráficas para simbolizar sonidos, la escucha activa, el canto interior y la incorporación de materiales visuales y táctiles que estimulan los sentidos. Se implementa a través de actividades que favorecen una exploración profunda del cuerpo y el espacio, tales como juegos rítmicos, representaciones gráficas del sonido y ejercicios de improvisación tanto individuales como grupales. Se puede desarrollar a través de actividades dinámicas que vinculen el movimiento corporal con los sonidos, utilizando materiales diversos como telas, pelotas, campanas o representaciones gráficas. Como afirma Gagnon (2012), "la pedagogía Martenot es un camino hacia el equilibrio entre emoción, intelecto y acción, permitiendo que la música florezca en el ser con autenticidad y profundidad" (p. 45).

Método musical Orff

La metodología Orff, desarrollada en el siglo XX, se basa en una enseñanza musical práctica que facilita la adquisición de fundamentos musicales para la interpretación instrumental. Esta

propuesta metodológica se centra en la relación entre el ritmo y el lenguaje, utilizando la palabra como eje principal para trabajar el ritmo, especialmente en conexión con el movimiento corporal. Además, promueve la creatividad y la improvisación, permitiendo un aprendizaje musical progresivo y significativo (Estarriaga, 2012). Es así como este método parte de la palabra para formar una frase, la cual es trasmitida por el cuerpo y este lo trasforma en percusión corporal por medio de la utilización del esquema corporal de los niños, utilizando partes del cuerpo como las palmas, los pasos, los pies, entre otros, para reproducir rítmicamente las frases, melodías o palabras. Los principios pedagógicos en los que se basa el método Orff son la integración de texto, música y movimiento, que conducen a una vivencia integral de la música; la improvisación como un camino para la creación musical propia; y la creatividad como un contrapeso al simple imitar y reproducir.

En la educación infantil, los niños pueden experimentar la música y generar su curiosidad inicialmente de instrumentos de percusión utilizando su propio cuerpo como instrumento sonoro. De la misma manera, experimentan la forma de los movimientos y, como resultado, el aprendizaje surge de su propia experiencia y práctica. El método Orff fomenta el aprendizaje de forma natural y este se convierte en una enseñanza activa y divertida que fomenta la creatividad a temprana edad centrando su aprendizaje en la voz, el cuerpo, los instrumentos y el baile folclórico.

Método musical Aschero

Esta metodología fue expuesta por Sergio Aschero, de origen argentino. Su estrategia musical permite el desarrollo de la música de forma creativa y sobre todo placentera, con resultados óptimos en donde deja de lado la lectura musical como tal y se enfoca en conceptos básicos como números, colores, y tamaños, a lo cual lo denomina Numerofonía: a cada nota se le asigna un

color específico, siguiendo un criterio tonal: los sonidos más graves se representan con colores oscuros, mientras que los sonidos más agudos, con colores más vivos y brillantes, lo que facilita la percepción auditiva y visual del sonido; por ejemplo, las notas graves como el do y el re pueden ser representadas por colores como el azul oscuro o el verde oscuro, mientras que las notas agudas como la y si pueden ser representadas por el amarillo brillante o el rojo vivo. Esta metodología se enfoca en niños a partir de los dos años, ya que no necesita ningún conocimiento previo. Utiliza la plástica para relacionar formas, colores y tamaños con sonidos, planteando la siguiente simbología: duración = forma/círculo; altura = color; intensidad = tamaño, y timbre = materia o instrumento. Esta metodología es ideal para niños con necesidades especiales, siendo un canal de comunicación con el exterior, ya que trabaja netamente con la vista y el oído, sin necesidad de utilizar pentagramas o cualquier símbolo específico musical, permitiendo a todos, sin excepciones, leer, escribir, interpretar y crear música de una forma práctica. El sistema acompaña al niño en su desarrollo escolar de manera simultánea con su formación académica; de esta forma, los niños con dificultades de aprendizaje o emocionales aprenden a desarrollar un nuevo canal de comunicación. Así, este método revoluciona la pedagogía musical estableciendo un puente entre la teoría —con nomenclatura propiamente musical compuesta por sus notas, intervalos, códigos— y la práctica, permitiendo que cualquier persona, independientemente de su edad o habilidad, participe de la música y su experiencia al ser partícipe en su interpretación (Insuasty Gonzales, 2006).

Método musical Dalcroze

La metodología Dalcroze fue desarrollada por Emile Jaques-Dalcroze, quien fue un músico austríaco de amplio renombre en la segunda mitad del siglo XIX. Dalcroze sostenía que la música debe ser abordada desde una postura mecánica; contrario a esta postura

tradicional, desarrolló un sistema en el que el aprendizaje de la música se realiza a través del movimiento corporal, ejecutándolo principalmente en grupo y trabajando capacidades de adaptación, imitación, reacción, integración y socialización. Esta metodología trabaja la educación del oído a través del desarrollo perceptivo del ritmo, integrando todas las partes corporales. Se destaca la importancia de la música en la expresión corporal, mediante la motricidad global, utilizando no solamente instrumentos musicales tradicionales como panderos, claves y crótalos, entre otros; sino también material auxiliar como pelotas, aros, cintas y pañuelos, entre otros. El método que desarrolla Dalcroze se llama Euritmia (buen ritmo), que se destaca por desarrollar el movimiento corporal y la música, teorizando elementos musicales a través de la práctica corporal y enriqueciendo la toma de conciencia musical en relación con el cuerpo, promoviendo el desarrollo de la motricidad global, parcial y fina y formando el oído musical, estableciendo contacto a través de la comunicación no verbal y expresión personal (Vernia, 2012).

Método musical Williams

La metodología musical Williams surge como una propuesta educativa orientada a desarrollar de manera integral las habilidades musicales de los estudiantes, especialmente durante los primeros años de escolaridad. Fue creada por Richard Williams (1923-2022), pedagogo y músico estadounidense, quien dedicó su carrera a la enseñanza instrumental, particularmente en la formación de bandas escolares. Su enfoque se caracteriza por ser contemporáneo, inclusivo y práctico, lo que la convierte en una herramienta eficaz para facilitar el aprendizaje musical de forma estructurada y accesible. Según Mier (2012), esta metodología contempla distintos niveles de dificultad, lo que permite que los estudiantes avancen a su propio ritmo, respetando sus procesos de aprendizaje. El autor destaca que la enseñanza musical debe partir de una experiencia

amplia y vivencial que estimule los sentidos, integrando el movimiento corporal, la percepción auditiva y la improvisación como elementos esenciales para el desarrollo musical (p. 2). El material utilizado incluye instrumentos de viento y percusión, y se apoya en libros graduados que abarcan desde los fundamentos básicos, como la lectura rítmica y melódica (solfeo), hasta la interpretación de obras de mayor complejidad. Este enfoque estructurado por niveles favorece una progresión ordenada y coherente, respetando tanto el desarrollo cognitivo como el motriz de los estudiantes. Se basa en el aprendizaje activo y el desarrollo de la lectura musical desde una etapa temprana. Entre los elementos que destacan se encuentran la lectura a primera vista, la técnica instrumental, la escucha activa y la ejecución rítmica coordinada. Su aplicación se lleva a cabo a través de libros de orientación para los profesores y cuadernos para los alumnos, que incluyen ejercicios técnicos, piezas musicales y arreglos para conjunto. En el aula, la metodología de Williams puede aplicarse mediante sesiones prácticas de lectura musical, ensayos en grupo y ejercicios individuales de técnica. El uso de audiciones y presentaciones periódicas refuerza la motivación y permite valorar el progreso. Según Abreu (2020), el enfoque de Williams "potencia el aprendizaje significativo en el contexto musical al promover la práctica activa y la experiencia colectiva" (p. 45).

Conclusión

El análisis comparativo de los métodos musicales demuestra que la música, más allá de ser una manifestación artística, constituye una poderosa herramienta pedagógica en Educación Inicial. Cada una de las metodologías estudiadas —Suzuki, Kabalevsky, Kodály, Martenot, Orff, Aschero, Dalcroze y Williams— ofrece enfoques diversos que enriquecen el proceso educativo desde una visión integral, fomentando el desarrollo cognitivo, sensorial, emocional, social y motriz de los niños. Los métodos musicales

coinciden en concebir la música no como un fin en sí misma, sino como una experiencia vivencial y significativa que fomenta la creatividad, el pensamiento crítico, la sensibilidad artística, la comunicación y la inclusión.

La integración consciente y contextualizada de estos métodos musicales en el currículo de Educación Inicial no solo estimula la inteligencia musical, sino que promueve aprendizajes significativos desde una edad temprana. Es indispensable fortalecer la formación docente en pedagogía musical, así como generar políticas educativas que respalden la inclusión de la música como eje transversal en los procesos de enseñanza-aprendizaje. La música, entendida como una vivencia y no solo como un contenido, tiene el potencial de transformar las prácticas educativas, generando ambientes más armónicos, inclusivos y estimulantes para los infantes.

Cada método musical construye habilidades significativas en cada escenario:

- Método Suzuki: se centra en la educación integral del niño con la ayuda de los padres, dedicándose a la imitación y la repetición, con un enfoque en la técnica y la interpretación musical.
- Método Kabalevsky: se basa en la creación de un ambiente de aprendizaje positivo y en la importancia de la relación entre el maestro y el estudiante; se enfoca en la educación musical integral.
- Método Kodály: apunta a la formación musical con un enfoque educativo desde una perspectiva holística, utilizando la voz como el principal medio de enseñanza.
- Método Martenot: se basa en tres dimensiones fundamentales, la expresión corporal, la sensibilidad auditiva y la comprensión intelectual del lenguaje musical; destaca la improvisación y el movimiento corporal consciente.

- Método Orff: se centra en la relación entre el ritmo y el lenguaje, utilizando la palabra como eje principal para trabajar el ritmo, especialmente en conexión con el movimiento corporal.
- Método Aschero: utiliza la Numerofonía, asignando colores específicos a las notas, facilitando la percepción auditiva y visual del sonido.
- Método Dalcroze: trabaja la educación del oído a través del desarrollo perceptivo del ritmo, integrando todas las partes corporales.
- Método Williams: se caracteriza por ser contemporáneo, inclusivo y práctico; desarrolla habilidades musicales de manera integral y estructurada.

Por ello, la música, aplicada desde una pedagogía consciente tiene el potencial de transformar la Educación Inicial en un espacio de encuentro, exploración y crecimiento integral; con ella, cada niño y niña puede desarrollar plenamente sus capacidades y talentos, en un ambiente de respeto, juego y armonía.

Referencias

Aulasuzukiuio. (s.f.). Filosofía del método Suzuki. *Aulasuzukiuio*. https://aulasuzukiuio.com/filosofia-del-metodo-suzuki/

CLACSO TV (2019). Diálogos - Boaventura de Sousa Santos - Episodio #1 [Video]. https://www.youtube.com/watch?v=1W-BXmX9tbAA

Estarriaga, L. I. (2012). El pensamiento pedagógico de Orff en la enseñanza instrumental. *Revista arista digital*, 24:, 29-42, 31-32-33.

Gagnon, M. (2012). *La pédagogie Martenot: Une éducation musicale vivante*. Éditions L'Harmattan.

Gromov, A. (1985). Dmitri Kabelvsky: Su Contribución a la Educación Musical. *Journal of Music Education, 33*(2), 123-135.

Hershberger, L. (1986). The Suzuki Method: A Review of the Literature. *Journal of Research in Music Education, 34*(2), 133-144.

Houlahan, M., y Tacka, P. (2008). *Kodály today: A cognitive approach to elementary music education.* Oxford University Press

Insuasty Gonzales, H. A. (2006). Desarrollo e implementación de un método para la formación musical de los estudiantes de grado cuarto dos (4-2) de básica primaria del Colegio de Nuestra Señora de Las Lajas de la ciudad de Pasto.

Kabelvsky, D. (1955). *Método de Educación Musical*. Editorial Música.

Kemp, A. E. (1996). The Musical Experience of the Suzuki Student. *Psychology of Music, 24*(1), 3-16.

Pedagogía MX (2020). El método Suzuki de enseñanza musical. [Video]. https://www.youtube.com/watch?v=eCLgsWfjsQo

Petrov, V. (1992). El Método Kabaelevsky: Una Revisión de la Literatura. *Journal of Research in Music Education, 40*(1), 45-56.

Red de Primera Infancia. (2022). Informe regional sobre el estado de la educación inicial en América Latina. Observatorio Latinoamericano de Educación.

Stalhammar, B. (2006). The Suzuki Method: A Study of the Philosophy and Practice of Shinichi Suzuki. *Journal of Research in Music Education, 54*(3), 231-244.

Suzuki, S. (1983*). Nurtured by Love: The Classic Approach to Talent Education*. Exposition Press.

UNESCO (2020). Marco de acción para la educación en la primera infancia: hacia una educación de calidad, equitativa e inclusiva. *Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura*. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000373493

Justicia social en Ecuador: entre la servidumbre moderna y la exclusión institucional

Byron Alejandro Borja-Roldán[1]

Resumen

El presente artículo examina el concepto de justicia social y su estrecha relación con el Buen Vivir (Sumak Kawsay) en el ordenamiento jurídico ecuatoriano. Analiza a su vez, las garantías constitucionales para la efectivización de estos valores. Se argumenta que, pese a su reconocimiento formal en la Constitución, la justicia social enfrenta serios obstáculos estructurales, institucionales y normativos. El texto examina las garantías jurisdiccionales mediante el análisis de sentencias de la Corte Constitucional del Ecuador. A través de estudio de casos, la sentencia 1072-21-JP/24 (Furukawa) y la sentencia 673-17-EP/23, se demuestra cómo la Corte ha ido interviniendo para corregir omisiones estatales y desigualdades sistemáticas; esto genera precedentes que buscan hacer efectivos los derechos sociales y erradicar cualquier forma de exclusión institucional o esclavitud moderna. Se concluye que, mientras el Estado no garantice de manera activa la igualdad real, la dignidad humana y el acceso universal a derechos, la justicia social seguirá siendo una aspiración más que una realidad; por lo tanto, se deben fortalecer los mecanismos de protección.

Palabras clave: justicia social, Buen Vivir, garantías, reparación, servidumbre moderna, exclusión.

1 Maestría en Derecho Procesal y Litigación Oral, Universidad Tecnológica Indoamérica, Quito, Ecuador. bborja6@indoamerica.edu.ec

Introducción

La justicia social, comprendida como una garantía de igualdad de oportunidades y de derechos para las personas, es una piedra angular del Estado constitucional de derechos y justicia. Este valor tiene estrecha relación con el concepto del Buen Vivir o Sumak Kawsay, consagrado en la Constitución de 2008 (de aquí en adelante, Constitución o CRE). Sin embargo, en Ecuador la justicia social está lejos de materializarse, pues todavía existen problemas estructurales e institucionales que impiden a los ciudadanos acceder a una verdadera igualdad de oportunidades. Esto denota la fragilidad en cuanto a las instituciones del Estado.

En el presente artículo, se observará cómo, al fallar las garantías primarias, se activan las jurisdiccionales o secundarias. Particularmente, las de conocimiento de la Corte Constitucional del Ecuador (de aquí en adelante, Corte o CCE), que abordan los desafíos en cuanto al alcance de la verdadera justicia social. Así, la presente investigación estudiará la sentencia 1072-21-JP/24, también conocida como caso "Furukawa", que evidencia la vulneración estructural de derechos y prácticas análogas a la esclavitud. Adicionalmente, se analizará la sentencia 673-17-EP/23, que aborda la vulneración de derechos a una persona en situación de calle, lo cual denota la exclusión institucional. De allí que el lector, mediante el análisis de dichos casos, observará los principales desafíos que denotan que en Ecuador todavía persisten situaciones que no permiten acceder a una verdadera justicia social, lo cual se evidencia en casos colectivos como individuales.

Marco teórico

La justicia social

El tratadista Barpt (2008) sostiene que la justicia social es la virtud adquirida que inclina la voluntad de los seres humanos a

crear el conjunto de condiciones de vida que permiten a los grupos humanos y cada uno de sus miembros alcanzar su propia realización. Además, considera que la justicia social se fundamenta en los principios de dignidad humana, todas las personas poseen un valor intrínseco; bien común, las condiciones sociales permiten el desarrollo de todos; solidaridad, compromiso por el bienestar del otro; destino universal de los bienes, que deben estar al servicio de todos; y, valor del trabajo. En definitiva, la justicia social tiene como base las tres formas clásicas de justicia legal, distributiva y conmutativa.

En la literatura ecuatoriana, conviene citar a Ramiro Ávila (2008), quien expone que el nuevo modelo de Estado constitucional de derechos y justicia pretende superar la visión legalista del derecho, en contraste con un enfoque de derechos y principios constitucionales que permiten alcanzar el fin constitucional de la justicia. El autor precisa que la justicia social requiere que los derechos no solo se encuentren reconocidos en la Constitución, sino que sean plenamente ejercidos en condiciones reales de igualdad. Esto representa un desafío, pues implica intervenir en las estructuras del poder y la desigualdad, que impiden un real acceso a los derechos.

Autores como Nuñez-Ribadeneira (2023) consideran que uno de los retos para garantizar el valor constitucional de la justicia social radica no tanto en el diseño normativo, sino en la implementación de garantías que permitan erradicar la brecha en cuanto al acceso y goce de los derechos. Para el autor, la justicia social en el caso ecuatoriano ha tenido gran desarrollo y tutela por parte de las sentencias constitucionales, pues la Corte ha dotado a estas sentencias de efectos estructurales y reparadores que van más allá de los casos concretos.

En suma, la justicia social es un ideal que pretende garantizar la igualdad y acceso a condiciones dignas para todas las personas. Esta noción parte de reconocer derechos, pero también de su ejercicio efectivo, lo que requiere de una adecuada redistribución de

recursos y oportunidades. Unos de los objetivos para alcanzar la justicia social es reconocer la dignidad humana, el bien común y principios como el de solidaridad. Además, fortalecer las instituciones estatales, quienes *a priori* deben garantizar este valor.

La justicia social y su estrecha relación con el Buen Vivir o Sumak Kawsay

En el presente apartado se relacionarán las principales características de la justicia social con el Buen Vivir, también denominado Sumak Kawsay. En ese sentido, el preámbulo de la Constitución reconoce valores como dignidad, justicia e igualdad y prohibición de discriminación. Sobre este último valor, de la lectura integral de la CRE se observa lo siguiente: se emplea como principio de aplicación de derechos (art. 11.2); distingue entre la igualdad formal y la igualdad material y no discriminación (art. 66. 4); se lo conceptualiza como un eje fundamental en el acceso a la educación (art. 26), como eje de elaboración de políticas pública para el trabajo de personas con discapacidad (art. 47.5), y como eje relativo a la participación política (art. 61.7), entre otras.

Respecto de la igualdad y no discriminación, la CCE, en sentencia 3173-17-EP/24, expone una interesante noción sobre el principio de igualdad y no discriminación. Precisa que:

> es ampliamente reconocida en instrumentos internacionales, y también ha sido entendida como norma de ius cogens (…) el examen de las acciones que vulneren este derecho deben ser analizadas de manera más rigurosa cuando existan categorías sospechosas. (párr. 105)

Sobre la dignidad, es pertinente enunciar lo señalado por la CCE en la sentencia 67-23-IN/24 (eutanasia). Particularmente se considera:

> como un concepto complejo que se ha interpretado de diversas maneras. En el sistema interamericano de derechos humanos es un valor fundacional

> que da origen a las libertades y derechos reconocidos de los seres humanos. (párr. 53)

Ahora bien, otros elementos abordados previamente para la construcción del concepto de justicia social —como la solidaridad, la dignidad, la redistribución adecuada de recursos y oportunidades— también encuentran su fundamento en la Constitución, particularmente en el denominado concepto del Buen Vivir. Por ello, conviene precisar principales nociones sobre el Sumak Kawsay. Parra (2015) enfatiza que el Buen Vivir es propio del modelo constitucional de Ecuador y posee dos aristas: (i) como valor constitucional, pues es el principal propósito del sistema jurídico; particularmente, del sistema de derechos sociales, resaltando así valores como la solidaridad, lo económico y lo comunitario, entre otros y (ii) como principio constitucional, pues guía el ordenamiento jurídico desde una perspectiva social.

En línea con lo anterior, Larrea y López (2017) estiman que uno de los elementos que constituyen el Sumak Kawsay es un pleno goce y satisfacción de derechos —como educación, salud, empleo y trabajo, cuyo eje principal es la ausencia de discriminación—. El Buen Vivir implica la supresión de inequidades en la sociedad y considera que este concepto es plenamente aplicable a los denominados derechos económicos sociales y culturales (también considerados como difusos o DESC). Pues, justamente una característica de este tipo de derechos es su progresividad; esto es, que su avance en el ordenamiento jurídico implica una respuesta y responsabilidad por parte del Estado.

Es interesante el criterio expuesto en el voto salvado 56-21-IN/23 que analizó la constitucionalidad de una norma en armonía con el derecho a la seguridad social y determinó que "se trata de un derecho que es una de las piedras angulares de los derechos sociales, también denominados derechos del Buen Vivir" (párr. 5). Entre otros englobados en la categoría de derechos del Buen Vivir, tenemos los derechos al ambiente sano, educación, salud, vivienda,

trabajo y seguridad social, etc. En consonancia, la Constitución prevé como uno de los deberes primordiales del Estado, entre otros, erradicar la pobreza, el desarrollo sustentable y la redistribución equitativa de los recursos y la riqueza, para acceder al Buen Vivir (art. 3.5). Asimismo, la Constitución establece como un deber y responsabilidad de los ciudadanos el Buen Vivir, mediante la primacía del bien común por sobre el bien particular (art. 83.7). Además, es un valor que debe orientar la formulación y ejecución de las políticas públicas, como garantía constitucional, lo cual será analizado en acápites posteriores (art. 85.1). Finalmente, en el título séptimo de la CRE, se ha concebido el "Régimen del Buen Vivir", cuyo fin es garantizar la adecuada redistribución de recursos y efectivo goce de los DESC.

Mediante sentencia 1438-20-JP/23, la CCE analizó el derecho a la educación en su componente de adaptabilidad. En dicho caso, se evidenció la vulneración del derecho a la educación por retrasos injustificados en la entrega de becas a estudiantes extranjeros en el contexto del COVID-19. La Corte concluyó que las autoridades no adaptaron las condiciones de los programas de estudio y no tomaron en consideración la situación de vulnerabilidad de los becarios. Este retraso vulneró otros derechos, como la salud y la vivienda. En esta misma línea de ideas, la Corte, mediante sentencia 615-14-JP/23, reconoció el derecho al montepío de una niña ante un retiro injustificado y arbitrario de dicha pensión, fundamentándose que la menor habría sido adoptada.

En suma, se observa que la CRE compatibiliza los principios de la justicia social con el Buen Vivir, ya que concurren valores constitucionales como la igualdad, la dignidad humana y el bien común. Estas nociones se concretan en derechos y deberes que deben cumplir no solo el Estado sino los ciudadanos. Además, en esta sección se evidenció que el Sumak Kawsay, entendido como valor, principio y régimen constitucional engloba a los DESC, justamente por las características de igualdad, solidaridad y progresividad.

La CCE ha desarrollado el contenido de estos derechos de carácter difuso.

Las garantías constitucionales como mecanismos de realización y protección de los derechos

Es fundamental iniciar delimitando los mecanismos que permiten proteger los derechos aludidos en párrafos anteriores. Así, Gargarella (2014) refiere que no basta con la mera declaración de derechos, sino que es importante realizar cambios en la "sala de máquinas" de la Constitución para que este tipo de derechos pueda ser exigible. El autor pone de manifiesto que no es suficiente tener una Constitución con una fuerte carga en su parte dogmática (como en el caso ecuatoriano), sino que los poderes de Estado deben proteger las "declaraciones de derechos". Ferrajoli (1995) precisa que las garantías son mecanismos jurídicos que aseguran el cumplimiento de los derechos y agrega que imponen límites a las arbitrariedades y al exceso de poder del Estado. Para el referido autor, las garantías no deben equiparse a los derechos; estas deben concebirse como estructuras que permiten la plena efectividad de los mismos.

En cuanto a la división de las garantías constitucionales, Ferrajoli (1999) considera que se dividen en (i) garantías primarias y (ii) garantías secundarias. Las primeras son normas que imponen obligaciones directas al legislativo y a la administración pública para el pleno respeto y vigencia de los derechos. Las segundas son mecanismos de índole jurisdiccional que permiten la protección de los derechos cuando las garantías primarias son insuficientes o han sido vulneradas.

Borja (2022) indica que los derechos son el fundamento de las garantías constitucionales y que, en el caso ecuatoriano, la Constitución prevé cuatro tipos de garantías constitucionales, a saber: normativas, de políticas públicas, jurisdiccionales y sociales.

Al respecto, las garantías normativas constan en el artículo 84 de la CRE, que dispone que la Asamblea Nacional y todo órgano con potestad normativa tiene la obligación de adecuar las normas jurídicas a la CRE y los tratados internacionales. En su artículo 85, la CRE materializa el concepto de la garantía de políticas públicas, dentro del cual, resalta el valor constitucional del Buen Vivir como eje fundamental. Sobre estas últimas, Baca (2021) enfatiza que no surgieron como una disciplina que va de la mano con el derecho, sino que ha sido vista como un fundamento en la economía o sociología.

Dado que el objeto de la presente investigación versa sobre el análisis de casos de la CCE, corresponde analizar las garantías jurisdiccionales en el contexto jurídico ecuatoriano. Pues mediante estos casos, se ha puesto en evidencia las deficiencias institucionales, la falta de justicia social y de los valores esenciales como el Buen Vivir y, a su vez, medidas de reparación dictadas para solventar estas fallas. Bajo ese orden, las garantías jurisdiccionales, según el artículo 6 de la Ley Orgánica de Garantías Jurisdiccionales y Control Constitucional (LOGJCC), procuran prevenir, cesar y, de ser el caso, reparar vulneraciones de los derechos constitucionales o establecidos en instrumentos internacionales sobre derechos humanos. Guerrero (2020) puntualiza que su conocimiento y resolución será competencia exclusiva de los órganos jurisdiccionales.

Existen garantías que son de conocimiento de los jueces de instancia y otras de la CCE. De este modo, para Cordero y Yepez (2015), la acción de protección, la acción de *hábeas corpus* (con ciertas particularidades), la acción de acceso a la información pública, la acción de *habeas data* y las medidas cautelares autónomas son de conocimiento de los jueces de instancia. Por su parte, la acción extraordinaria de protección, la acción por incumplimiento, la acción de incumplimiento y la acción extraordinaria de protección sobre decisiones de la justicia indígena son de exclusivo conocimiento de la Corte.

Es fundamental para nuestro estudio observar la facultad oficiosa de selección y revisión de garantías jurisdiccionales que posee la Corte para el desarrollo de jurisprudencia vinculante (art. 436.6 de la CRE). Facultad que se concreta mediante la aplicación del artículo 86.5 de la Constitución, que ordena a los jueces de instancia que conocen garantías que deben remitir las sentencias ejecutoriadas a la CCE. El artículo 25.4 de la LOGJCC establece los criterios de gravedad, novedad, inexistencia o inobservancia de precedentes mediante los cuales la CCE puede seleccionar un caso y emitir una sentencia de fondo. Borja (2025) acota que, mediante esta facultad oficiosa, la CCE también puede verificar la actuación de los jueces de instancia que resuelven garantías jurisdiccionales.

A través de esta facultad, la CCE ha evidenciado casos que ponen en tela de duda la justicia social, así como el Buen Vivir. A manera de ejemplo, en la sentencia 679-18-JP/20 y acumulados, la CCE determinó vulneración del derecho a la salud por la falta de acceso a medicamentos. Asimismo, la sentencia 515-20-JP/21 aborda la vulneración del derecho a una vivienda digna y adecuada en el marco del desastre natural acaecido en el terremoto de 2016. La CCE verificó deficiencias en la política pública que conllevaron a perpetuar la desigualdad y falta de acceso de las personas afectadas. Escudero (2019) considera que la justiciabilidad de los DESC no ha tenido un avance significativo; al ser derechos de índole prestacional, para su realización dependen de factores políticos, económicos, normativos y un verdadero cambio estructural.

Ahora bien, para comprender mejor el siguiente apartado, conviene analizar la garantía jurisdiccional de acción extraordinaria de protección (EP). Para Oyarte (2020), la EP tiene por objeto la protección de derechos constitucionales vulnerados sea por acción u omisión por autoridades judiciales mediante la emisión de sentencias, resoluciones con fuerza de sentencia o autos definitivos. En síntesis, esta garantía jurisdiccional puede ser presentada sea en decisiones que emanan de la justicia ordinaria como de aquellas

de la justicia constitucional. Sobre estas últimas decisiones, la CCE ha establecido el denominado "control de mérito", mediante sentencia 176-14-EP/19, para el cumplimiento de parámetros como la violación de derechos por parte de una autoridad judicial que haya vulnerado el debido proceso u otros, que a *prima facie* los derechos vulnerados no han sido tutelados, que el caso no haya sido seleccionado por la CCE para su revisión y que cumpla criterios de gravedad, novedad, relevancia, trascendencia nacional o inobservancia de precedentes de la CCE.

En definitiva, las garantías constitucionales permiten asegurar la efectividad real de la justicia social y el Buen Vivir. La CRE prevé cuatro tipos de garantías constitucionales, siendo las relevantes las jurisdiccionales. La CCE, mediante su facultad de selección y revisión, ha tratado de suplir deficiencias estructurales en la protección de los DESC. Situación similar ocurre con la facultad de control de mérito que también posee la CCE en EP sobre decisiones de garantías jurisdiccionales de conocimiento de los jueces de instancia.

Análisis de casos sobre justicia social en Ecuador

En este apartado se observará como la Corte ha evidenciado problemas estructurales y situaciones institucionales que perpetúan los ciclos de pobreza y marginación, situación no acorde con los valores de la justicia social y del Buen Vivir.

Sentencia 673-17-EP/23

Tiene su origen en la situación de Víctor Francisco Gonzales Peralta (Víctor). Esta persona padecía de una discapacidad visual, se encontraba en situación de calle y no tenía una cédula de identidad, pues nunca se registró la inscripción de su nacimiento. Por ello, Víctor no podía acceder a otros servicios como salud, vivienda, un bono del gobierno o educación, por lo que, mediante el apoyo de la Defensoría Pública, solicitó al Registro Civil la inscripción

extraordinaria de su nacimiento; sin embargo, esta institución la negó, pues el trámite debía solventarse por vía judicial.

Ante la negativa, Víctor decidió presentar una acción de protección, alegando la vulneración de sus derechos a la identidad, nombre y motivación. En primera instancia, se rechazó la acción, alegando que existe vía judicial para su pretensión. En segunda instancia, se negó el recurso de apelación de Víctor. Debido a esto, el defensor de Víctor decidió presentar una EP en contra de la sentencia de segunda instancia. En 2017, la Corte admitió la demanda.

En 2023, la CCE, mediante sentencia de mayoría, aceptó la acción extraordinaria de protección presentada por el defensor de Víctor. La Corte verificó, a manera de cuestión previa, y rechazó el pedido de desistimiento porque existirían derechos constitucionales violentados que no han sido reparados. Luego, determinó que la sentencia de la Corte Provincial vulneró la garantía de la motivación, pues no analizó los derechos alegados ni consideró las circunstancias del presente caso. Mediante esta conclusión, la Corte aplicó el denominado "control de mérito". En ese orden, la CCE analizó los hechos de origen y determinó que el Registro Civil vulneró los derechos de identidad y de acceso a servicios públicos de calidad de Víctor, al no tomar en consideración su situación de vulnerabilidad.

Para reparar la vulneración de los derechos constitucionales conforme el artículo 18 de la LOGJCC, la CCE dispuso las siguientes medidas de reparación integral: (i) inscripción de su nacimiento y emisión de cédula de identidad, exonerando a su vez el pago de la tasa correspondiente, pues ya habría cumplido con el trámite judicial; (ii) disculpas públicas; (iii) acompañamiento por parte del Ministerio de Inclusión Económica y Social para la obtención del bono; y (iv) pago por daño inmaterial.

El caso en análisis pone en evidencia cómo la falta de la cédula de ciudadanía, como consecuencia de la inscripción de nacimiento, se torna en una herramienta de exclusión institucional que impide

el acceso y ejercicio de derechos como la salud, la vivienda, la educación. Situaciones como estas se traducen en una circunstancia que agrava los tratos discriminatorios hacia grupos vulnerables, como en el caso de Víctor. La CCE destaca la falta de una respuesta oportuna por parte del Estado que perpetúa los ciclos de pobreza, invisibilidad y marginación. Mediante el reconocimiento de la vulneración del derecho a la identidad, la Corte enfatiza que la justicia social y el Buen Vivir solo pueden materializarse cuando el Estado y sus instituciones garantizan el reconocimiento y la inclusión de todos los sujetos, con particular relevancia de los grupos históricamente excluidos.

Sentencia 1072-21-JP/24

El caso tiene su origen desde la década de 1960, pues por aquellos años la empresa Furukawa se estableció en Ecuador. Mediante la construcción de campamentos en haciendas de su propiedad, tenía trabajadores en condiciones infrahumanas. Estas personas no tenían acceso a servicios básicos, electricidad, agua, servicios sanitarios, etc. La situación con los "trabajadores" de Furukawa consistía en la cosecha de abacá, una actividad peligrosa en su procesamiento, pues implicaba serias afectaciones para su salud e integridad física. Al tratarse de décadas de funcionamiento de esta empresa, varias de estas personas nunca accedieron a la educación y tampoco sus derechos laborales fueron reconocidos. La empresa Furukawa aplicó esquemas de tercerización y "contratos de arrendamiento", lo que implicó que las personas debían trabajar para residir en las mismas viviendas de la empresa. Al no tener estudios, las personas prácticamente estaban condenadas a aceptar las condiciones de la empresa. Aunque esta situación fue denunciada hace varios años, las entidades competentes —como el Ministerio de Trabajo y el Ministerio de Inclusión Económica y Social— no adoptaron medidas para evitar la vulneración estructural de derechos.

Ahora bien, algunas personas presentaron acciones de protección en contra de la empresa Furukawa; sin embargo, fueron rechazadas porque, a criterio de los jueces, se trataba de reclamos de índole laboral. La Corte, mediante su facultad de selección y revisión, tuvo conocimiento del caso. Así, la CCE seleccionó las causas, en lo principal, porque *a prima facie* existía una grave violación de derechos humanos por parte de Furukawa, la omisión de las entidades competentes y lo presentó para establecer precedentes sobre el racismo estructural en Ecuador y esclavitud moderna.

En la sentencia de mayoría, la CCE determinó que las condiciones impuestas por Furukawa se enmarcan en una forma de esclavitud moderna, contraviniendo el art. 66, numeral 29, literal b de la CRE, al igual que instrumentos internacionales sobre derechos humanos. En similar sentido, la Corte observó que estas graves vulneraciones a los derechos humanos se produjeron con aquiescencia de las entidades del Estado; particularmente, la CCE concluyó que los Ministerios de Trabajo, de Salud, de Economía, de Educación y de Gobierno incurrieron en omisiones en su deber de prevención, evidenciando la falta de política pública y de control, lo que ocasionó que estas prácticas análogas a la esclavitud se perpetúen durante décadas. Finalmente, la CCE reconoció que las prácticas de la empresa Furukawa tenían como fundamento una percepción racista de los trabajadores afrodescendientes como objetos de producción; aquello reafirmó la situación de exclusión y vulnerabilidad.

Ante la situación descrita, la CCE emitió varias medidas de reparación integral como: (i) reparación económica, (ii) disculpas públicas, (iii) política pública interinstitucional, particularmente con las instituciones que incurrieron en omisiones, (iv) reformas para evitar la impunidad corporativa y eliminar este tipo de prácticas y (v) reparaciones simbólicas como expresiones artísticas sobre lo sucedido.

El caso Furukawa pone en evidencia cómo se perpetúa el racismo estructural en Ecuador y se expresa mediante la exclusión social y explotación laboral a determinados grupos de personas. Aquello conllevó a la práctica de esclavitud moderna. A su vez, se observó la omisión de las entidades competentes del Estado. Lo descrito demuestra que el mero reconocimiento formal de derechos no garantiza su cumplimiento en la práctica. La sentencia recalca la necesidad de diseñar políticas públicas integrales orientadas a una verdadera igualdad y el pleno acceso a la justicia social de personas históricamente discriminadas. Se observa cómo la Corte suple la ausencia de garantías primarias y mediante garantías jurisdiccionales obliga a repensar el rol del Estado como garante de la justicia social y del Buen Vivir, especialmente en contextos de desigualdad estructural, como en el presente caso.

Metodología

El método de investigación es cualitativo. Se empleará el método dogmático jurídico e interpretativo de la norma constitucional y legal. El estudio de literatura pertinente y doctrina servirán para describir el marco teórico y conceptual del artículo y para la identificación de las principales posiciones sobre el objeto de estudio. Finalmente, se incluirá el desarrollo de dos casos para demostrar el eje de investigación.

Conclusiones

La justicia social en Ecuador está reconocida constitucionalmente, pero su ejercicio efectivo enfrenta obstáculos estructurales, especialmente por la debilidad en las instituciones, la falta de política pública y la ausencia de garantías que den protección a sectores vulnerables. El Buen Vivir (Sumak Kawsay) es un concepto establecido en la Constitución que comparte los mismos elementos que la justicia social. Además, contiene los denominados derechos

sociales, así como ambientales y colectivos. Por esta razón, se encuentra conectado con la justicia social, cuyo eje es el acceso igualitario a los derechos.

Las garantías constitucionales —especialmente las jurisdiccionales— han sido herramientas clave para la corrección en la implementación, el acceso y el goce de derechos, como lo demuestran los casos analizados. La CCE actúa como un órgano que interviene ante la ausencia estatal, cuando las garantías primarias fallan.

El caso Furukawa demuestra la existencia de racismo estructural, esclavitud moderna en el país, así como la omisión de las entidades estatales en cuanto a su deber de protección de los derechos. La sentencia marca un hito sobre la necesidad de reparaciones estructurales y simbólicas.

La exclusión institucional en el caso de Víctor muestra que la falta de un documento de identidad puede perpetuar ciclos de pobreza y discriminación. La Corte en estos casos visibiliza y corrige la omisión estatal.

Referencias

Ávila Santamaría, R. (2008). *Ecuador: Estado constitucional de derechos y justicia*. Ministerio de Justicia y Derechos Humanos.

Baca, C. (2021). "Las garantías jurisdiccionales como mecanismos de implementación de políticas públicas". En P. Córdova (Coord.). *Las garantías jurisdiccionales en Ecuador. Estudios críticos y procesales* (31-57). CEP.

Barp Fontana, L. (2008). La justicia como virtud social. *Universidad La Salle. CENADEH*. https://repositorio.lasalle.mx/handle/lasalle/415

Borja Roldán, B. A. (2023). *La acción de incumplimiento: un mecanismo ineficaz para la protección de la tutela judicial efectiva*. Universidad de las Américas.

Borja Roldán, B. A., y Borja Roldán, A. A. (2024). La garantía de la motivación en la jurisprudencia de la Corte Constitucional del Ecuador. *Revista de Ciencia Jurídica y Política RCI, 2*(2), 88-90. https://doi.org/10.33210/rci.v2i2.39

Borja Roldán, B. A., y Portillo Cabrera, J. M. (2025). El efecto inter comunis: alcances procesales en su aplicación constitucional. *Revista Lex, 8*(28), 178–201. https://www.revistalex.org/index.php/revistalex/article/view/382

Cordero Heredia, D., y Yépez Pulles, N. (2015). *Manual (crítico) de garantías jurisdiccionales constitucionales.* Fundación Regional de Asesoría en Derechos Humanos (INREDH).

Escudero Soliz, J. (2019). Límites normativos y estructurales a la justiciabilidad de los derechos económicos, sociales y culturales o derechos del buen vivir en Ecuador. *Estado & Comunes, 1*(10), 95–116. https://doi.org/10.37228/estado_comunes.v1.n10.2020.151

Ferrajoli, L. (2001). "El paradigma garantista". En *Derecho Penal y Garantismo*.

Ferrajoli, L. (1995). *Derecho y razón. Teoría del garantismo penal.* Trotta.

Gargarella, R. (2014). *La sala de máquinas de la Constitución.* Taurus.

Guerrero del Pozo, J. F. (2020). *Las garantías jurisdiccionales constitucionales en el Ecuador.* Pontificia Universidad Católica del Ecuador.

Larrea Maldonado, C. A., y Greene López, N. A. (Coords.). (2017). *Buen vivir como alternativa al desarrollo: Una construcción interdisciplinaria y participativa.* Universidad Andina Simón Bolívar.

Núñez-Ribadeneyra, R. A. (2023). Derechos humanos y justicia social en el contexto ecuatoriano. *Revista Científica Zambos, 2*(3), 42–58.

Oyarte, R. (2020). *Acción extraordinaria de protección (Segunda Edición)*. Corporación de Estudios y Publicaciones.

Corte Constitucional del Ecuador. Sentencia 3173-17-EP/23.

Corte Constitucional del Ecuador. Sentencia 67-23-IN/24.

Corte Constitucional del Ecuador. Sentencia 1439-20-JP/23.

Corte Constitucional del Ecuador. Sentencia 615-14-JP/23.

Corte Constitucional del Ecuador. Sentencia 176-14-EP/19.

Corte Constitucional del Ecuador. Sentencia 673-17-EP/23.

Corte Constitucional del Ecuador. Sentencia 1072-21-JP/24.

Corte Constitucional del Ecuador. Sentencia 56-21-IN/23 (voto salvado).

Evaluación de sistemas NFT con filtrantes naturales para reducir plomo y cadmio en hortalizas hidropónicas andinas

Paul Espinoza[1, 2], María Miranda[1], Marco Pilco[1], Julio Mena[1]

Resumen

La presencia de metales pesados como el plomo (Pb) y el cadmio (Cd) en productos agrícolas constituye un riesgo creciente para la salud humana y la seguridad alimentaria. En esta investigación se analizó la eficiencia de un sistema hidropónico tipo NFT (Nutrient Film Technique), complementado con materiales filtrantes naturales, para disminuir la concentración de Pb y Cd en cultivos de lechuga ubicados en zonas interandinas. El estudio se fundamentó en registros previos obtenidos en la parroquia El Quinche, donde se identificaron niveles elevados de estos metales en hortalizas. A través de un sistema automatizado basado en un controlador LOGO Siemens, junto con sensores EC510 para la medición de conductividad eléctrica y medidores de pH, se llevó a cabo el monitoreo continuo del sistema. Los resultados mostraron una reducción del 73.3 % en plomo y del 98.5 % en cadmio, en comparación con los valores máximos permitidos por el Codex Alimentarius. Estos resultados evidencian la viabilidad de aplicar tecnologías limpias y de bajo costo para fortalecer la seguridad alimentaria en regiones agrícolas expuestas a contaminantes.

1 Instituto Tecnológico Superior Universitario Oriente, Joya de los Sachas, Ecuador. pespinoza@itsoriente.edu.ec, mpilco@itsoriente.edu.ec, mamiranda@itsoriente.edu.ec, jmena@itsoriente.edu.ec

2 Universidad Politécnica Salesiana, Cuenca, Ecuador. pespinozab2@est.ups.edu.ec

Palabras clave: hidroponía, plomo, cadmio, automatización, lechuga.

Introducción

El avance de la urbanización, junto con el uso excesivo de agroquímicos y la actividad minera, han intensificado la contaminación por metales pesados en suelos y fuentes de agua destinadas a la agricultura. En el contexto ecuatoriano, investigaciones recientes en la parroquia El Quinche han evidenciado niveles de plomo y cadmio en hortalizas como la lechuga que sobrepasan los límites establecidos por la FAO/OMS (Codex Alimentarius). Ante esta problemática, la hidroponía se presenta como una solución viable para producir alimentos de manera limpia y controlada, especialmente en las zonas interandinas, donde las condiciones climáticas son propicias para su desarrollo.

El presente estudio propone la implementación de sistemas hidropónicos tipo NFT integrados con materiales filtrantes naturales como una medida efectiva para mitigar la acumulación de metales pesados en cultivos de lechuga. Asimismo, se incorpora un sistema de automatización mediante un PLC LOGO Siemens, el cual permite supervisar de forma continua parámetros clave, como la conductividad eléctrica y el pH, asegurando así el equilibrio de la solución nutritiva durante todo el proceso de cultivo.

Marco teórico

Diversos estudios, tanto a nivel nacional como internacional, han abordado la problemática de la acumulación de metales pesados como el plomo (Pb) y el cadmio (Cd) en cultivos hortícolas, especialmente en contextos de agricultura intensiva y áreas cercanas a fuentes de contaminación industrial, minera o agrícola. Esta situación representa un riesgo significativo para la salud pública y la calidad de los alimentos.

En el contexto ecuatoriano, por un lado, la investigación de Pilares Fuentes (2022), llevada a cabo en la parroquia El Quinche, evidenció niveles elevados de Pb y Cd en lechugas, que superan los estándares internacionales establecidos por el Codex Alimentarius. Este hallazgo pone de manifiesto que incluso zonas agrícolas convencionales pueden estar expuestas a fuentes de contaminación, como el uso de agua de riego no tratada o suelos con antecedentes de actividad minera.

García-Sánchez *et al.* (2019) analizaron la eficacia de diversos bioadsorbentes naturales, entre ellos la zeolita, el biochar y la cáscara de arroz para disminuir la disponibilidad de metales pesados en cultivos sin suelo. Su estudio demostró que estos materiales, ampliamente disponibles y de bajo costo, poseen una alta capacidad de adsorción sin interferir negativamente en el desarrollo vegetal, lo que los hace viables para su aplicación en la agricultura limpia.

Asimismo, la revisión sistemática realizada por (Zhou y Zhao, 2020) concluyó que la incorporación de filtros con propiedades adsorbentes en los sistemas de recirculación de soluciones nutritivas constituye una alternativa efectiva para mitigar la transferencia de contaminantes hacia las raíces. Los autores enfatizan en la importancia de adaptar estas soluciones a las particularidades del entorno agrícola, prestando atención a parámetros como el tipo de cultivo, el pH del sistema y la conductividad eléctrica.

En cuanto a la automatización aplicada a sistemas hidropónicos (Al-Omari y Said, 2021), se identificó que el uso de controladores programables como el LOGO Siemens, junto con sensores de CE y pH, permite una supervisión precisa y en tiempo real de las condiciones del cultivo. Esta tecnología optimiza el uso de nutrientes y previene la absorción excesiva de elementos nocivos, mejorando la eficiencia y sostenibilidad del sistema.

Adicionalmente, Ravichandran *et al.* (2018) propusieron un enfoque híbrido al combinar sistemas de filtración pasiva con tecnologías de remediación activa, logrando mejoras significativas

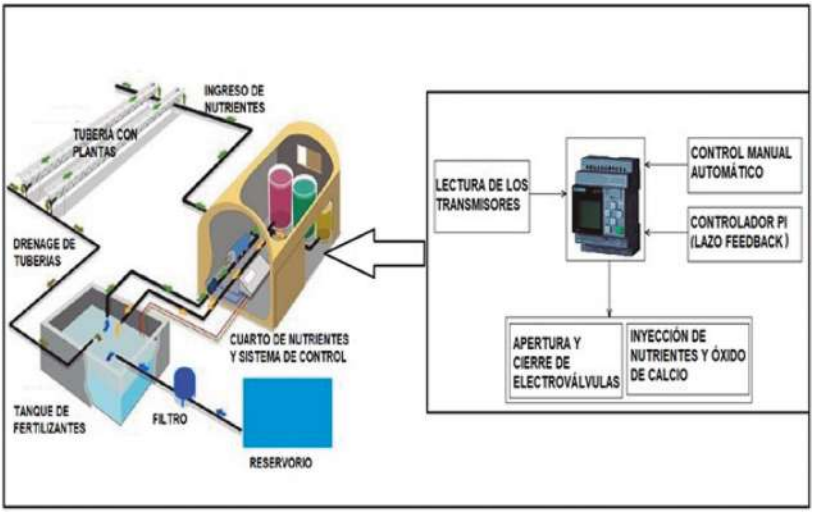
en la calidad fitosanitaria de los productos. Estos estudios coinciden en que es fundamental desarrollar investigaciones contextualizadas, que consideren factores específicos como la calidad del agua, los tipos de sustrato y las condiciones microclimáticas locales.

Metodología

Diseño del sistema

Se implementó un sistema NFT para el cultivo de lechugas (*Lactuca sativa*), integrado con materiales filtrantes naturales (zeolita, cáscara de arroz y piedra pómez) colocados en el tanque de recirculación.

Figura 1. Sistema hidropónico



Automatización

El transmisor EC-510 convierte la conductividad eléctrica del agua en señales de 4-20 mA para sistemas automatizados. Permite

medir la salinidad mediante electrodos con rangos de 0.01 a 20 mS, siendo ideal para hidroponía, donde se recomienda una CE de 1.5 a 2.2 mS. Su precisión facilita el control adecuado de nutrientes en los cultivos.

Figura 2. Medición del controlador CE

VALOR ANALÓGICO	mS/cm	mA	PENDIENTE DE LA RECTA
0	0	4	0,4
100	4	5,6	0,4
200	8	7,2	0,4
300	12	8,8	0,4
400	16	10,4	0,4
450	18	11,2	0,4
475	19	11,6	0,4
500	20	12	0,4
600	24	13,6	0,4
700	28	15,2	0,4
800	32	16,8	0,4
900	36	18,4	0,4
1000	40	20	0,4

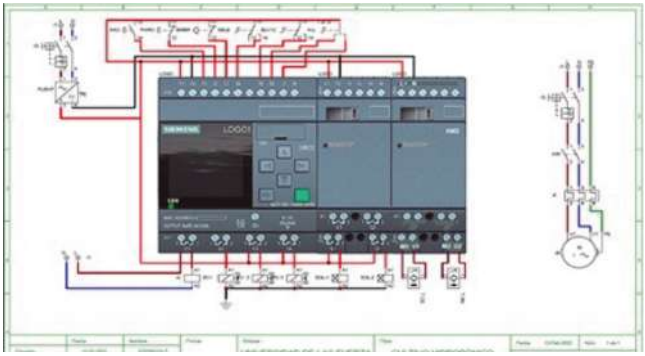
El pH indica el nivel de acidez o alcalinidad de una solución en una escala de 0 a 14, donde 7 es neutro. En cultivos hidropónicos de lechuga, se recomienda mantener el pH entre 6 y 7, siendo 6.5 el valor óptimo para el crecimiento. Un pH menor a 7 indica acidez, mientras que mayor a 7, alcalinidad.

Figura 3. Medición controlador Ph

VALOR ANALÓGICO	PH	mA	PENDIENTE DE LA RECTA
0	0	4	1,142857143
250	3,5	8	1,142857143
428,5714286	6	10,86	1,142857143
464,2857143	6,5	11,43	1,142857143
500	7	12	1,142857143
750	10,5	16	1,142857143
1000	14	20	1,142857143

Se utilizó un PLC LOGO Siemens con una interfaz HMI para el monitoreo continuo. Se integraron transmisores EC510 para medir la conductividad eléctrica (CE) y un medidor METER para el control del pH.

Figura 4. Circuito eléctrico



Condiciones de cultivo

- Ubicación: Altitud 2 450 m s. n. m., Sierra ecuatoriana
- Duración del experimento: 45 días
- Solución nutritiva: 18-18-18-2MgO
- Frecuencia de muestreo: Cada diez días se evaluó la concentración de Pb y Cd mediante espectrofotometría de absorción atómica.

Análisis de datos

Los valores obtenidos se compararon con los límites del Codex Alimentarius y con los datos históricos reportados en El Quinche.

Resultados

Los datos evidencian una disminución significativa de metales pesados en las lechugas cultivadas con el sistema propuesto.

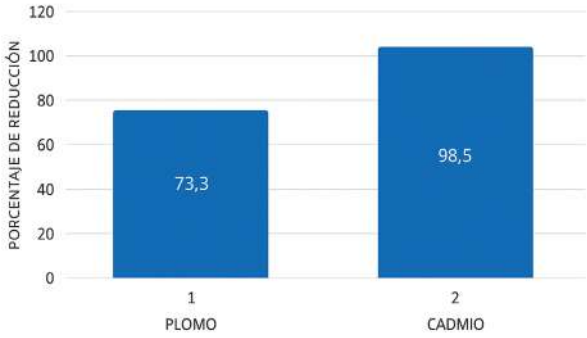
Se llevaron a cabo análisis químicos con el objetivo de identificar la presencia de metales pesados, específicamente plomo (Pb) y cadmio (Cd), utilizando el método AOAC 999.11 modificado, mediante espectrofotometría de absorción atómica a temperatura ambiente, lo cual garantiza la fiabilidad de los resultados. Estos fueron contrastados con los límites establecidos por el Codex Alimentarius (1995). Los datos obtenidos mostraron concentraciones muy bajas de Pb y Cd en plantas de lechuga crespa y repollo, sin exceder los valores máximos permitidos: 0.3 mg/kg para Pb y 0.2 mg/kg para Cd. El informe del laboratorio postcosecha reportó valores de 0.08 mg/kg para Pb y 0.003 mg/kg para Cd, lo que representa una disminución del 73.3 % en plomo y del 98.5 % en cadmio respecto al límite establecido. Estos resultados se ilustran en la Tabla 1.

Tabla 1. Valores de disminución de metales en cultivos hidropónicos

Elemento	Valor inicial (ppm)	Valor final (ppm)	% de reducción
Plomo (Pb)	0.093	0.025	73.3%
Cadmio (Cd)	0.067	0.001	98.5%

Se mantuvieron niveles estables de CE entre 1.5 y 2.2 mS/cm, y un pH entre 6 y 7 durante todo el ciclo. No se presentaron deficiencias nutricionales visibles en las plantas.

Figura 5. Resultados de la disminución de plomo y cadmio



Discusión

Los resultados obtenidos evidencian que la incorporación de materiales filtrantes naturales en un sistema NFT contribuye de manera significativa a mejorar la calidad del cultivo, al reducir notablemente la acumulación de plomo (Pb) y cadmio (Cd) en las lechugas. La implementación del sistema automatizado con LOGO Siemens permitió un control preciso de variables clave, minimizando las variaciones que podrían incrementar la absorción de estos metales por parte de las plantas. En contraste con investigaciones previas realizadas en la parroquia El Quinche, el sistema propuesto se presenta como una alternativa factible, reproducible y ajustable a entornos agrícolas similares.

Asimismo, el empleo de insumos económicos y fácilmente disponibles, como la zeolita o la cáscara de arroz, respalda la sostenibilidad del modelo desarrollado. Se sugiere profundizar en futuras investigaciones que evalúen la acumulación de metales en otros cultivos y en ciclos de producción más extensos, con el fin de validar la efectividad del sistema a largo plazo.

Conclusión

La combinación del sistema NFT con materiales filtrantes naturales permitió una reducción del 73.3 % en plomo y del 98.5 % en cadmio, manteniendo las concentraciones por debajo de los límites establecidos por el Codex Alimentarius. El uso de sensores EC510 junto con el control de pH mediante un controlador LOGO Siemens facilitó el mantenimiento de condiciones óptimas para el desarrollo de las plantas y permitió un monitoreo eficiente en tiempo real.

La adopción de tecnologías limpias y automatizadas en áreas rurales de la Sierra ecuatoriana representa una estrategia efectiva

para mejorar la inocuidad de los alimentos y promover prácticas agrícolas sostenibles. Se sugiere ampliar la investigación a otros metales pesados y explorar la escalabilidad del sistema para su aplicación en procesos de producción a nivel comercial.

Referencias

Al-Omari, A., y Said, A. (2021). Automation in hydroponics: A review of sensor-based monitoring systems. *Journal of Agricultural Technology*. doi: https://doi.org/10.5281/zenodo.4698740

García-Sánchez, A., Contreras, J., y Salcedo, D. (2019). Bioadsorbentes naturales en la remoción de metales pesados en cultivos hidropónicos. *Revista Ciencia e Ingeniería, 40*(2), 22–34. doi:https://doi.org/10.22201/fi.25940732e.2019.40.2.345

Pilares Fuentes, M. (2022). Evaluación de metales pesados en hortalizas cultivadas en la parroquia El Quinche [Tesis de pregrado, Universidad Central del Ecuador]. Repositorio Digital UCE. https://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/27876

Ravichandran, R., Kumari, A., y Subramanian, S. (2018). Hybrid filtration technologies for safer hydroponic vegetable production: An integrative approach. *Journal of Environmental Management*. doi: https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2018.05.042

Zhou, Y., y Zhao, X. (2020). Natural adsorbents for heavy metal removal in soilless agriculture: A review. *Environmental Science and Pollution Research*. doi: https://doi.org/10.1007/s11356-019-07064-3

“Emprender es enseñar a soñar”: un modelo pedagógico con propósito en la Universidad CESMAG

Jinha Mauren Botina-Mora[1], Everth Camilo Estupiñan-Hidalgo[1], Sandra Lucía Bolaños-Delgado[2], Diana Marcela Viveros-Rojas[3]

Resumen

La Ley 2069 de 2020 en Colombia compromete a las universidades a fomentar la cultura del emprendimiento, contribuyendo así al logro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). Este se materializa en proyectos de aula, concebidos como innovación educativa destinada a fortalecer las habilidades y competencias de los estudiantes en la creación de ideas, estrategias, apropiación de conocimientos y aplicación de nuevas metodologías como “Jobs to Be Done” (JTBD) y “Design Thinking”. Estas herramientas buscan dotar a los estudiantes de las capacidades necesarias para la creación de *startups* y *spin-offs*. El diagnóstico realizado en la investigación evidencia las fortalezas y los aspectos que requieren mayor profundización en relación con el desarrollo de competencias y habilidades emprendedoras en los estudiantes del Centro de Estudios Superiores María Goretti (CESMAG). Dicho estudio permitió verificar la apropiación y aplicación del conocimiento impartido en las aulas de clase, visualizándolo a través de la ruta de emprendimiento

1 Maestría en Administración de Empresas, Facultad de Ciencias Administrativas y Contables, Universidad CESMAG, Pasto, Colombia. jmbotina@unicesmag.edu.co, ecestupinan@unicesmag.edu.co

2 Vicerrectorado Académico, Universidad CESMAG, Pasto, Colombia. slbolanos@unicesmag.edu.co

3 Comercio Internacional y Mercadeo, Derecho Empresarial, Relaciones Interinstitucionales, Universidad CESMAG, Pasto, Colombia. internacionalizacion@unicesmag.edu.co

y el modelo pedagógico que incluye el desarrollo del proyecto integrador articulado al tejido socio-económico de la región. La investigación adoptó un enfoque cuantitativo y descriptivo, estudiando y analizando siete actitudes emprendedoras desarrolladas con los estudiantes de la Universidad CESMAG: confianza en sí mismo, trabajo en equipo, liderazgo, capacidad de asumir riesgos, flexibilidad y adaptabilidad a los cambios, innovación y creatividad y capacidad de negociación, descritas en el presente capítulo.

Palabras clave: habilidades emprendedoras, metodologías de aprendizaje, emprendimiento e innovación, micro currículos, ruta de emprendimiento.

Introducción

Hablar de emprendimiento es hablar de una actitud frente a la vida. Emprender no es solo crear una empresa; es tener la valentía de transformar ideas en realidades, de visualizar soluciones donde otros ven problemas, y de asumir una postura activa frente al cambio. Emprender es, en esencia, enseñar a soñar, a construir con propósito, a formar ciudadanos comprometidos con su entorno y decididos a impactar positivamente.

En este sentido, el emprendimiento en jóvenes universitarios ha adquirido una relevancia significativa en la economía de muchos países, incluyendo Colombia. Los jóvenes con estudios universitarios representan una fuerza potencial que puede contribuir al desarrollo económico y social del país. Sin embargo, existen desafíos que limitan el potencial emprendedor de este grupo, a pesar de los esfuerzos institucionales para fomentar estas capacidades e implementar sus ideas de negocio de manera efectiva.

En este contexto, la Universidad CESMAG, acorde con la realidad, ha diseñado un modelo educativo que articula lo académico con lo práctico, lo social con lo económico, y lo local con lo global, puesto que el estudiante de hoy no solo quiere aprender; quiere

emprender. Dentro de la misión de la universidad se promueve la formación integral y el bienestar de personas con espíritu crítico, ético y reflexivo, capaces de comprender y contribuir a la solución de problemas, desde su campo de acción a través de procesos misionales como docencia, investigación, innovación o creación artística y cultural, proyección social con calidad y pertinencia en las regiones de su influencia. En este sentido, la universidad brinda las competencias y habilidades necesarias para que los estudiantes y egresados gesten nuevas oportunidades de negocios o emprendimientos que sean fuentes de ingreso y de empleo digno de las comunidades, como se observa en los resultados de aprendizaje descritos en el presente capítulo.

Marco teórico

Según el estudio de García *et al.* (2020), la formación académica tiene un papel clave en la adquisición de habilidades empresariales. Sin embargo, los resultados muestran que muchos estudiantes carecen de ellas, como la planificación estratégica, la toma de decisiones financieras y la capacidad de adaptarse a los cambios del mercado (García *et al.*, 2020). Asimismo, el análisis realizado por Pardo y Sánchez (2018) destaca que los jóvenes colombianos tienen una percepción positiva del emprendimiento, pero a menudo carecen de los recursos y el conocimiento necesario para poner en marcha sus ideas. Esto se debe en parte a la falta de formación práctica, que no está suficientemente integrada en los programas académicos de muchas universidades colombianas (Pardo y Sánchez, 2018).

Hoy en día, las habilidades emprendedoras son clave para los universitarios que pretenden tener éxito en el mundo laboral. Por esta razón, el modelo de emprendimiento de la universidad CESMAG fue diseñado teniendo en cuenta habilidades que pueden serles útiles a los estudiantes para fortalecer una mentalidad

emprendedora y que fueron diagnosticadas en el test de evaluación para emprendedores aplicado a una muestra de 120 universitarios. Estas competencias son las siguientes:

- *Confianza en sí mismo:* es una de las habilidades más favorables para la consecución de los sueños, objetivos y desarrollo de emprendimientos. No obstante, se recomienda cierta prudencia con ella para no caer en la extrema confianza y descuidar el proceso investigativo y la preparación personal que exige el convertirse en emprendedor.
- *Capacidad de trabajo en equipo:* aunque la independencia es importante, la mayoría de los *startups* requiere de un espíritu de equipo. Saber cómo colaborar con otras personas, aprovechar sus fortalezas y talentos, manejar conflictos y tomar decisiones objetivas ayudará a la sostenibilidad del emprendimiento.
- *Liderazgo:* los emprendedores necesitan ser buenos líderes, ya sea para dirigir un equipo o para motivarse a sí mismos. Esto incluye la capacidad de tomar decisiones difíciles, delegar tareas, gestionar personas y mantener un ambiente de trabajo positivo.
- *Capacidad para asumir riesgos calculados:* emprender siempre implica cierto grado de riesgo. Sin embargo, un buen emprendedor sabe cómo evaluarlos y tomar decisiones informadas para minimizar las posibles pérdidas, mientras aprovecha las oportunidades.
- *Flexibilidad y adaptación a los cambios:* esta competencia puede ayudar a los universitarios a adaptarse y dar respuesta oportuna y certera a los cambios del entorno, ya que en la actualidad se debe "administrar para el cambio". Además, el ser flexible permite que los emprendedores aprovechen las oportunidades que se les presenten.

- *Creatividad e innovación:* los universitarios deben ser capaces de pensar de manera pragmática y recursiva. Es esencial para detectar necesidades y resolver problemas en procura de encontrar oportunidades en situaciones comunes dentro de un entorno socioeconómico al cual suministrar productos y servicios nuevos y atractivos.
- *Capacidad de negociación (networking):* crear y mantener una red de contactos es fundamental para el desarrollo de cualquier emprendimiento. Tener relaciones con otras personas de tu universidad, en eventos, ferias, ruedas de negocios, bootcamps, semilleros de investigación y, posteriormente, en el ámbito profesional puede abrir muchas puertas para un emprendedor que sepa aprovechar oportunidades, colaboraciones y financiación.

Factores que afectan el desarrollo de las habilidades emprendedoras

Existen algunos factores relevantes que intervienen directamente en la actitud de emprender. Requieren ser monitoreados por los docentes de forma regular desde las aulas.

Factores educativos

La formación académica, si bien está orientada hacia el emprendimiento, no siempre ofrece una visión práctica y realista del proceso emprendedor. Según López *et al.* (2019), la mayoría de las universidades colombianas enfoca su currículo en aspectos teóricos, sin desarrollar suficientemente habilidades prácticas o capacidades para enfrentar los desafíos cotidianos que implica iniciar un negocio. En este sentido, se enfrenta:

- *Falta de cultura emprendedora:* a pesar de que las universidades están comenzando a crear espacios para el

emprendimiento, la cultura emprendedora en Colombia aún está en proceso de consolidación. Castro y Pérez (2021) mencionan que en muchas regiones de Colombia, el emprendimiento es visto como una opción secundaria y no como una carrera profesional viable a largo plazo. Esto reduce la motivación de los estudiantes para desarrollar habilidades clave que les permitirán emprender con éxito.

- *Acceso a financiamiento:* uno de los mayores desafíos que enfrentan los jóvenes emprendedores en Colombia es el acceso a financiamiento. Según González *et al.* (2017), las políticas públicas dirigidas al emprendimiento no han logrado reducir las barreras de acceso al crédito o proporcionar incentivos fiscales suficientes para los emprendedores. Este obstáculo limita las posibilidades de los estudiantes universitarios para convertir sus ideas en proyectos concretos.
- *Redes de apoyo y mentoría:* como incubadoras de empresas, programas de mentoría y asociaciones con emprendedores exitosos, son fundamentales para el crecimiento de los jóvenes empresarios. Sin embargo, Vásquez y Hernández (2020) sostienen que en Colombia todavía son limitadas las iniciativas de este tipo y muchos jóvenes no tienen acceso a mentores experimentados que puedan guiarlos a lo largo del proceso de creación y gestión de empresas.

Oportunidades y retos

El aumento de la digitalización y el acceso a internet representa una oportunidad significativa para los jóvenes emprendedores colombianos. Según Ramírez *et al.* (2021), la expansión de la conectividad en Colombia ha facilitado la creación de empresas en sectores como el comercio electrónico, las aplicaciones móviles y los servicios digitales. Iniciativas como iNNpulsa Colombia han

ayudado a fomentar el emprendimiento en el país, proporcionando recursos y mentoría a emprendedores jóvenes (MinCIT, 2022).

El convenio de la universidad Cesmag con el Fondo Emprender del SENA, ejecutado a través de la unidad de emprendimiento, garantizan la creación y sostenibilidad de las iniciativas, así como la generación de empleo en Colombia, gracias a la financiación con capital semilla condonable y reembolsable. No obstante, aún hay retos por los cuales trabajar respecto al emprendimiento en las universidades. La percepción de inseguridad y el contexto macroeconómico inestable en Colombia son factores que pueden desmotivar a los jóvenes a emprender (Vásquez y Hernández, 2020). A pesar de los avances en políticas públicas, la falta de una educación práctica y orientada al emprendimiento sigue siendo un obstáculo considerable (González *et al.*, 2017).

Metodología

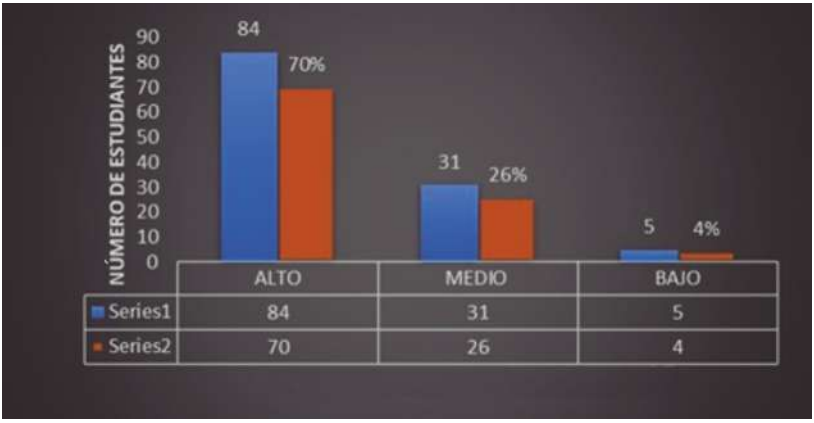
El diagnóstico de las habilidades emprendedoras se realizó a un grupo de 120 estudiantes escogidos aleatoriamente entre los programas académicos: comparten que han cursado el espacio académico de emprendimiento e innovación. Respondieron un cuestionario de 30 preguntas donde se exploraban las habilidades emprendedoras adquiridas. La investigación fue de tipo cuantitativo, puesto que se utilizaron herramientas de análisis estadístico para describir, explicar, predecir y cuantificar los resultados obtenidos de manera porcentual.

El método empleado en la investigación fue el empírico analítico, ya que se basa en las experiencias de los estudiantes y los docentes que imparten dichos espacios académicos y en las obtenidas tras la participación de los universitarios en diversos eventos de emprendimiento que fueron referentes en el estudio y análisis. Los resultados fueron útiles en la actualización en los microcurrículos y se constituyen como alternativas de aprendizaje bidireccional entre estudiantes y mentores.

Resultados

A continuación, se mencionan los principales hallazgos de esta investigación. Se indagó sobre las siete competencias mencionadas en el marco teórico y el nivel de capacidad para el emprendimiento obtenido por los encuestados tras cursar los espacios académicos relacionados con el emprendimiento de la universidad CESMAG.

Figura 1. Nivel de competencias emprendedoras adquiridas

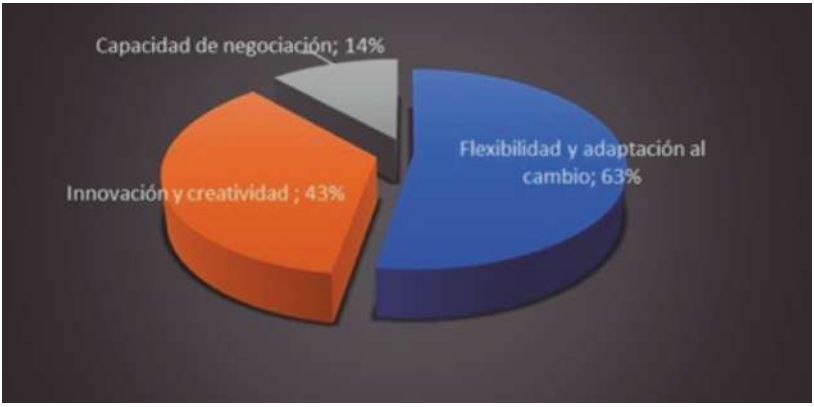


En la Figura 1 se observa que el 70% de encuestados alcanzó un nivel alto en el desarrollo de habilidades emprendedoras. Resalta en este nivel el liderazgo, la creatividad e innovación, adaptación y flexibilidad ante los cambios. El 26% de los estudiantes posee un nivel medio, requiriendo fortalecer habilidades como: asumir riesgos moderados, trabajo en equipo y capacidad de negociación. Esto puede deberse a factores socio-culturales bastante arraigados en el departamento de Nariño. Tan solo el 4% presenta un nivel bajo en dichas habilidades.

Figura 2. Porcentaje de desarrollo de habilidades emprendedoras

En la Figura 2 se destaca entre los encuestados el desarrollo de las habilidades de confianza en sí mismo con un 39%, seguido del liderazgo con un 31.7% y la habilidad de trabajo en equipo con un 23%. No obstante, es necesario, reforzar con los estudiantes la capacidad de asumir riesgos, que representa un 5.8%.

Figura 3. Porcentaje de desarrollo de habilidades emprendedoras para el entorno



En la Figura 3 se aprecia que el 63% de los universitarios suele ser más flexible y adaptativo a los cambios. El 43% evidencia el desarrollo de la creatividad e innovación en su formación profesional, siendo actitudes asumidas por las nuevas generaciones. Sin embargo, para el 14% de los encuestados se requiere fortalecer la capacidad de negoción.

Discusión

Tomando como referentes los resultados anteriores, se actualizó el modelo para el emprendimiento. Se consideró que este no es solo una vía para generar ingresos o crear empresas, sino que es una actitud de vida para los universitarios, una mentalidad que impulsa a transformar los entornos. El modelo se basa en tres grandes pilares del emprendimiento:

- *Propósito:* saber por qué y para qué se emprende.
- *Innovación:* capacidad de crear soluciones nuevas o mejoradas.
- *Sostenibilidad:* pensar en negocios viables, sociales y ambientalmente responsables.

A continuación, se describe el modelo de emprendimiento aplicado en el programa de Administración de Empresas desarrollado en cinco etapas. Estas inician con la formulación del Proyecto Integrador como eje de la formación emprendedora; dicho proyecto es una estrategia pedagógica que articula los saberes y competencias para la creación, validación y desarrollo de ideas de negocio.

- *Etapa 1. Sensibilización e ideación (Semestres 1 y 2):* los estudiantes comienzan a identificar problemas del entorno, oportunidades de negocio, talentos personales y motivaciones internas. Se trabaja en el desarrollo de ideas a partir de metodologías como Design Thinking, Jobs to be

done y Canvas básico, con un acompañamiento inicial en temas contables y administrativos.

- *Etapa 2. Preincubación (Semestres 3 y 4):* se estructuran las ideas, se consolidan equipos de trabajo y se comienza a construir la propuesta de valor. Se hace énfasis en temas de planeación, costos, modelos de negocio y aspectos legales básicos.
- *Etapa 3. Incubación y prototipado (Semestres 5):* en esta etapa, los estudiantes desarrollan el prototipo de su producto y servicio. Se articulan conocimientos de marketing, producción, gestión de recursos y estrategias organizacionales.
- *Etapa 4. Validación (Semestre 6):* con los prototipos en mano, se realiza la validación de mercado (encuestas, pruebas piloto, análisis de retroalimentación). Este paso permite que el estudiante determine si su idea tiene viabilidad real. Los prototipos se presentan en una muestra empresarial realizada semestralmente, donde se recibe la retroalimentación de expertos, comunidad académica y público general, premiando a los tres primeros clasificados.
- *Etapa 5. Plan de negocios y fortalecimiento (Semestre 7 en adelante):* aquellos proyectos que superan la validación se convierten en planes de negocio. Los estudiantes reciben acompañamiento para formalizar sus emprendimientos, acceder a fuentes de financiación y consolidarse como empresas emergentes. Este plan puede ser presentado como opción de grado en los programas de Administración de Empresas y Contaduría Pública.

Uno de los mayores logros de este modelo ha sido la intervención articulada de todos los docentes desde su área de conocimiento que acompañan a los emprendedores. Cada espacio académico se convierte en un impulso estratégico para el desarrollo

del emprendimiento; por ejemplo: contabilidad, finanzas, recursos humanos, ética, planeación y mercadeo aportan desde su lógica a la maduración de la idea de negocios.

Por su parte, la Universidad CESMAG cuenta con la Unidad de Emprendimiento, que opera como un motor de apoyo a las ideas emergentes. Esta unidad tiene la función de guiar, asesorar, fortalecer y proyectar los emprendimientos de los estudiantes y egresados desde la ideación hasta la ejecución; realiza un acompañamiento integral a través de mentorías, talleres, ferias, concursos de pitch y alianzas estratégicas con el sector empresarial y gubernamental.

Casos de éxito, historias que inspiran

Nuestra comunidad universitaria ha sido testigo de múltiples historias de éxito que reflejan el impacto de este enfoque. Desde estudiantes que han desarrollado productos agroindustriales con proyección internacional, hasta aplicaciones tecnológicas pensadas para resolver problemáticas sociales. El emprendimiento en CESMAG es tangible, medible y replicable. Algunos de nuestros egresados hoy son empresarios, líderes sociales, consultores y formadores de otros emprendedores. Estos casos no son casualidad; son el resultado de una estrategia pensada desde un modelo educativo con propósito.

El modelo CESMAG, una ruta en cinco momentos

El modelo de emprendimiento se estructura en cinco momentos clave que integran la ruta de emprendimiento:

1. *Inspiración y sensibilización:* espacios de reflexión, charlas y contacto con emprendedores reales.
2. *Formación y capacitación:* cursos, talleres y módulos diseñados para fortalecer competencias emprendedoras.

3. *Ideación y prototipado:* acompañamiento en el diseño del modelo de negocio y validación inicial.
4. *Consolidación y formalización:* asistencia en la formalización empresarial, construcción de marca y estrategias comerciales.
5. *Financiación y escalabilidad:* puentes con entidades de financiamiento, incubadoras, aceleradoras y redes de inversión.

La universidad como eje articulador

En esta dinámica, la universidad se posiciona como un eje articulador entre los distintos sectores: la empresa, el Estado, la sociedad civil y los mismos estudiantes. La academia se transforma así en un actor clave del ecosistema de emprendimiento, generando alianzas, convocatorias y espacios de intercambio que potencian el talento de los estudiantes que deseen emprender.

Conclusiones

"Emprender es enseñar a soñar", pero también es enseñar a planificar, a gestionar, a resistir, y a persistir. Es formar seres humanos capaces de tomar el timón de su vida con coraje y visión. La Universidad CESMAG ha asumido este compromiso con profundidad, construyendo un modelo educativo que no solo configura profesionales, sino líderes con propósito. Desde la teoría hasta la acción, desde la idea hasta la empresa, desde la inspiración hasta el impacto, este modelo educativo es una invitación permanente a creer en el talento de nuestros jóvenes y a confiar en que, con el acompañamiento adecuado, cada sueño puede transformarse en una realidad.

La universidad CESMAG, siguiendo la política nacional, establece en su misión promover la formación integral y el bienestar

de personas con espíritu crítico, ético y reflexivo, capaces de comprender y contribuir a la solución de problemas, desde su campo de acción a través de procesos misionales como la docencia, investigación, innovación o creación artística y cultural, proyección social con calidad y pertinencia en las regiones de su influencia. En este sentido, la universidad siempre propenderá al desarrollo de competencias y habilidades necesarias para que sus estudiantes y egresados emprendan.

Referencias

Castro, M., y Pérez, F. (2021). Cultura emprendedora en Colombia: Retos y perspectivas para los jóvenes. *Revista de Cultura Empresarial, 23*(4), 47-62.

García, M., Rodríguez, A., y Pérez, L. (2020). Las habilidades emprendedoras en los jóvenes universitarios de Colombia. *Revista de Investigación y Desarrollo Empresarial, 14*(2), 31-45.

Ministerio de Comercio, Industria y Turismo de Colombia (MinCIT). (2022). Innpulsa Colombia: Impulsando el emprendimiento joven. *MinCIT*. https://www.innpulsa.gov.co

Pardo, E., y Sánchez, J. (2018). Percepción de los estudiantes universitarios colombianos sobre el emprendimiento: Un análisis cuantitativo. *Revista de Estudios Empresariales, 5*(1), 12-27.

Ramírez, C., González, F., y López, J. (2021). El emprendimiento digital en Colombia: Oportunidades para los jóvenes en la era de la conectividad. *Revista de Emprendimiento y Nuevas Tecnologías, 6*(1), 10-20.

Rodríguez, S., González, A., Rodríguez, S., y Martínez, J. (2017). Acceso al financiamiento y su impacto en el emprendimiento juvenil en Colombia. *Revista de Políticas Públicas, 10*(2), 50-66.

Torres, P., López, M., Torres, P., y Martínez, A. (2019). Educación emprendedora en Colombia: Barreras y oportunidades en la formación universitaria. *Revista de Innovación Educativa, 8*(3), 55-72.

Vásquez, D., y Hernández, P. (2020). Las redes de apoyo al emprendimiento en Colombia: Retos y soluciones para los jóvenes emprendedores. *Revista de Desarrollo Regional, 4*(3), 23-39.

Del movimiento a la emoción: "arte, cuerpo y tecnología en la formación educativa"

Asdrúbal Ayala-Mendoza[1], Lizeth Barrionuevo-Avila[1], Carmen Cepeda-Lucero[1], Miguel Cobos-Alvarado[1]

Resumen

El presente artículo reflexiona sobre la importancia de integrar el arte, el cuerpo, el movimiento, la emoción y la tecnología en los procesos educativos contemporáneos. Como objetivo se propone analizar cómo la articulación entre movimiento, emoción, arte y tecnología pueden favorecer una formación educativa más completa, crítica y transformadora. La metodología utilizada es de carácter teórico-reflexivo, basada en el análisis de literatura académica y enfoques educativos que promueven una formación más holística e inclusiva. Entre los hallazgos principales se destaca que el arte estimula diversas capacidades como la creatividad, la empatía, la autoestima y el pensamiento crítico, además de contribuir significativamente a la construcción de la identidad y a la mejora del clima escolar. Se concluye que la educación artística, lejos de ser una actividad secundaria, debe ocupar un lugar central en los currículos escolares. Se recomienda promover propuestas pedagógicas que articulen el cuerpo, la emoción y la tecnología como lenguajes legítimos del aprendizaje, y que consideren al docente como un facilitador de experiencias sensibles, expresivas y creativas.

Palabras clave: arte, emoción, movimiento, danza, inteligencia artificial.

1 Carrera de Educación Básica, Facultad de Ciencias de la Educación, Universidad Tecnológica Indoamérica, Quito, Ecuador. asdrubalayala@uti.edu.ec, lizethbarrionuevo@uti.edu.ec, ccepeda2@indoamerica.edu.ec, miguelcobos@uti.edu.ec

Introducción

En el contexto actual de transformación educativa, caracterizado por la digitalización, la sobrecarga de información y la estandarización de los aprendizajes, surge la necesidad de replantear el sentido de la educación desde una perspectiva más humana, sensible y creativa. En este marco, el arte, el cuerpo, el movimiento y la tecnología no deben concebirse como elementos aislados, sino como dimensiones complementarias que, articuladas entre sí, enriquecen los procesos de enseñanza-aprendizaje. Este artículo propone una reflexión crítica sobre la integración de la expresión artística y las tecnologías en la formación integral del ser humano. En las siguientes secciones se presentarán los vínculos entre educación artística e inteligencia humana, el papel del movimiento y la expresión corporal, el valor formativo de la danza y las oportunidades que plantea la inteligencia artificial para enriquecer la experiencia estética y educativa.

Marco teórico

Educación artística e inteligencia: una relación estimulante para el aprendizaje integral

La educación artística y la inteligencia humana están estrechamente relacionadas en el proceso de aprendizaje integral; por un lado, la primera ha sido tradicionalmente valorada por su capacidad para fomentar la sensibilidad, la creatividad y la expresión emocional. La educación artística, que abarca disciplinas como la danza, la música y las artes visuales, se centra en el desarrollo de habilidades creativas y la expresión emocional. La inteligencia humana, por otro lado, se refiere a la capacidad de los seres humanos para procesar información, resolver problemas y adaptarse a nuevos contextos. La intersección de ambas puede ser sumamente beneficiosa

para el aprendizaje integral. La relación entre la educación artística y la inteligencia humana puede ser aún más profunda porque ayuda a los estudiantes a desarrollar habilidades como la resolución de problemas, la creatividad y la crítica, que son fundamentales para el éxito en una variedad de campos (Eisner, 2002).

Desde la teoría de las inteligencias múltiples de Gardner (2011), el arte se reconoce como una vía privilegiada para estimular habilidades cognitivas, intrapersonales, interpersonales, espaciales, musicales y kinésicas, que lo convierte en un elemento esencial para un aprendizaje verdaderamente integral. Howard Gardner (2011), en su influyente obra *Frames of Mind: The Theory of Multiple Intelligences*, plantea que la inteligencia no es una capacidad única, sino una constelación de potenciales humanos diversos. En este marco, la música, la danza, el teatro y las artes visuales se convierten en medios eficaces para potenciar las inteligencias musicales, corporal-kinésica, visual-espacial y emocional.

La danza, por ejemplo, implica un alto grado de conciencia corporal y control motor, así como sensibilidad emocional, lo que activa regiones del cerebro vinculadas con la percepción, la memoria y el lenguaje no verbal (Oliver, 2018). Asimismo, el dibujo o la escultura estimulan la inteligencia espacial y la motricidad fina, mientras que la música activa áreas cerebrales relacionadas con el razonamiento matemático y la memoria auditiva (Kodály, 2008; Sousa, 2011). El teatro integra múltiples lenguajes expresivos: cuerpo, voz, emoción, texto e improvisación; es una disciplina que potencia las inteligencias lingüísticas, la interpersonal e intrapersonal, ya que requiere empatía, comunicación y autorregulación emocional (Eisner, 2002). Participar en actividades teatrales favorece el desarrollo de la autoestima, el trabajo en equipo y el pensamiento crítico, capacidades fundamentales para el desarrollo humano (Anttila, 2015).

En esta misma línea de ideas, la expresión plástica estimula la inteligencia visual-espacial y fortalece la motricidad fina, la

observación, la planificación y la resolución creativa de problemas. Según Gauntlett (2018), la creación manual en las artes plásticas activa procesos intelectuales complejos y ofrece una vía para comprender el mundo mediante símbolos, formas y colores. Esta forma de expresión es especialmente significativa para estudiantes que se comunican mejor visualmente que verbalmente, permitiendo una educación más inclusiva.

Según Eisner (2002), el arte no solo enseña a ver el mundo desde diferentes perspectivas, sino que también desarrolla formas complejas de pensamiento que son difíciles de alcanzar con otras disciplinas. Así, la educación artística amplía las capacidades intelectuales al fomentar la interpretación simbólica, la apreciación estética y la capacidad de tomar decisiones con ambigüedad y sensibilidad. La práctica artística en contextos educativos impulsa un aprendizaje que no solo es cognitivo, sino también emocional, social y ético. Gauntlett (2018) señala que la creación artística fortalece la conexión social y el sentido de identidad, aspectos fundamentales en el desarrollo integral. Además, los entornos colaborativos de creación fomentan la inteligencia interpersonal, el respeto mutuo y el trabajo en equipo.

Al integrar experiencias artísticas en el aula, se promueve una pedagogía activa, multisensorial y vivencial, que favorece el aprendizaje significativo. En este sentido, Gardner (2011), Kozel (2007) y Sousa (2011) coinciden en que la educación artística debe ocupar un lugar central en los planes de estudio, no solo como una disciplina complementaria, sino como un medio para potenciar la inteligencia humana en su sentido más amplio. La educación artística puede fomentar la motivación y la participación de los estudiantes en el proceso de aprendizaje, lo que puede llevar a una mayor retención de la información y un mayor interés en el aprendizaje (Orff, 1930-1935).

El movimiento y la expresión corporal

El movimiento es la primera señal de vida que existe en el ser humano, desde el primer latido del corazón, las pataditas que siente la madre en el vientre es una forma de comunicación del feto con el exterior, el cual se traduce en "estoy vivo". En la Antigüedad, los filósofos relacionaban y consideraban al movimiento como la base de la comprensión del mundo y de la naturaleza humana. Aristóteles en su obra *Política y Ética a Nicómaco* manifiesta la importancia del ejercicio físico y del movimiento en la educación y en la formación del carácter, considerando que un cuerpo sano contribuye al desarrollo de una mente equilibrada; Jacques Rousseau en su obra *Emilio* menciona a la libertad de movimiento en los primeros años de vida como forma natural de aprendizaje, al dejar al niño que explore su entorno, que toque todo, que maneje todo, ya que gracias a esa inquietud y curiosidad podrá sentir y diferenciar el calor del frío, la dureza, la blandura, el peso, la ligereza de los cuerpos y más nociones de su entorno.

Según la teoría del pediatra y psicólogo Arnold Gesell, el desarrollo del movimiento y control del cuerpo inicia en los músculos más cercanos al cerebro y la médula espinal (ley céfalo caudal) para luego extenderse poco a poco a las extremidades inferiores y a las partes del cuerpo más alejadas del eje corporal (ley próximo distal). Esta teoría da paso a comprender que el movimiento no es solamente una acción que realiza el cuerpo, sino que son procesos neuronales perceptivos motores y acciones ordenadas comandadas por el cerebro que se dan según su desarrollo evolutivo y la necesidad del ser humano de explorar y aprender.

El movimiento desempeña un papel fundamental en el proceso educativo, no solo como una actividad física, sino como una herramienta cognitiva, emocional y social que potencia el aprendizaje integral de todas las personas. Lamentablemente, se vive una realidad en la cual se tacha al movimiento como sinónimo de

malcriadez o falta de disciplina y respeto; el niño o adolescente que es más inquieto en un aula no es bien visto; se evidencia que en la educación formal los estudiantes se han acostumbrado al trabajo pasivo. Eric Jensen, en su obra *Movimiento y aprendizaje* (2010), destaca que "el ejercicio físico por sí solo parece provocar una rápida respuesta de adrenalina y noradrenalina y una rápida recuperación", lo que prepara al cerebro para enfrentar desafíos con mayor eficacia.

A nivel cerebral, el movimiento activa regiones involucradas en la memoria, la atención y la toma de decisiones. La actividad física estimula la liberación de neurotransmisores, como la dopamina y la serotonina, que están relacionados con el bienestar y el estado de ánimo. Un estudio publicado en *The Lancet Child & Adolescent Health* mostró que los adolescentes que realizan actividad física tienen un mejor rendimiento escolar y menor riesgo de depresión (Booth *et al.*, 2020). Esto evidencia que el movimiento también actúa como un regulador emocional y cognitivo.

Stoke P. menciona que la expresión corporal es un lenguaje que permite al ser humano ponerse en contacto consigo mismo y, como consecuencia, conocerse, expresarse y comunicarse con los demás seres. Su rol presenta dos fases, la intra y la intercomunicación. Katz R. (2004) define a la expresión corporal como el encuentro de la persona con su propio cuerpo, utilizando múltiples recursos a su alcance para lograr una mayor conciencia de él. La expresión corporal es un lenguaje paralingüístico, que conecta el cuerpo y la mente, con ideas, sentimientos, emociones que se trasmiten, considerando al cuerpo no solo como un vehículo para el aprendizaje, sino como un protagonista activo en los procesos educativos. Las personas se expresan a través del movimiento, la gestualidad, la postura y la voz. Estas formas de comunicación no verbal deben ser reconocidas como lenguajes legítimos en el aula. En este sentido, el cuerpo se convierte en un medio para pensar, sentir y crear, ampliando los límites de la comunicación verbal.

Como plantea Fernández (2006: 12), "el cuerpo es un espacio de simbolización, de creación de sentido y de construcción de subjetividad".

Para poner en práctica la expresión corporal en el aula se deben tomar en cuenta dos aspectos:

a. *Respeto al desarrollo evolutivo del estudiante:* las actividades de los niños no deben ser las mismas que las de un adolescente. En el nivel inicial se dará prioridad al juego libre, al conocimiento de su cuerpo y a reconocer sus gestos y movimientos como su principal lenguaje; en Educación Básica se dará énfasis en trabajar la conciencia corporal, el ritmo, la coordinación y la comunicación no verbal, introduciendo dramatizaciones, danzas y juegos cooperativos; con adolescentes, tomando en cuenta que la expresión corporal ayuda a canalizar emociones, fortalecer la autoestima y fomentar el trabajo en equipo; se deben trabajar propuestas creativas como *performance*, teatro físico y dinámicas grupales.
b. *El rol del docente:* es clave en el desarrollo de las actividades; será quien lidere, motive, guíe y facilite un espacio de confianza en el cual se pueda expresar sin temor a juicios, para lo cual debe actuar sin inhibiciones y ser responsable con su conocimiento y planificación. En un mundo cada vez más atrapado por la tecnología y virtualización, incluir el movimiento y la expresión corporal como estrategias educativas es un acto pedagógico imprescindible para promover una formación integral que no solo desarrolle habilidades cognitivas, sino también emocionales, sociales y creativas.

Danza como herramienta educativa

La danza, al ser una expresión que se realiza a través de los movimientos del cuerpo, es una actividad que viene con el hombre

desde los inicios de la humanidad. En el transcurso del tiempo se ha convertido en un elemento importante dentro de los procesos educativos, ya que mejora el rendimiento de los estudiantes.

La danza y el desarrollo emocional son considerados herramientas relevantes para comunicar experiencias, ya que ayuda a gestionar emociones. Así lo refiere López (2025: 9): "Al conectar el cuerpo y la mente a través de movimiento emocionalmente expresivo, los individuos puedan fomentar su autoconciencia, empatía y habilidades sociales, otorgando herramientas para conocerse, expresar y gestionar lo que sienten". La danza es un mecanismo que ayuda a controlar las emociones, liberando del estrés, elevando su nivel de confianza y mejorando su autoestima, lo que favorecerá a una mejor calidad de vida.

La danza y las habilidades sociales se desarrollan con la práctica, especialmente cuando se realiza en equipo. Vergara (2021: 6) menciona que "la danza es una herramienta confiable y viable para desarrollar y potenciar la autoestima, la seguridad en sí mismo y mejorar las relaciones humanas entre los niños, las niñas y los adolescentes, enmarcada en el contexto escolar". Esta desarrolla la creatividad, la autoestima y la empatía, elementos importantes para mejorar las relaciones sociales, ya que, a través del trabajo dancístico, se fomenta la comunicación y un ambiente positivo, en el cual los estudiantes podrán desenvolverse de manera significativa, superando desafíos, fortaleciendo así los lazos de amistad dentro y fuera del grupo.

La aplicación de la técnica académica en edades tempranas tiene muchas ventajas, pues a través de ella, los niños adquieren habilidades que les sirven para mejorar su desempeño académico. Así lo manifiesta Abellán (2021: 9): "la práctica de la danza académica durante la etapa de Educación Infantil podría mejorar la psicomotricidad fina, gruesa y el aprendizaje del esquema corporal". Efectivamente, la práctica de la técnica académica brinda muchos beneficios; en primera instancia, ayuda a desarrollar la motricidad

gruesa, pues el niño, al experimentar con el movimiento, adquiere habilidades como ubicación espacial, coordinación, equilibrio y concentración; de igual manera, se desarrollarán ejercicios de precisión para la motricidad fina con actividades que requieran el trabajo con sus manos; por ello, a través del movimiento, el estudiante reconocerá su esquema corporal, elemento importante para desarrollar la parte física y la mejora del aprendizaje.

La danza folclórica, en el ámbito educativo, se reconoce como un medio fundamental para la transmisión de la cultura de los pueblos ancestrales. Cedeño (2021: 6) destaca que "la intervención de la danza en la educación es importante porque recoge las riquezas culturales de nuestros pueblos, por su valor plástico, su fuerza emotiva, su expresión, variedad y contenido social". En este sentido, incorporar la enseñanza de las expresiones culturales en los centros educativos permite fortalecer la conciencia sobre las raíces históricas de una comunidad, promoviendo el respeto, la identidad y la valoración de las costumbres y tradiciones, formando ciudadanos conscientes y comprometidos con su patrimonio cultural. La danza folclórica puede ser un instrumento poderoso para la educación, ya que: a) preserva la herencia cultural; b) fomenta la conciencia y el respeto; y c) ofrece una forma de expresión emocional.

Las ventajas que ofrece la aplicación de la danza con sus diferentes técnicas benefician el desarrollo cognitivo y cultural; por esta razón, es necesario que sea incluida en el currículo nacional como una asignatura en el tronco común.

Inteligencia artificial en el arte: oportunidades y desafíos para la educación artística

La inteligencia artificial (IA) ha irrumpido en el panorama artístico con una fuerza sin precedentes, generando tanto entusiasmo como preocupación entre artistas, educadores y estudiantes. Por un lado, las tecnologías de IA ofrecen herramientas

innovadoras que amplían las posibilidades creativas; por otro, plantean interrogantes fundamentales sobre la autenticidad del arte y los derechos de los creadores. La controversia reciente sobre imágenes generadas con IA al estilo Studio Ghibli ejemplifica esta tensión, estas desataron una polémica sobre el peligro que representa la IA para los artistas y la posible denigración de su trabajo (Gerónimo, 2025). Este caso ilustra el delicado equilibrio entre la democratización del arte que facilita la IA y la necesidad de proteger la originalidad y el trabajo de los artistas humanos. Esta preocupación se ha intensificado hasta el punto de que más de 6 500 artistas, incluyendo músicos, escritores, actores y fotógrafos, han denunciado el uso no autorizado de obras creativas para entrenar sistemas de IA generativa, convirtiéndose en una amenaza para las personas que están detrás de esas obras (Patella, 2024).

La IA como herramienta, a pesar de las controversias, presenta oportunidades significativas para enriquecer la educación artística en el nivel básico. Los algoritmos de IA pueden analizar obras de arte y resaltar patrones ocultos, paletas de colores y elementos compositivos, brindando a los estudiantes percepciones que los métodos tradicionales podrían pasar por alto (Content, 2024). Las exhibiciones interactivas impulsadas por IA pueden sumergir a los estudiantes en el contexto artístico, permitiéndoles explorar obras de arte en entornos de realidad virtual o aumentada, mejorando significativamente su compromiso con la historia del arte (Content, 2024). Estas tecnologías facilitan experiencias inmersivas que pueden despertar la curiosidad y el interés de los estudiantes por el arte desde edades tempranas.

Una de las contribuciones más valiosas de la IA a la educación artística es la capacidad de personalizar el aprendizaje. Las plataformas basadas en IA pueden adaptar el contenido a las necesidades individuales de los estudiantes y a sus estilos de aprendizaje, mejorando las habilidades de pensamiento crítico y, además, brindando recomendaciones personalizadas, cuestionarios y

retroalimentación específica (Content, 2024). Esta personalización resulta particularmente valiosa en la Educación Básica, donde los estudiantes se desarrollan a diferentes ritmos y muestran diversas inclinaciones artísticas. La IA, en coordinación con sus profesores, puede ayudar a identificar las fortalezas y áreas de mejora de cada estudiante, ofreciendo recursos y actividades adaptadas a sus necesidades específicas.

Hacia una educación artística responsable con la IA

El mundo se está volviendo artificial. Como docentes, corremos el riesgo de diseñar actividades que las IA resuelva, perpetuando un ciclo donde las máquinas generan respuestas para que otras máquinas las evalúen. Este fenómeno, lejos de ser una hipótesis distópica, ya es una realidad. Un estudio realizado en la Universidad Técnica de Machala revela que el 78% de los estudiantes utiliza la IA para sus respuestas académicas y un 45% lo hace sin revisar críticamente el contenido generado (Portela-Leiva y Armijos-Carrión, 2025), lo que evidencia una tendencia preocupante hacia la dependencia tecnológica y la falta de pensamiento crítico en el proceso educativo.

La IA, entrenada con el bagaje cultural de siglos, replica patrones existentes sin aportar genuina innovación. Si no establecemos límites éticos, como advierte la UNESCO (2024), formaremos generaciones que valoran más la perfección generada por IA que la imperfección humana. La humildad pedagógica exige reconocer que la tecnología no debe reemplazar la experimentación sensorial. ¿Estamos formando artistas u operarios de IA? La verdadera innovación reside en guiar a los estudiantes para que usen la IA como un lienzo digital que amplíe sus posibilidades y no se limite su expresión. El arte del futuro no deberá ser un diálogo entre inteligencias artificiales, sino un puente entre tecnología y humanidad. Nuestra tarea es asegurar que, en este puente, la esencia humana siga siendo el faro que guíe la creación.

Conclusión

La integración del arte, el cuerpo, el movimiento, la emoción y la tecnología en los procesos educativos representa una apuesta pedagógica necesaria para responder a las demandas de una educación integral, sensible y contextualizada en el siglo XXI. A lo largo de este artículo, hemos explorado cómo estas dimensiones, lejos de ser elementos aislados, conforman un entramado complejo que potencia el desarrollo humano en sus múltiples facetas. La educación artística estimula diversas capacidades cognitivas a través de las inteligencias múltiples, fomentando la creatividad, el pensamiento crítico y la sensibilidad estética. El movimiento y la expresión corporal, por su parte, emergen como lenguajes fundamentales que conectan mente y cuerpo, permitiendo una comunicación más auténtica y una comprensión más profunda del ser. La danza, en su doble dimensión técnica y cultural, se revela como una herramienta educativa poderosa que no solo desarrolla habilidades motrices y expresivas, sino que también fortalece la identidad cultural y el bienestar emocional de los estudiantes.

En este panorama, la inteligencia artificial introduce tanto oportunidades como desafíos. Si bien amplía las posibilidades creativas y facilita experiencias de aprendizaje personalizadas, también nos obliga a reflexionar sobre la autenticidad del arte y la importancia de preservar la expresión humana en un mundo cada vez más digitalizado. El equilibrio entre innovación tecnológica y sensibilidad humana emerge como un imperativo ético y pedagógico. Las instituciones educativas están llamadas a incorporar propuestas artísticas transversales en sus planes de estudio, promover la formación docente en didácticas creativas y fomentar espacios donde los estudiantes puedan explorar su identidad, sus emociones y sus vínculos con el mundo a través de lenguajes artísticos y tecnológicos. Solo así podremos formar ciudadanos capaces no solo de adaptarse a un entorno cambiante, sino de transformarlo desde una perspectiva sensible, crítica y creativa.

Referencias

Abellán Roselló, L. (2021). La práctica de la danza académica durante la etapa de Educación Infantil podría mejorar la psicomotriciad fina, gruesa y el aprendizaje del esquema corporal. *Pulso. Revista De educación*. https://revistas.cardenalcisneros.es/article/view/4650/4955

Anttila, E. (2015). Embodied learning in the arts. *Research in Dance Education, 16*(3),211–216.https://doi.org/10.1080/14647893.2015.1078200

Aristóteles. (2011). *Ética a Nicómaco*. Alianza Editorial.

Booth, J. N., Leary, S. D., Joinson, C., Ness, A. R., Tomporowski, P. D., Boyle, J. M., y Reilly, J. J. (2020). Associations between objectively measured physical activity and academic achievement in adolescents. *The Lancet Child & Adolescent Health, 4*(1), 20–29. https://doi.org/10.1016/S2352-4642(19)30347-5

Cedeño Carrasco, M. M., Valenzuela Litardo, E. J., Ferruzola Cruz, B. E., y Zamora Moreno, A. B. (2021). La danza folclórica en el proceso de aprendizaje en los estudiantes de educación básica. *Ecuadorian Science Journal, 5*(1). doi:https://doi.org/10.46480/esj.5.1.104

Content (2024). La inteligencia artificial en la educación artística: Potenciando la creatividad e innovación. *Artificial Paintings*. https://artificialpaintings.com/es/blog/2024/06/20/la-inteligencia-artificial-en-la-educacion-artistica-potenciando-la-creatividad-e-innovacion/

Eisner, E. W. (2002). *The Arts and the Creation of Mind.* Yale University Press.

Fernández, J. (2006). *Pedagogía del cuerpo*. Editorial Graó.

Gauntlett, D. (2018). *Making is Connecting: The Social Power of Creativity*. Polity Press.

Gerónimo, J. M. G. (2025). Los riesgos de la IA en el arte. *Goooya*. https://puedjs.unam.mx/goooya/los-riesgos-de-la-ia-en-el-arte/

Gardner, H. (2011). *Frames of Mind: The Theory of Multiple Intelligences*. Basic Books.

Jensen, E. (2010). "Movimiento y aprendizaje". En *Cerebro y aprendizaje. Competencias e implicaciones educativas* (pp. 117-127). Narcea.

Katz, R. (2004). *Crecer Jugando*. Editorial Ecuador.

Kodály, Z. (2008). *Kodály Today: A Cognitive Approach to Elementary Music Education*. Oxford University Press.

Kozel, S. (2007). *Closeness: Performance, Technology, Phenomenology*. MIT Press.

López García, G. (2025). Explorando la danza como herramienta de expresión para el desarrollo de la Inteligencia Emocional: una revisión de fuentes. *Magotzi, 13*(25). doi:https://doi.org/10.29057/ia.v13i25.14085

Oliver, W. (2018). *Danza y movimiento en la educación infantil.* Routledge.

Orff, C. (1930-1935). *The Schulwerk.* Schott Music.

Patella, A. (2024, octubre 23). 6 500 artistas firman en contra de entrenar inteligencia artificial con obras de arte protegidas. *WIRED*. https://es.wired.com/articulos/6500-artistas-firman-contra-entrenar-inteligencia-artificial-con-obras-de-arte-protegidas

Portela-Leiva, Y., y Armijos-Carrión, J. (2025). La inteligencia artificial en las tareas académicas: ¿Apoyo para el aprendizaje o dependencia tecnológica?

Rousseau, J. J. (2003). *Emilio o de la educación* (Traducción de Mauro Armiño). Ediciones Akal.

Stokoe, P. (s/f). *La expresión corporal y el adolescente*. Editorial Barry.

Unesco (2024). Guía para el uso de IA generativa en educación e investigación. *UNESCO Biblioteca Digital*. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000389227

Vergara Vilchez, N., Fuentes Sandoval, A., Gonzales Chacana, H., Cadagan Fuentes, C., Morales Yañez, S., Poblete Gálvez, C., y Poblete Aro, C. E. (2021). Efecto de la danza en la mejora de la autoestima y el autoconcepto en niños, niñas y adolescentes: Una revisión. *Retos* (40). http://repositorio.udla.cl/xmlui/handle/udla/823

Zucchi, L. (2018). *Psicomotricidad: Desarrollo y estimulación en la primera infancia*. Paidós.

Desafíos tecnológicos para la Industria 4.0 en la agroproducción de Ecuador, caso de estudio: pitahaya

Karina Berrezueta[1], Giovanni Dambrosio[1]

Resumen

Ecuador es un país considerado megadiverso en flora y fauna, lo que brinda las condiciones de cultivo para productos considerados no tradicionales como la pitahaya, que, con un crecimiento anual promedio del 12% en mercados locales e internacionales, ha generado cerca de USD 99 millones por concepto de exportaciones. En la industria de la pitahaya y sus productos derivados, los procesos de postcosecha y empacado enfrentan desafíos en términos de eficiencia, calidad y trazabilidad: a medida que la producción y exportación de pitahaya continúan expandiéndose, se han identificado elementos críticos que afectan la calidad y competitividad de los productos. Dentro de dichas problemáticas está la falta de eficiencia en los procesos de postcosecha, que actualmente son manuales, ocasionando variabilidad en la calidad de los productos y un mayor tiempo de procesamiento. Uno de los principales desafíos es la implementación de tecnologías orientadas hacia la Industria 4.0, pues conlleva una mejora no solo del *framework*, sino una reestructuración integral en la forma de producir y generar estrategias que empujen al sector productivo hacia entornos más competitivos.

1 Departamento de Ciencias Administrativas, Facultad de Ciencias Administrativas, Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador. tania.berrezueta@epn.edu.ec, giovanni.dambrosio@epn.edu.ec

Palabras clave: Industria 4.0, cadena de valor, producción, pitahaya, innovación.

Introducción

En la era actual de la Cuarta Revolución Industrial, la adopción de tecnologías avanzadas ha redefinido la forma en que las industrias gestionan sus procesos productivos y la cadena de valor asociada. Este fenómeno es particularmente relevante en la industria agrícola, donde la optimización de los procesos de postcosecha y empacado es esencial para garantizar la calidad y eficiencia en la entrega de productos al mercado. En este contexto, la pitahaya, una fruta tropical exótica conocida por su sabor único y beneficios nutricionales, ha despertado gran interés, especialmente debido al notable crecimiento que ha tenido su demanda en mercados nacionales e internacionales.

La cadena de valor en los procesos de postcosecha y empacado de pitahaya y productos derivados constituye un aspecto crucial para garantizar la calidad y competitividad en la industria. Sin embargo, en la actualidad, se enfrenta a desafíos como la inexistencia de lineamientos de trabajo enfocados en estrategias de gestión operativa y la falta de aprovechamiento de las tecnologías vigentes.

Las tecnologías orientadas hacia la Industria 4.0 se presentan como una oportunidad para transformar y mejorar estos procesos. El objetivo de esta investigación es analizar el esquema actual de producción de pitahaya y su cadena de valor en los procesos de postcosecha y empacado. Así, se da un marco referencial de las oportunidades que existen para la implementación de mejoras que a distinto nivel tecnológico pueden traducirse en reducción de desperdicios, optimización de tiempo y recursos y calidad superior en el producto final.

Este estudio contribuirá al conocimiento existente al proporcionar un enfoque específico para la industria de la pitahaya y

productos derivados. Asimismo, servirá como base para futuras investigaciones y aplicaciones prácticas en el campo de la producción agrícola y la industria alimentaria.

Marco teórico

Contexto actual de la pitahaya en Ecuador

Ecuador es un país considerado megadiverso, rico en fauna y flora, lo que le permite tener amplios niveles de producción en diversos productos como: camarón, banano, cacao, pescado, y productos considerados no tradicionales como la pitahaya, entre otros; este presenta un crecimiento anual promedio del 12% teniendo mercados ya establecidos como China, Estados Unidos, Colombia, Brasil y Perú (Lucio-Paredes *et al.*, s. f.).

La conocida internacionalmente como *dragon fruit* ha ido incrementando su fama a nivel mundial durante la última década, por sus beneficios a la salud y su exótico sabor; de las especies existentes (amarilla y roja), la amarilla destaca por sus propiedades y composición en relación con la roja. Por ello, el Servicio Nacional de Derechos Intelectuales de Ecuador desde 2018 ha considerado la pitahaya como un fruto con denominación de origen llamada "Pitahaya Amazónica de Palora"(Quiroz Matute, 2022). Dicha denominación garantiza que el producto ha pasado por un proceso de producción bajo estándares de calidad, acreditándose mediante certificaciones de seguridad alimentaria, lo que respalda al productor y al producto ante frutos de contrabando, ya que se reconoce su nombre y procedencia (Moscoso Guerra y Sánchez Ruíz, 2020).

La producción de la pitahaya amarilla está concentrada en el cantón Palora, en la provincia de Morona Santiago; de ahí su denominación de origen. Las condiciones climatológicas han permitido que el fruto desarrolle características que lo han llevado a mantener una calidad de exportación no solo del fruto como tal sino

de sus derivados, como pulpa, néctar, vino, cerveza y mermelada, entre otros (Franco *et al.*, 2020).

El cultivo y la exportación de pitahaya representa un importante ingreso de divisas para Ecuador: en 2022, exportó más de 23 mil toneladas de la fruta, representando más de USD 99 millones (Muñoz Vera y Tapia Buñay, 2022). La pitahaya ha experimentado un crecimiento considerable en los últimos años debido a su demanda en el mercado nacional e internacional; se ha constituido en el mercado internacional en países como Estados Unidos, Colombia, Singapur y, recientemente, Perú (Quiroz Matute, 2022).

Palora: una región de oportunidades y limitaciones en la producción de pitahaya

El cantón Palora está ubicado en el noroccidente de la provincia de Morona Santiago; cuenta con una superficie de 145 670 hectáreas. La temperatura promedio del lugar oscila en los 22.5 °C. Al ser una zona generalmente húmeda, su precipitación media anual es de 3 000-4 000 mm., con picos de elevadas precipitaciones en julio a diciembre, que pueden llegar hasta 5 000 mm; y durante el verano, precipitaciones bajas de hasta 200 mm, en enero, febrero y marzo (Morillo Coronado, 2022). La humedad relativa es de un 85%; en el cantón se encuentran las siguientes zonas: bosque húmedo tropical, bosque húmedo montano bajo, bosque pluvial subandino (Vergara Toala, 2018).

En la Amazonía ecuatoriana, en el cantón Palora, la expansión productiva de la pitahaya (ecotipo "Palora") comenzó como un sembrío de 200 hectáreas, y en la actualidad se ha convertido en una fuente de ingresos de relevancia para el cantón. La pitahaya es un producto endémico, pero por su buena acogida en los mercados nacionales e internacionales, su producción y comercialización se ha extendido a provincias de la región Costa, incluso al noroccidente de la provincia de Pichincha (Yoplac *et al.*, 2021).

En los últimos años se le ha considerado como la principal fuente de ingresos del sector de Palora, con 650 productores y generando más de 2 000 plazas de empleo directo e indirecto en la zona; además, evita que la población nativa abandone el campo y migre hacia las grandes ciudades en búsqueda de un mejor nivel de vida (Cevallos Macías, 2022).

En la actualidad, en el cantón Palora existen 10 000 hectáreas disponibles para el cultivo, a pesar de que hace un par de años se superó las 3 000 hectáreas, manteniendo más del 50% en producción (Vera Vera, 2021). Uno de los problemas que frena la expansión exponencial de la producción de pitahaya es el tiempo de cultivo y cosecha del fruto, ya que, apenas a partir del cuarto año la producción promedio llega a estabilizarse en cuatro toneladas por hectárea (Vergara Toala, 2018). Este esquema de producción hace que el producto sea relativamente costoso durante los primeros años, lo que pone en ligero riesgo las inversiones de los pequeños productores en especial, ya que la inversión inicial puede fluctuar entre USD 18 000 y USD 25 000, que según el grado de tecnificación y los costos del producto llegan a tener una variación importante (Quiroz Matute, 2022).

Metodología

Para el desarrollo de esta investigación se ha recurrido a fuentes bibliográficas disponibles y con rango de vigencia en función a la temática a tratar, siguiendo el procedimiento de:

- Planificación: en esta fase se realiza la revisión del tema de manera general en las bases de datos disponibles, y bajo criterios de inclusión y exclusión se eligen las fuentes a ser consultadas.
- Búsqueda: se genera la cadena de búsqueda de la problemática a analizar partiendo de las fuentes base.

- Selección: ejecutada en dos etapas que permiten evaluar la pertinencia de la temática partiendo del título, resumen y palabras clave, para continuar con la segunda revisión, que incluye la lectura del artículo completo, revisando tanto el enfoque conceptual como metodológico de la investigación.
- Análisis: permite el discernimiento de resultados en función a la relevancia que estos tuvieron dentro de cada trabajo de investigación revisado.

Resultados

En un contexto internacional, la generación de cadenas de valor de productos considerados como funcionales, como es el caso de la pitahaya, ha despertado la inquietud de la academia y de diversos sectores económicos y productivos; por ello, la producción organizada, tecnificada y diferenciada de la pitahaya debe estar enfocada en generar un valor agregado al producto y, posteriormente, a ser empleada en la industria farmacéutica, agroindustrial o alimentaria. Se debe entender la oportunidad de inversión, basados en las tendencias de consumo como aceptable y rentable, caracterizando al producto como funcional y diferenciado; a la vez, se debe instar a las instituciones gubernamentales a la implementación de políticas para su consumo a todas las edades, en virtud de sus características beneficiosas para la salud de las personas.

La fruta se cosecha en función de las necesidades del mercado en el que se desea comercializar; por lo general, para productos de exportación se requiere en estado de maduración cuatro acorde con la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2003:05 referente a frutas frescas: pitahaya amarilla cuya base principal es la Norma Técnica Colombiana NTC-3554 y para consumo nacional, estado de maduración cinco y seis (INEN, 2005). La fruta se puede

considerar como climatérica cuando es cosechada con el 70% de madurez (corteza amarilla), pero en el caso de que su cosecha suceda en estados inferiores, su comportamiento será como fruto no climatérico (Vargas Tierras *et al.*, 2020).

Figura 1. Escala de maduración de la pitahaya amarilla (INEN, 2005)

Según Guerrero Paredes (2015), las etapas base del proceso de producción de pitahaya amarilla pueden resumirse en:

1. Germinación
2. Cultivo
3. Postcosecha
4. Comercialización

Cada una de estas etapas representa oportunidades de desarrollo dentro de un proceso de mejora continua. Además, se debe destacar que la producción agrícola (germinación y cosecha) se realiza en buena parte por pequeños productores de la zona que mediante asociaciones han conseguido acuerdos con empresas o, incluso, en representación propia para la venta nacional y exportación.

Dentro del proceso de cosecha y postcosecha las actividades clave son:

Figura 2. Etapas del proceso de cosecha y postcosecha

El objetivo de estos procesos es que la pitahaya no sufra ninguna afectación que pueda comprometer su composición, apariencia o sabor. Para ello, los factores internos y externos de los que hay que tener precaución son: pérdida de agua, degradación oxidativa, tasa de producción de etileno, cambios fisiológicos y daño microbiano, índice de temperatura, humedad relativa y concentración de gases.

Por lo artesanal de la postcosecha, desde un enfoque productivo, el estudio representa oportunidades de desarrollo dentro de un proceso de mejora continua. Además, destaca que la producción agrícola (germinación y cosecha) se realiza en buena parte por pequeños productores de la zona que mediante asociaciones han conseguido acuerdos con empresas o incluso en representación propia la venta nacional y exportación.

Una de las no conformidades más frecuentes documentadas durante el proceso de cosecha y postcosecha de pitahaya está relacionada con el daño del fruto producto del frío, cuando este se almacena a temperaturas menores a la recomendada, lo que genera oscurecimiento, quema, ablandamiento o hundimientos en la cáscara; inclusive puede llegar a afectar el sabor del fruto. Otro de los aspectos que pueden repercutir en la calidad final de la pitahaya está

vinculada al daño mecánico debido al mal manejo y empaquetado de los frutos, mal corte de la planta durante la cosecha o algún otro daño por roce entre las frutas o presión durante su procesamiento.

Una de las particularidades de la pitahaya es que presenta deshidratación debido a una cáscara demasiado delgada, por lo que no se debe exponerla a altas temperaturas o a la luz solar para evitar la pérdida de agua y el arrugamiento de la cáscara. Otra de las consideraciones es evitar almacenarla por largos períodos o no brindarle las condiciones adecuadas de almacenamiento y conservación.

Posteriormente, las pitahayas deben ser empacadas en el transcurso de las 24 horas una vez cosechadas. Los materiales de empaque deben ser nuevos y limpios, dentro de las etiquetas individuales en cada uno de los productos se deberá incluir información como el nombre de la finca o productor, el centro de acopio, el origen de producción, tipo de fruta, categoría de la fruta y fecha de empaque; dichas etiquetas deben mostrar de forma clara la información de trazabilidad con un tamaño apropiado de letra. Para los envíos masivos se emplean cajas que deben contener una etiqueta de trazabilidad con información como el lote de producción de origen de la fruta, el centro de acopio donde se realizó el proceso de empaque, el lugar de destino a exportar y el número de cajas.

Una vez empacado el producto no deja de ser susceptible a la afectación de agentes externos; por ello, se debe tener al menos dos trampas de mosca de la fruta si se encuentran dentro del sitio de producción, mientras que si están fuera de dicho lugar, deben contener cuatro trampas: dos en el área de recepción de la fruta y dos en la zona de empaque e inspección.

Discusión

Los productores del cantón Palora que tienen actividades dedicadas a la producción y comercialización de pitahaya carecen

de un sistema real de buenas prácticas agrícolas. Esto se entiende como la principal causa a la falta de capacitación, que se relaciona básicamente con la implementación de procesos productivos eficientes y los costos referentes a la implementación de infraestructura, herramientas y equipos, lo que reduce su capacidad de respuesta ante picos inesperados de demanda.

Para garantizar la inocuidad del producto, se plantea la mejora de las condiciones de postcosecha y almacenamiento de la pitahaya. Una de las técnicas investigadas es el empleo de atmósferas controladas para el almacenamiento y transporte del producto, que se constituye en la implementación de instalaciones que requieren de techos, pisos y paredes herméticas recubiertas con materiales que permitan asegurar el control de la producción de etileno que acelera el proceso de maduración de los frutos. Asimismo, se necesitan sistemas de control continuo de concentraciones de gases y de sistemas de control de presión interna. Además, se requiere de refrigeración inteligente que permita mantener la temperatura a condiciones cercanas a 0 °C. Conociendo que las atmósferas se modifican en función principalmente del nivel de oxígeno, con el uso de tratamientos térmicos en determinados casos, se establecerá un control que logre disminuir las complicaciones generadas por la presencia de oxígeno; esto permite alargar el tiempo de vida útil del producto.

Es prioritario el empleo de tecnologías postcosecha que involucran el uso de envases que alargan y preservan la vida en percha de los productos propensos a maduración. La mayoría de los envases están fabricados con base en polímeros sintéticos como PET, PS y PP, los cuales generan un impacto negativo en el medio ambiente. Existe la alternativa de emplear envases biodegradables, elaborados principalmente de fuentes sustentables como los residuos agroindustriales; por ejemplo, polisacáridos, que son abundantes en el planeta, permitiendo la generación masiva de

envases para productos agrícolas frescos y mínimamente procesados y adaptándose a las tendencias actuales para un desarrollo sostenible y sustentable.

Para el monitoreo de la eficiencia de los procesos de innovación productiva en postcosecha y empacado se han establecido las métricas bajo el uso de varios indicadores de valoración tecnológica y de mercado que se miden inicialmente por el posicionamiento de los productos en el mercado y la eficiencia en su elaboración. Se recalca además la aplicación de indicadores de desempeño de cada uno de los segmentos, centrados en la valoración de tres aspectos clave: eficiencia, calidad y competitividad. Otra métrica puede estar relacionada con la valoración del retorno de la inversión en ciencia y tecnología y su aporte real a la cadena productiva, así como la evaluación de los aspectos sociales, como la cohesión del tejido social de las cadenas, la disminución del abandono de sectores productivos, la generación de empleo, el aporte en el PIB agrícola regional y nacional; deberán ser aspectos valorados de manera cuantificable y verificable.

A la vez que la adopción de tecnologías de la Industria 4.0 en la cadena de valor de la pitahaya permite un mayor control y seguimiento de la calidad del producto, se puede implementar un sistema de monitoreo en tiempo real. Este puede incluir tecnología en las etapas de postcosecha y empacado, que registren datos como la temperatura, la humedad y la calidad del producto. Estos datos se pueden recopilar y analizar utilizando herramientas de procesamiento de datos. Luego, se pueden establecer indicadores de calidad. Para generar cercanía con los consumidores y garantizar las condiciones de calidad e inocuidad del producto, se puede implementar un sistema de retroalimentación en el que los consumidores puedan brindar comentarios y calificaciones sobre la calidad del producto recibido. Esto permitirá una mayor transparencia y confianza en la cadena de valor de la pitahaya.

Conclusión

La pitahaya, como cultivo de gran demanda y creciente popularidad en el mercado global, enfrenta desafíos considerables en sus procesos posteriores a la cosecha. La cadena de valor en estos procesos juega un papel vital en la calidad final del producto, su durabilidad, la optimización del tiempo de entrega y la reducción de pérdidas. Por lo tanto, el análisis detallado de cada etapa de esta cadena, desde la postcosecha hasta el empaquetado final, brinda un panorama muy amplio si la idea es adoptar estrategias de optimización y mejoras en los procesos de producción de pitahaya.

El análisis de la cadena productiva de la pitahaya se convierte en la fase previa ideal, si el objetivo a largo plazo es la creación de un nuevo *framework* basado en tecnologías orientadas hacia la Industria 4.0; idea que tiene el potencial de transformar significativamente el sector agroindustrial. Estas iniciativas no solo buscan mejorar la eficiencia y la calidad de los productos, sino también fortalecer la competitividad del sector a nivel local, nacional e internacional, impactando positivamente en aspectos económicos, sociales y medioambientales.

Referencias

Cevallos Macías, K. L. (2022). Caracterización morfológica en el cultivo de pitahaya (Hylocereus spp) en el Ecuador [Tesis] Babahoyo. http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/11373

Franco, W., Bustillos, M., Cajas, A., Reisancho, J., y Velasteguí, J. (2020). *Foro Pitahaya Palora feb2020*. https://doi.org/10.13140/RG.2.2.32348.54403

Guerrero Paredes, M. G. (2015). Estudio del manejo poscosecha de pitahaya amarilla (Selenicereus megalanthus) procedente del cantón Pedro Vicente Maldonado de la provincia de Pichincha [Tesis]. http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/9105

INEN (2005). *Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2003:05 referente a frutas frescas-Pitajaya amarilla*.

Lucio-Paredes, J. J. P., Legarda, D., Rosero, M. B. V., Bayas, E., Robayo, M., Sagnay, C., Simbaña, R., y Loza, D. Y. (s. f.). Ministro de producción, comercio exterior, inversiones y pesca.

Morillo Coronado, et al, Ana Cruz. (2022). *Plan de manejo tecnológico del cultivo de la pitahaya.* Universidad pedagógica y Tecnológica de Colombia. https://repositorio.uptc.edu.co/bitstream/handle/001/9055/Plan_manejo_tecnologico_cultivo_pitahaya.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Moscoso Guerra, J. N. y Sánchez Ruíz, C. J. (2020). *Estrategias de marketing internacional para la Comercialización de productos con denominación de origen en mercados emergentes y su Importancia en la economía popular y solidaria de la zona 5 y 8*. https://repositorio.ug.edu.ec/items/c6999796-19bc-476a-8890-4d0971f65d67

Muñoz Vera, M. S., y Tapia Buñay, A. E. (2022). La producción y exportación de pitahaya y sus derivados. Alternativa para aumentar la oferta exportable del Ecuador [Tesis]. Universidad de Guayaquil. http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/65745

Quiroz Matute, A. E. (2022). Propuesta de plan de exportación para la pitahaya ecuatoriana de Palora [Tesis]. Universidad del Azuay. http://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/11978

Vera Vera, A. E., López Vera, Y. A., Guillén Mendoza, S. V. del Roco Velásquez Cedeño, S. (2021). Calidad de pitahaya amarilla (selenicereus megalanthus) en diferentes estados de madurez y temperaturas de conservación. *Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López*. https://doi.org/10.51260/revista_espamciencia.v12i2.233

Vergara Toala, L. E. (2018). *La producción y exportación de pitahaya como alternativa de desarrollo del cantón Palora,*

provincia de Morona Santiago. http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/29318

Yoplac, I. J., Chávez Santos, R., y Santos Peláez, J. C. (2021). *Manual de cosecha y poscosecha de pitahaya amarilla (Hylocereus megalanthus)*. Instituto Nacional de Innovación Agraria. https://repositorio.inia.gob.pe/handle/20.500.12955/1420

Estudio sobre la motivación y la inspiración de la ciencia ficción en la ciencia y la tecnología

Cristián Londoño-Proaño[1]

Resumen

La ciencia ficción ha sido, históricamente, un género literario y audiovisual capaz de anticipar desarrollos científicos y tecnológicos, así como de plantear interrogantes éticos, sociales y culturales sobre su aplicación. Este artículo presenta una revisión de literatura orientada a analizar cómo las narrativas de ciencia ficción han funcionado como fuente de inspiración en distintas áreas del conocimiento científico y técnico, con especial énfasis en la exploración espacial, la robótica, la inteligencia artificial, la realidad virtual y la educación en ingeniería. La metodología consistió en el análisis cualitativo de fuentes académicas, libros especializados, ensayos y textos de divulgación seleccionados por su relevancia temática. Los resultados evidencian que obras de autores como Jules Verne, Isaac Asimov, Robert Heinlein, Ray Bradbury y Neal Stephenson no solo anticiparon tecnologías hoy existentes, sino que también motivaron su investigación y desarrollo. Además, se destaca el uso de la ciencia ficción como herramienta pedagógica eficaz para fomentar la creatividad, el pensamiento crítico y la comprensión de conceptos técnicos complejos en contextos educativos. Se concluye que la ciencia ficción constituye un recurso interdisciplinario de gran valor, no solo como elemento cultural, sino como motor de innovación y como estrategia formativa en el ámbito científico.

1 Maestría en Educación con mención en Pedagogía en Entornos Digitales (MEPED), Facultad de Educación, Universidad Tecnológica Indoamérica, Quito, Ecuador. cristianlondono@uti.edu.ec

Su integración en procesos educativos y en ejercicios de prospectiva tecnológica representa una oportunidad para anticipar futuros posibles y formar profesionales más críticos, creativos y preparados para los desafíos contemporáneos.

Palabras clave: ciencia ficción, tecnología, innovación, educación en ingeniería, inspiración.

Introducción

La ciencia ficción ha sido, a lo largo de la historia, uno de los géneros más versátiles e influyentes de la literatura, el cine y otras expresiones artísticas (Londoño-Proaño, 2023). Su capacidad para imaginar futuros alternativos, tecnologías aún inexistentes y escenarios que desafían las leyes conocidas de la naturaleza ha capturado la atención tanto de lectores como de investigadores (Barceló, 2015; Londoño-Proaño, 2020).

Este género literario ha servido como un espacio de reflexión crítica sobre el presente y como una herramienta para anticipar los desafíos éticos, sociales y científicos del porvenir (Londoño-Proaño y Endara, 2024). A través de sus relatos, la ciencia ficción no solo plantea hipótesis sobre posibles desarrollos tecnológicos, sino que también permite explorar sus impactos sobre la humanidad y el entorno (Barceló, 2015a). En este sentido, se convierte en un instrumento valioso para entender la interacción entre ciencia, tecnología y sociedad.

A partir de este contexto, surge la siguiente pregunta de investigación: ¿de qué manera la ciencia ficción ha influido en la motivación e inspiración de desarrollos científicos y tecnológicos a lo largo del tiempo?

El objetivo de estudio es realizar una revisión bibliográfica que identifique y analice los principales aportes de la ciencia ficción como fuente de inspiración para la ciencia y la tecnología, considerando tanto ejemplos históricos como reflexiones contemporáneas.

La metodología empleada corresponde a una revisión de literatura basada en fuentes académicas y documentales, con énfasis en estudios recientes y clásicos que abordan la relación entre ciencia ficción, innovación tecnológica y educación científica.

La ciencia ficción

La ciencia ficción es un género narrativo que se caracteriza por explorar las consecuencias del desarrollo científico y tecnológico en la sociedad y en la vida humana, mediante escenarios especulativos que proyectan futuros posibles o alternativas a la realidad actual (Barceló, 2015a; Londoño-Proaño, 2020). Esta capacidad de especulación racional convierte a la ciencia ficción en una herramienta poderosa para reflexionar sobre el presente desde la proyección de lo que aún no ha ocurrido, pero que podría ser factible dentro de ciertos marcos científicos (Londoño-Proaño, 2024).

Isaac Asimov, uno de los autores más influyentes del género, sostiene que la ciencia ficción se ocupa de describir la respuesta humana frente a los cambios producidos por la ciencia y la tecnología, particularmente en el contexto de sociedades futuras (Asimov, 1982; Londoño-Proaño, 2020). Desde esta perspectiva, la ciencia ficción anticipa avances técnicos, y examina sus efectos sociales, éticos y filosóficos. En una línea similar, Darko Suvin (1979) definió este género como una literatura de *extrañamiento cognitivo*, donde una novedad —científica o tecnológica— transforma las condiciones normales de la realidad, generando un efecto de ruptura que invita a la reflexión crítica.

La dificultad para delimitar el género reside, en parte, en su heterogeneidad. No existe un consenso unívoco sobre qué constituye ciencia ficción, ya que su definición puede variar según la perspectiva del autor o del lector (Barceló, 2015a). Esta ambigüedad ha dado lugar a múltiples aproximaciones que coinciden en subrayar su carácter especulativo, interdisciplinar y anticipatorio (Kurlat y De Rosso, 2021).

En términos estructurales, es posible distinguir dos divisiones de la ciencia ficción: la ciencia ficción dura y la ciencia ficción blanda (Londoño-Proaño, 2023; Barceló, 2015b). La primera se caracteriza por su rigor técnico y por el uso detallado de principios científicos verificados, siendo frecuente en obras que abordan temas como la astrofísica, la robótica o la biotecnología desde una perspectiva empírica (Londoño-Proaño, 2023).

En contraste, la ciencia ficción blanda se enfoca en los aspectos sociales, psicológicos o culturales de los mundos imaginarios y suele dar mayor libertad a las licencias científicas (Barceló 2015a). Este tipo examina cómo la tecnología impacta en las estructuras sociales, las relaciones humanas o la identidad personal (Londoño-Proaño, 2023).

Ambos enfoques, aunque distintos en forma, comparten el objetivo de cuestionar el presente y modelar futuros hipotéticos. Esta capacidad de la ciencia ficción para ofrecer marcos narrativos donde se combinan imaginación, ciencia y análisis crítico ha sido reconocida como una de sus principales virtudes tanto en el ámbito académico como en el científico (Freedman, 2000; Menadue y Cheer, 2017).

Así, comprender la naturaleza dual del género permite interpretar su papel no solo como un espacio literario, sino como un medio para el pensamiento crítico, la exploración ética y la motivación científica.

Metodología

Este artículo se basa en una revisión de literatura con enfoque cualitativo, orientada a analizar cómo la ciencia ficción ha servido como fuente de inspiración para el desarrollo científico y tecnológico. La investigación se desarrolló a partir de un estudio documental, no sistemático, que integró diversas fuentes desde una perspectiva interdisciplinaria. Se consultaron artículos científicos, capítulos de

libros, ensayos teóricos, informes académicos, así como textos periodísticos y de divulgación, lo que permitió abordar el fenómeno desde dimensiones literarias, educativas y tecnológicas.

Las fuentes seleccionadas incluyen publicaciones en español e inglés producidas entre los años 2000 y 2024, complementadas con obras clásicas del siglo XX por su valor fundacional. La selección respondió a criterios de pertinencia temática, aporte conceptual y capacidad para ejemplificar el impacto del género en distintos campos del conocimiento.

El análisis en la influencia de la ciencia ficción en la ciencia y la tecnología abarca áreas como la exploración espacial, la inteligencia artificial, la robótica y la realidad virtual. El estudio propone una reflexión sobre cómo las narrativas especulativas han moldeado y anticipado innovaciones que hoy configuran el entorno científico y técnico contemporáneo.

La inspiración de la ciencia ficción en la ciencia y la tecnología

La ciencia ficción ha desempeñado un papel fundamental como catalizador de ideas, anticipando desarrollos científicos y motivando investigaciones tecnológicas que posteriormente se han concretado (Londoño-Proaño, 2023; Barceló, 2015a). Esta sección explora casos representativos en los que la ciencia ficción ha tenido un impacto directo en áreas específicas de la ciencia y la tecnología.

Exploración espacial

La exploración espacial es uno de los campos donde la influencia de la ciencia ficción se manifiesta con mayor claridad. Las obras de Jules Verne representan un ejemplo emblemático de cómo la narrativa especulativa puede anticipar avances tecnológicos reales. En *De la Tierra a la Luna* (1865), Verne describió con notable precisión el lanzamiento de un proyectil tripulado hacia la Luna, incluyendo aspectos técnicos como la trayectoria, la acelera-

ción y el lugar de lanzamiento. Aunque concebida como ficción, su obra inspiró a generaciones de ingenieros y se anticipó, en varios elementos, a la misión Apolo XI de 1969 (Londoño-Proaño, 2024; Lowry y Horn, 2010).

De manera similar, H. G. Wells aportó una visión visionaria y crítica del uso bélico de la tecnología en *La guerra de los mundos* (1898), donde introdujo conceptos como armamento avanzado y conflictos interplanetarios. Estas ideas no solo alimentaron el imaginario militar y científico del siglo XX, sino que también abrieron debates sobre las implicaciones éticas del poder tecnológico en contextos de conflicto y conquista (Londoño-Proaño y Endara, 2024). Así, la ciencia ficción no solo anticipó avances materiales, sino que ayudó a contextualizar su impacto en la humanidad.

Robótica y prótesis

Otro campo de influencia destacada es el de la robótica. Isaac Asimov fue pionero en plantear una ética de la inteligencia artificial mediante sus *Tres leyes de la robótica*, introducidas en la colección de relatos *I, Robot* (1950). Estas leyes han servido de marco conceptual tanto en la investigación en robótica como en la reflexión ética sobre el desarrollo de máquinas autónomas; se anticipó a dilemas contemporáneos sobre la autonomía, la responsabilidad y el control de los sistemas inteligentes (Asimov, 1982; Barceló, 2015b).

Robert Heinlein, por su parte, introdujo en *Waldo* (1942) la idea de un brazo mecánico controlado a distancia. Este dispositivo anticipó conceptos fundamentales en el diseño de prótesis robóticas modernas y sistemas de telepresencia. Según Londoño-Proaño (2023), esta obra no solo inspiró desarrollos tecnológicos, sino que también abrió un debate sobre la integración del cuerpo humano con dispositivos mecánicos, una temática hoy vigente en el ámbito de la biotecnología.

Inteligencia artificial y hogares automatizados

Ray Bradbury, en su cuento *The Veldt* (1950), anticipó la existencia de casas dotadas de inteligencia artificial. En esta historia, la vivienda responde automáticamente a las necesidades y deseos de sus habitantes, llegando incluso a influir en su comportamiento emocional y psicológico. Este relato prefiguró tecnologías actuales asociadas al *Internet of Things* (IoT) y los sistemas domóticos avanzados, y planteó ya entonces interrogantes sobre la dependencia tecnológica y la alienación (Bussing López, 2017).

En la actualidad, tecnologías como los asistentes virtuales, los sistemas de control de ambiente automatizados y la personalización del entorno doméstico reflejan muchas de las ideas planteadas por Bradbury. Así, la ciencia ficción no solo ha anticipado desarrollos técnicos, sino que ha propuesto marcos para reflexionar sobre sus implicaciones psicológicas y sociales.

Realidad virtual y aumentada

En el ámbito de la realidad virtual, la novela *Snow Crash* (1992) de Neal Stephenson introdujo el concepto de metaverso, entendido como un entorno virtual inmersivo donde los usuarios interactúan mediante avatares. Este concepto ha sido fundamental para el desarrollo de tecnologías de realidad virtual (VR) y aumentada (AR), que hoy se aplican en áreas como la educación, la salud y el entretenimiento (Rendueles Calvete, 2022). Stephenson no solo describió un entorno visualmente avanzado, sino que también abordó problemas como la identidad digital, la privacidad y la fusión entre lo real y lo virtual, anticipando preocupaciones actuales sobre la vida en entornos digitales.

Asimismo, el concepto de gafas de realidad aumentada introducido en la novela *Reality Goggles* ha tenido resonancias directas en el diseño de dispositivos como las *smart glasses* y los *head-up displays* utilizados en ingeniería, cirugía y sistemas de navegación (Londoño-Proaño, 2023).

Cibercultura y redes digitales

William Gibson, en *Neuromancer* (1984), introdujo el término *cyberspace* y planteó una visión distópica de una sociedad completamente interconectada. Este imaginario fue clave en la conceptualización inicial de las redes digitales y del internet como un espacio paralelo, interactivo y peligroso. Según Rob Miller, investigador del MIT, esta obra le permitió visualizar el potencial del acceso masivo a la información y le inspiró en su trabajo sobre interacción con sistemas digitales (Rodríguez, 2011).

El universo creado por Gibson ha influido en el desarrollo de la cultura digital contemporánea, especialmente en los debates sobre vigilancia, identidad virtual y derechos en entornos cibernéticos.

Aplicaciones educativas y prospectiva tecnológica

La ciencia ficción ha sido incorporada como recurso pedagógico en la formación científica, permitiendo a los estudiantes desarrollar creatividad, pensamiento crítico y conciencia ética a través de obras como *The Martian*; *I, Robot* o *Snow Crash* (Londoño-Proaño y Pérez, 2023; Almanza-Arjona *et al.*, 2020). Además, su potencial estratégico ha sido reconocido por gobiernos, como el de Francia, que en 2019 integró escritores del género en una *Red Team* para anticipar amenazas futuras en escenarios de alta incertidumbre (BBC News Mundo, 2019).

Conclusión

La ciencia ficción ha sido una fuente significativa de inspiración para el desarrollo científico y tecnológico. A través de sus narrativas especulativas, este género ha estimulado la imaginación de investigadores, ingenieros y educadores, anticipando invenciones que hoy forman parte de la realidad.

Autores como Jules Verne, Isaac Asimov, Robert Heinlein y Neal Stephenson imaginaron tecnologías que influyeron directamente en avances reales, como los viajes espaciales, la robótica, la inteligencia artificial y la realidad virtual. Sus obras han moldeado el pensamiento científico de distintas generaciones.

Además de su influencia técnica, la ciencia ficción ha favorecido la reflexión crítica sobre las implicaciones éticas, sociales y culturales del progreso científico. En el ámbito educativo, su integración en la formación en ingeniería y ciencias ha demostrado ser eficaz para fomentar habilidades como la creatividad y el pensamiento ético.

Las futuras investigaciones podrían abordar estudios de caso más específicos y explorar su influencia en políticas públicas y prospectiva tecnológica. Aunque limitada en alcance, esta revisión proporciona una base sólida para continuar investigando el valor de la ciencia ficción en la innovación científica.

Referencias

Almanza-Arjona, Y. C., García-Rivera, B. E., y Membrillo-Hernández, J. (2020). *Writing Sci-Fi stories: A pedagogic challenge*. 2020 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON), 1728-1734. https://doi.org/10.1109/EDCON45650.2020.9125279

Asimov, I. (1982). *Asimov on science fiction*. Avon Books.

Barceló, M. (2007). Ciencia y ciencia ficción. *Quark*, (28–29), 97-106. http://www.prbb.org/quark/28-29/028097.htm

Barceló, M. (2015a). *Ciencia ficción: Nueva guía de lectura*. Ediciones B.

Barceló, M. (2015b). *La ciencia ficción*. Editorial UOC.

BBC News Mundo (2019). Francia planea reclutar escritores de ciencia ficción para prepararse para amenazas militares del futuro. *BBC News Mundo*. https://www.bbc.com/mundo/noticias-internacional-49054272

Beukes, L., Scherzinger, A., y Swanepoel, A. (2017). Science fiction as a lens for social critique: The speculative fiction of the now. *Journal of Literary Studies, 33*(2), 1–17. https://doi.org/10.1080/02564718.2017.1320632

Bussing López, I. M. (2017). Architecture, technology and the uncanny: Infiltrating space in The Veldt and in The Digital House Project. *Revista de Lenguas Modernas*, (25).

Chapela, A. (2014). Entre ficción y ciencia. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, *19*(60), 13-30. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0187-893X2014000100001&script=sci_arttext

Freedman, C. (2000). *Critical theory and science fiction*. Wesleyan University Press.

Grilli, J. (2016). Cine de ciencia ficción y enseñanza de las ciencias. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, 13*(2), 241-253. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2016.v13.i2.07

Kurlat, M., y De Rosso, L. (2021). *Narrativas especulativas y tecnología*. Universidad de Buenos Aires.

Londoño-Proaño, C. (2020). *Entre la ciencia ficción y la fantasía*. Editorial Universidad Indoamérica.

Londoño-Proaño, C. (2023). *How science fiction inspired advances in engineering*. IEEE Seventh Ecuador Technical Chapters Meeting (ECTM), 1-4. https://doi.org/10.1109/ETCM58927.2023.10308982

Londoño-Proaño, C., y Endara, P. (2024). *La ciencia ficción y su impacto en la innovación tecnológica*. Universidad Indoamérica.

Londoño-Proaño, C., y Pérez, V. (2023). Why should science fiction be learned in engineering education? *IEEE*. https://doi.org/10.1109/ETCM58927.2023.10308982

Lowry, T., y Horn, C. (2010). Jules Verne and the field of the future. *Oil and Gas Journal Latinoamérica*, *16*(4), 26–27.

Menadue, C. B., y Cheer, K. D. (2017). Human culture and science fiction: A review of the literature. *Science Fiction Studies*, 44(1), 1–20.

Rendueles Calvete, M. (2022). *No Metaverse: Investigación y modelados 3D basados en la novela de Neal Stephenson, Snow Crash* [Trabajo de fin de grado, Universitat Politècnica de València]. https://riunet.upv.es/handle/10251/182406

Rodríguez, M. (2011). Los héroes de ciencia ficción de los científicos. *BBC News Mundo*. https://www.bbc.com/mundo/noticias/2011/12/111207_tecnologia_ciencia_ficcion_investigadores_mr

Segall, A. (2007). *Science fiction in engineering instruction: The final frontier?* International Conference on Engineering Education.

Stephenson, N. (1992). *Snow Crash*. Bantam Books.

Suvin, D. (1979). *Metamorphoses of science fiction: On the poetics and history of a literary genre*. Yale University Press.

Zamorano, R. O., Moro, L. E., y Gibbs, H. M. (2011). Aproximación didáctica a la termodinámica con modelos y literatura de ciencia ficción. *Ciência & Educação*, *17*(2), 401–419. https://doi.org/10.1590/S1516-73132011000200010

Creación de una agencia de marketing digital desde la formación universitaria: caso Four Brand

Claudia Camila Achig-Black[1], Mayerli Elizabeth Andrade-Ruiz[1], Melanie Betsabe Cárdenas-Dávila[1], Stalyn Jair Erazo-Maynaguez[1], Carlos Marcelo Borja-Galeas[1]

Resumen

Este artículo analiza la constitución de Four Brand, una agencia de marketing digital fundada por graduados del programa de Marketing Digital de la Universidad Tecnológica Indoamérica. El proyecto comenzó como una experiencia académica y evolucionó en el curso de Creatividad, Emprendimiento y Gestión, donde los estudiantes decidieron transformar un trabajo universitario en un proyecto empresarial real. Al trabajar de manera pragmática y colaborativa, todos los datos se consolidaron en una propuesta de negocio para crear estrategias digitales para pymes en el sector del turismo y la gastronomía. El enfoque fue cualitativo, combinando aprendizaje experiencial, trabajo por proyectos y análisis del entorno comercial. Los resultados destacados incluyen la alineación de un marco de servicios profesionales, la articulación de una propuesta de valor única y la creación de una identidad de marca robusta. Los hallazgos concluyeron que la educación universitaria puede ser un motor real de emprendimiento, donde la competencia técnica, el trabajo en equipo y el propósito personal se expresan claramente. Este es un ejemplo de cómo la Educación Superior se

1 Carrera de Marketing Digital, Facultad de Ciencias Económicas Administrativas y Negocios, Universidad Tecnológica Indoamérica, Quito, Ecuador. cachig2@indoamerica.edu.ec, mandrade41@indoamerica.edu.ec, mcardenas27@indoamerica.edu.ec, serazo3@indoamerica.edu.ec, carlosborja@uti.edu.ec

convierte en algo poderoso, y de cómo una idea puede convertirse en un proyecto y podemos transformarnos en una sociedad con más sostenibilidad y educación.

Palabras clave: agencia creativa, aprendizaje experiencial, Educación Superior, emprendimiento estudiantil, marketing digital.

Introducción

El emprendimiento juvenil ya no es una novedad; su surgimiento desde un entorno académico se ha convertido en un camino crucial para mejorar la innovación y el desarrollo económico. En este contexto, la formación en marketing digital es una oportunidad tangible para convertir el conocimiento en propuestas de valor que puedan integrarse en el mercado actual.

La creciente necesidad de soluciones creativas, personalizadas y asequibles para pequeñas y medianas empresas (pymes) en Ecuador está impulsada por la digitalización, especialmente en los sectores del turismo y la gastronomía. Conscientes de esta realidad, los estudiantes del programa de Marketing Digital de la Universidad Tecnológica Indoamérica fueron formados no solo en herramientas técnicas, sino también en habilidades estratégicas, creativas y emprendedoras.

Basado en una experiencia académica de su curso Creatividad, Emprendimiento y Gestión, el caso describe a Four Brand, una agencia de marketing digital formada por cuatro graduados del programa. Desde esta base, los estudiantes descubrieron una oportunidad de negocio que inculcó la intersección de su disciplina profesional, pasiones individuales y misión compartida. El resultado fue la entrega y creación de un negocio adaptado a su propia estructura, un marco de servicios claro y una propuesta de valor centrada en apoyar a las pymes para encontrarse en el entorno digital.

Este estudio tiene como objetivo comprender el proceso de construcción de la agencia, desde sus inicios en el aula hasta su ejecución en el mercado y detallar los factores académicos, personales y estratégicos para el exitoso establecimiento de la agencia. El estudio está respaldado por una estrategia cualitativa, exploratoria y experiencial para investigar las posibilidades de la Educación Superior para fomentar un emprendimiento real y sostenible desde dentro del aula.

Marco teórico

En los últimos años se ha visto un creciente énfasis en el emprendimiento en la Educación Superior (EES) como plataforma para desarrollar habilidades críticas e innovadoras, con los estudiantes en el centro de estos esfuerzos. Según la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), fomentar estas competencias es una prioridad en varias políticas educativas, ya que dota a los estudiantes de la capacidad para afrontar desafíos complejos en contextos relevantes para sus vidas (Bouckaert, 2023). Las universidades han comenzado a ofrecer programas y proyectos para alentar a los jóvenes a ser críticos, innovadores e independientes.

La importancia de la Educación Superior para fomentar el emprendimiento y la innovación como caminos para la creación de empleo se ha reconocido en el contexto latinoamericano y reafirma el papel de la institución de Educación Superior, como en el caso de la Universidad Técnica Particular de Loja (UTPL). Estas capacidades, en particular, se consideran significativas en entornos fluidos y cambiantes que requieren creatividad y flexibilidad (UTPL, 2023).

El ecosistema digital también ha sido un terreno fértil para el emprendimiento en las universidades. Estudios recientes indican que los estudiantes expuestos a experiencias de aprendizaje contextualizadas en tecnologías digitales tienden a ser más fecundos

en sus ideales y proyectos, particularmente en espacios virtuales (Revista Horizontes, 2022). Asimismo, el modelo EmDigital desarrollado por la Universidad de Murcia evidencia que la formación real en competencias digitales refuerza el perfil emprendedor (Prendes y Castañeda, 2022).

Su importancia estratégica en el ámbito del marketing digital ha sido reconocida debido a su singularidad en cuanto a las oportunidades de posicionamiento de marca en entornos ricos en información. Las audiencias contemporáneas dependen de estrategias basadas en contenido personalizado, automatización de procesos y análisis de datos para mantenerse conectadas y comprometidas (Brunet Publicitat, 2025). La coordinación de los canales digitales permite que las marcas mantengan una presencia relevante y consistente en múltiples plataformas.

Las herramientas digitales adecuadas pueden automatizar procesos, proporcionar resultados medibles y crear mejores relaciones con los públicos objetivo. Algunas herramientas como Google Analytics, Canva o Meta Business Suite mejoran la gestión de contenido y pueden contribuir a construir campañas exitosas en redes sociales (Hootsuite, 2024). Estas herramientas son un diferenciador competitivo, especialmente para *startups* con poco tiempo y dinero.

Con los estudiantes, actualmente, teniendo la responsabilidad de desarrollar sus propias experiencias de aprendizaje, la formación experiencial ha emergido como una de las formas más impactantes de retención del conocimiento en el ámbito del emprendimiento. Kolb (1984) afirmó que el verdadero aprendizaje se lleva a cabo cuando los estudiantes se involucran en el aprendizaje experiencial, que implica el proceso de hacer algo a través de métodos de experiencia concreta, reflexión, abstracción y experimentación activa. Yardley *et al.* (2012) refuerzan esta visión, argumentando que combinar teoría con práctica ayudará a los estudiantes a apreciar su mundo laboral.

Los ecosistemas emprendedores basados en universidades también pueden ayudar a impulsar iniciativas de sostenibilidad. Estos entornos, a los que Silva (2024) se refiere a como "redes dinámicas que proporcionan información sobre los recursos institucionales a los actores clave en el ecosistema (mentores, incubadores, fuentes de financiación, etc.)", combinados, mejoran la madurez de los proyectos y crean un vínculo dinámico entre la universidad y el sector productivo.

Finalmente, las pequeñas y medianas empresas sufren de la ausencia de habilidades digitales. Según Zamora Montenegro (2024), la personalización de contenido y el análisis de datos son esenciales para las pymes que buscan mejorar su posicionamiento y competitividad. Asimismo, según Inova Labs (2024), la automatización y la digitalización de procesos son clave para el crecimiento sostenido de estas empresas, lo que apoya la integración de tales competencias desde la formación académica.

Metodología

La investigación actual está contextualizada a través de un enfoque cualitativo, descriptivo y exploratorio; está dirigida al análisis del proceso de creación de la agencia de marketing digital Four Brand, un negocio desarrollado por graduados del programa de Marketing Digital de la Universidad Tecnológica Indoamérica. El diseño metodológico es un estudio de caso único, ya que el objetivo es obtener una comprensión profunda de una experiencia particular fundamentada en un contexto académico y emprendedor específico.

Los datos fueron recopilados mediante técnicas de observación participante, revisión de evidencias documentales y narrativas reflexivas de los propios fundadores del proyecto, documentando la evolución de cada fase del emprendimiento. Esta observación se llevó a cabo durante el séptimo y octavo semestre del programa

dentro del curso Creatividad, Emprendimiento y Gestión. Además, se analizaron documentos de planificación: plan de negocios, manual de marca, análisis FODA, especialmente el modelo Canvas como la herramienta principal para la estructuración de una empresa.

Utilizando el marco Canvas, se pudieron definir de manera sistemática los nueve bloques constructivos del modelo de negocio: propuesta de valor, segmentos de clientes, canales de distribución, relaciones con los clientes, flujos de ingresos, recursos clave, actividades clave, socios clave, estructura de costos. El análisis usando esta herramienta formó la base para la estrategia del emprendimiento y se realizó como parte del proceso de validación interna en el desarrollo del proyecto. Codesarrollado dentro del equipo, ayudó a reflejar el valor diferencial de Four Brand en el mercado local.

Los análisis se categorizaron con base en los temas principales de cada curso: motivación emprendedora, creación de marca, estructura de equipo, diseño de servicio, validación del modelo de negocio (a través de Canvas) y formalización del negocio. Estas categorías ayudaron a identificar patrones comunes, decisiones estratégicas y lecciones aprendidas de la experiencia. La interpretación se enriqueció con criterios teóricos emitidos por el aprendizaje experiencial (Kolb, 1984; Yardley *et al.*, 2012), emprendimiento universitario (Bouckaert, 2023; UTPL, 2023) y estrategias de marketing digital (Brunet Publicitat, 2025; Hootsuite, 2024) que ayudan a conectar la práctica con referencias académicas. Este enfoque no solo permitió la reconstrucción narrativa del proceso, sino que también facilitó la reflexión sobre las condiciones institucionales, personales y pedagógicas que fueron propicias para la transformación de una idea académica en un emprendimiento tangible con una identidad coherente y una propuesta de valor.

Resultados

La creación de Four Brand permitió observar cómo un entorno académico puede convertirse en una plataforma real de lanzamiento para proyectos emprendedores con identidad propia. A lo largo del proceso, los estudiantes pusieron en práctica conocimientos adquiridos durante su carrera, enfrentándose a decisiones reales que impactaban directamente en la construcción de su marca y en su posicionamiento dentro del mercado local.

Figura 1. Logotipo oficial de la agencia de marketing digital Four Brand

Elaboración: Fundadores de la agencia en el marco del proyecto académico de la carrera de Marketing Digital de la Universidad Tecnológica Indoamérica (2024)

Uno de los principales hallazgos fue la importancia del trabajo colaborativo en la definición del modelo de negocio. A través del lienzo Canvas, el equipo logró estructurar de forma clara y estratégica los elementos clave de su propuesta: su valor diferencial, el público al que querían llegar, los canales de comunicación, las fuentes de ingresos y los recursos necesarios. Esta herramienta se convirtió en una guía útil que acompañó todo el proceso, desde la conceptualización hasta la validación del modelo.

Durante el desarrollo del proyecto, los estudiantes también fortalecieron sus habilidades en diseño de marca, comunicación digital y gestión empresarial. Aprendieron a diseñar servicios atractivos, a entender las necesidades reales de sus clientes potenciales y a adaptar sus estrategias en función del contexto. Estas capacidades no surgieron de la teoría aislada, sino de la experiencia directa, del ensayo y error, y de la toma de decisiones en situaciones reales.

Otro aspecto valioso fue la comprensión del entorno competitivo. Al interactuar con el mercado, los estudiantes identificaron oportunidades, detectaron debilidades en su planteamiento inicial y ajustaron su propuesta de valor en función del *feedback* recibido. Este contacto con la realidad les permitió comprender de forma más profunda los retos del emprendimiento y la importancia de la flexibilidad y la capacidad de adaptación.

Además, el proyecto propició un desarrollo significativo en términos personales. La motivación emprendedora creció al ver cómo una idea podía tomar forma y convertirse en una agencia funcional. Surgieron aprendizajes relacionados con la gestión del tiempo, la comunicación interna del equipo, el liderazgo y la resolución de conflictos. En definitiva, Four Brand fue una escuela dentro de la escuela.

La experiencia también demostró el valor de contar con el acompañamiento docente y con espacios académicos que permitan experimentar sin miedo al error. El entorno de confianza creado por la asignatura permitió que los estudiantes exploraran, propusieran y se equivocaran, sin perder de vista sus objetivos.

En conjunto, los resultados reflejan que integrar metodologías activas y proyectos reales dentro del currículo no solo mejora la formación técnica de los estudiantes, sino que potencia su autoestima, su visión estratégica y su preparación para enfrentar el mundo laboral.

Conclusión

La experiencia de Four Brand refleja el potencial transformador de la formación universitaria cuando se convierte en un terreno fértil para ideas con propósito. Lo que comenzó como un proyecto académico, evolucionó en una agencia real de marketing digital, gracias al compromiso de sus creadores y al uso de metodologías activas como el modelo Canvas y el aprendizaje experiencial. Esta historia demuestra que, con las herramientas adecuadas, el aula puede ser el punto de partida para iniciativas sostenibles con identidad estratégica.

A lo largo del proceso, los estudiantes no solo aplicaron sus conocimientos en diseño de marca, comunicación, marketing digital y gestión empresarial, sino que también aprendieron a navegar las dinámicas reales del mercado. Esta combinación entre teoría y práctica les permitió desarrollar habilidades fundamentales como la toma de decisiones, la resiliencia y la capacidad de innovar frente a los desafíos.

Los resultados hablan por sí solos: la agencia logró posicionarse en el ecosistema digital, con propuestas concretas que responden a necesidades reales. Más allá de los logros tangibles, la mayor ganancia fue el crecimiento profesional y personal de los estudiantes, quienes salieron fortalecidos en competencias emprendedoras y con una visión más clara de su rol en el mundo laboral.

El caso de *Four Brand* es una prueba de que las universidades pueden ser verdaderas incubadoras de emprendimientos cuando se apuesta por metodologías participativas y por una enseñanza que conecta con la realidad. Este tipo de experiencias enriquecen el perfil del estudiante y generan impacto positivo en la comunidad y en el tejido productivo local.

Replicar este enfoque en otras carreras no solo es posible, sino necesario. Vincular la formación académica con la creación de negocios reales es una forma efectiva de activar el talento joven y

de responder a los cambios constantes del entorno. Además, abre puertas a una educación más creativa, dinámica y comprometida con el desarrollo económico y social.

Por eso, es clave que las instituciones de Educación Superior fortalezcan políticas y espacios que promuevan el emprendimiento desde las aulas. No se trata solo de enseñar a emprender, sino de crear las condiciones para que los estudiantes se atrevan a hacerlo, con apoyo, guía y herramientas concretas.

Four Brand es el resultado de una asignatura bien diseñada; es el reflejo de lo que ocurre cuando el conocimiento se pone en acción. Es una invitación a creer en el potencial de los jóvenes y en la capacidad de la universidad para ser un motor de cambio real.

En definitiva, cuando la educación apuesta por la experiencia, la creatividad y la acción, los resultados no solo se ven en el aula, sino también en las calles, en los negocios y en la vida de quienes deciden emprender.

Referencias

Bouckaert, M. (2023). *The assessment of students' creative and critical thinking skills in higher education across OECD countries: A review of policies and related practices* (OECD Education Working Papers N.° 293). OECD Publishing. https://doi.org/10.1787/35dbd439-en

Bravo Silva, J. L. (2024). Relaciones con actores clave del ecosistema emprendedor y de innovación en la Educación Superior. *Comunicación Científica*, (259), 103-117. https://doi.org/10.52501/cc.259.04

Brunet Publicitat (2025). Estrategias de marketing digital en redes sociales: Guía completa para el 2025. *Brunet Publicitat*. https://brunetpublicitat.com/estrategias-de-marketing-digital-en-redes-sociales/

Hootsuite (2024). Herramientas de marketing en redes sociales: la guía completa. *Hootsuite.* https://blog.hootsuite.com/es/herramientas-de-marketing-en-redes-sociales-guia-completa/

Inova Labs (2024). Estrategias de crecimiento para pymes en la era digital. *Inova Labs.* https://inovalabs.es/es/estrategias-crecimiento-para-pymes/

Kolb, D. A. (1984). *Experiential learning: Experience as the source of learning and development*. Prentice Hall.

Prendes, M. P., y Castañeda, L. (2022). *EmDigital: Competencias para el Emprendimiento Digital de los Estudiantes Universitarios*. Universidad de Murcia. https://www.um.es/emdigital/wp-content/uploads/2022/11/Manual-EmDigital.pdf

Revista Horizontes (2022). Emprendimiento digital en estudiantes de Educación Superior. *Revista Horizontes.* https://revistahorizontes.org/index.php/revistahorizontes/article/view/951

UTPL (2023). La Educación Superior impulsa el emprendimiento y la innovación como pilares para la generación de empleo. *UTPL*. https://noticias.utpl.edu.ec/la-educacion-superior-impulsa-el-emprendimiento-y-la-innovacion-como-pilares-para-la-generacion-de-empleo

Yardley, S., Teunissen, P. W., y Dornan, T. (2012). Experiential learning: Transforming theory into practice. *Medical Teacher*, *34*(2), 161–164. https://doi.org/10.3109/0142159X.2012.643264

Zamora Montenegro, A. M. (2024). Estrategias de marketing digital para pequeñas y medianas empresas (pymes). *LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades*, *5*(5), 3590–3602. https://doi.org/10.56712/latam.v5i5.2881

TitíApp©: adaptación UX para el afianzamiento de la lectoescritura en Colombia

Andrés Caicedo-López[1]

Resumen

La presente investigación se enfoca en un estudio referente al proceso de adaptación, implementación y validación de la herramienta para recuperación psicopedagógica TitíApp© al entorno de formación educativa de la República de Colombia, bajo el propósito de afianzar las competencias de lectoescritura en los estudiantes de Educación Básica. Esta herramienta interactiva, concebida en Ecuador, se ha mostrado como una alternativa efectiva para la intervención en la recuperación de procesos psicopedagógicos. Bajo ese contexto, esta investigación se enfoca de manera particular en la adaptación de la interfaz visual y terminología utilizada a lo largo de los ejercicios pedagógicos, para adecuar la plataforma interactiva a la cultura y realidad colombiana, obedeciendo a conceptos de usabilidad que promuevan una acertada experiencia de uso. Para el efecto se aplicó una metodología mixta, que parte del análisis del contexto cultural de la localidad para la adaptación de la interfaz que responda a las expectativas contextuales del usuario, y se ejecutó un análisis de la terminología empleada en los ejercicios para adaptarla a lingüística local. Esto se complementa con entrevistas a tutores, testeos de usabilidad con estudiantes y mediciones repetidas. Se cierra con la presentación de resultados y discusión donde se confirman los hallazgos de la nueva herramienta

1 Carrera de Diseño de Medios Interactivos, Facultad de Arquitectura, Diseño y Artes, Universidad Indoamérica, Quito, Ecuador. andrescaicedo@uti.edu.ec

que la sostienen como una alternativa viable y pertinente para ser aplicada en contextos educativos similares a la de su plataforma matriz, siendo un modelo perfectamente replicable para otros contextos de Latinoamérica.

Palabras clave: TitíApp, adaptación UX, lectoescritura, usabilidad, tecnología educativa.

Introducción

En las etapas iniciales de la educación en países de Latinoamérica, la alfabetización representa todo un desafío. En casos puntuales como el de Colombia, según datos del Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación (ICFES, 2022), dentro de los estudiantes de tercer grado, un 46% presenta problemas para entender la información que se expone en los textos académicos y el 38% no logra comprender en líneas generales la idea principal de lo leído. La pandemia en 2019 agravó el problema a causa del repentino cierre de centros educativos (UNESCO, 2021), lo que afectó considerablemente a la población infantil respecto a su formación escolar, siendo la del área rural la más afectada. A pesar de los esfuerzos por implementar herramientas que fortalezcan los procesos de enseñanza–aprendizaje, la brecha entre el proceso lectoescritor y los insumos disponibles aún es evidente.

Con el objetivo de acortar dicha brecha que ha ocasionado un rezago en la educación básica, la tecnología se ha presentado en el último tiempo como una alternativa de apoyo para robustecer los procesos de lectoescritura, específicamente. Sin embargo, varias de estas propuestas digitales no han sido concebidas desde una perspectiva planificada y orientada específicamente al público consumidor, siendo caracterizadas por temáticas genéricas, lingüística aleatoria y sobre todo careciendo de un enfoque en el contexto y diversidad cultural en la que el individuo que la utiliza se encuentra diariamente (Caballero-González y García-Peñalvo, 2022).

Así como en Ecuador, en Colombia surge la necesidad de implementar en el plan curricular insumos tecnológicos que se adapten al léxico de los estudiantes, lugar natal, flora, fauna de la localidad y particularidades culturales propias de la región. Una propuesta a nivel de la región continental es la herramienta digital para recuperación psicopedagógica TitíApp©, desarrollada en Ecuador, la cual, con un enfoque lúdico, dentro de la categoría de "juego serio", ha evidenciado, mediante diversas investigaciones, resultados favorables en la recuperación psicopedagógica (Gordón y Caicedo, 2024), siendo aplicada en 19 centros de formación básica en el país de origen, favoreciendo a 1 800 estudiantes aproximadamente. Esta plataforma, bajo un detallado proceso de adaptación, podría convertirse en una alternativa para los espacios formativos de Colombia, en cuanto a lectoescritura se refiere.

Este estudio plantea responder la interrogante de: ¿cómo afecta la adaptación de la interfaz y terminología de TitíApp© a la realidad de Colombia en la experiencia de uso y afianzamiento de la lectoescritura en la población infantil? Bajo este cuestionamiento, se visualiza como objetivo adaptar la herramienta para su posterior implementación y validación, con un enfoque en el rediseño de la interfaz visual y reconfiguración de la terminología empleada para la presentación de ejercicios que contribuyen a la mejora de la lectoescritura. En ese sentido, este estudio se fundamenta en la posibilidad de aportar en la innovación pedagógica a partir de la implementación de tecnologías para la educación que tengan como característica una narrativa contextualizada al usuario destino, generando así una experiencia significativa tanto para docentes como estudiantes, más allá de simplemente modificar elementos visuales y textos. Es así que se propone un modelo que pueda ser reproducido a lo largo de la región como una alternativa para el aula. De igual manera, se reflexiona acerca de cómo los procesos de diseño enfocados en el usuario destino potencian las tecnologías (Norman y Nielsen, 2020) empleadas para la recuperación lectoescritora.

Marco teórico

La creación de plataformas digitales que se adapten a los espacios educativos debe obedecer a variables que van mucho más allá de la funcionalidad o tecnología empleada. Uno de los tantos factores a atender es el enfoque centrado en quien hará uso de la herramienta, considerando sus particularidades lingüísticas, su entorno, cultura, elementos y escenarios propios del lugar donde se desenvuelve. Bajo este contexto, es de vital importancia para el éxito de la propuesta digital apoyarse en diversos conceptos que converjan en la creación de experiencias de uso (UX) efectivas y satisfactorias, específicamente en públicos cuya atención deba ser captada de manera pronta y permanente.

El modelo de diseño centrado en el usuario (DCU) planteado por Norman y Nielsen (2020) busca un enfoque en criterios de usabilidad y utilidad como características relevantes de la solución tecnológica. Plantea que el éxito o fracaso de un producto digital depende principalmente de su capacidad para adaptarse a las limitaciones, expectativas y necesidades del usuario destino. Este modelo y su aplicación en los contextos de formación conlleva a considerar, entre algunas cosas, el nivel de alfabetización digital, condiciones socioculturales y capacidades cognitivas de quienes harán uso de la herramienta digital de apoyo. Es así que este enfoque, planteado para responder a las necesidades del usuario, ha sido ampliamente empleado en las dinámicas de rediseño y reconfiguración de varias herramientas para la educación, lo que ha permitido una sustancial mejora. Esto se ha evidenciado en pruebas con usuario y la aplicación de procesos iterativos para mejora continua de estas plataformas (Silva *et al.*, 2020).

Así también, Garret (2011) plantea una estructura de diseño que se enfoca puntualmente en cubrir las necesidades del usuario a partir de cinco etapas: estrategia, alcance, estructura, esqueleto y superficie. Esto permite planificar el proceso de diseño partiendo

del planteamiento de objetivos, hasta finalizar en la implementación de la solución, lo cual resulta extremadamente útil para la adaptación de plataformas digitales, ya que esta estructura permite enfocarse en la mejora de la compresión lectora, la definición y los alcances funcionales de la herramienta, la estructura de contenidos, las formas de navegación e interacción, los elementos de la interfaz y el sistema de diseño. Todo este proceso que busca sobre todo proponer una UX favorable, se complementa con principios de accesibilidad que rompan barreras que interfieran entre el usuario y la plataforma digital. Para el efecto existen normativas propuestas por el Consorcio que rige la web (W3C, 2018) en los lineamientos de accesibilidad versión 2.1 (WCAG); estas sugieren la aplicación de prácticas que garanticen que todas las personas, indistintamente de sus diversidades, puedan acceder a las herramientas digitales de forma sencilla y efectiva. Esto toma relevancia cuando se diseña un *software* enfocado en usuarios con limitaciones tecnológicas, de acceso a servicios como internet o con necesidades educativas particulares.

Finalmente, varios estudios al respecto, como los planteados por Ferreira *et al.* (2021) y Holmes *et al.* (2022), enfatizan que las plataformas con enfoque en el usuario destino, con características accesibles y adaptativas, promueven una mayor efectividad cuando de mejorar el aprendizaje se trata. Todo esto se respalda por el enfoque establecido en la presente investigación y la importancia de adaptar y validar continuamente las tecnologías para el aula, como es el caso de TitíApp©, y su posibilidad de aplicarla a gran escala cubriendo, puntualmente en esta ocasión, el contexto educativo colombiano.

Metodología

Para el estudio se aplicó un enfoque metodológico mixto donde, en su fase inicial (cualitativa), se desarrollaron entrevistas semiestructuradas a diez docentes conocedores del contexto colombiano, con el objetivo de comprender sus percepciones respecto a

tecnología para el aula. Esto permitió identificar categorías como adaptación curricular, facilidad de uso y entorno cultural. Se analizó el contexto colombiano para obtener insumos que permitan adaptar visualmente la herramienta TitíApp© en lo que respecta a su especie animal representativa, caracterización de personajes, mapa, regiones naturales y especies en peligro de extinción. Seguido de esto, se analizó la base de ejercicios para ajustar la terminología, adaptándola al contexto y al conocimiento del público destino. Más adelante, con la nueva propuesta, se ejecutaron testeos de usabilidad con una muestra intencionada a doce estudiantes dentro del rango al que está dirigida la herramienta, para registrar el comportamiento en el proceso de navegación, asimilación de la interfaz y tiempo de resolución de ejercicios. Esto se complementó con la aplicación de un cuestionario SUS (System Usability Scale) que permitió medir de manera estandarizada la percepción del usuario. En una siguiente fase (cuantitativa), se simuló la intervención de la herramienta con una muestra de 30 estudiantes familiarizados con el contexto colombiano, para medir de manera masificada la experiencia con la aplicación y verificar los tiempos de ejecución del nivel fácil repartido en 4 sesiones de 24 ejercicios cada una, evidenciando así la desviación estándar en el proceso de interacción. Para cerrar, se correlacionaron los hallazgos para validar la eficacia, aceptación y alineación de la nueva herramienta con los requerimientos académicos y del usuario.

Figura 1. Proceso de adaptación de la herramienta TitíApp© versión Colombia

Resultados

Se presentan los resultados obtenidos, que evidencian la aceptación de la herramienta y su adaptación al contexto colombiano desde los enfoques visuales y motivacionales. Este ajuste generó un ambiente favorable en la participación activa del usuario respecto a la resolución de ejercicios.

Figura 2. Adaptación interfaz TitíApp© versión Colombia

Como resultado inicial, se presenta (Figura 2) la modificación visual de la interfaz de TitíApp© adaptada a las particularidades del país donde se insertará. Para el efecto, se realizaron ajustes como implementación de nueva especie representativa como acompañante en el proceso, adecuación de "avatars" con rasgos culturales de Colombia, reconfiguración de las regiones naturales y listado de especies en peligro de extinción, revisión y modificación de la terminología empleada en los ejercicios (por ejemplo, rosca, en Colombia no suele usarse; puede llegar a referirse a un pan, o una persona que por medio de influencias consiga mejores tratos o beneficios).

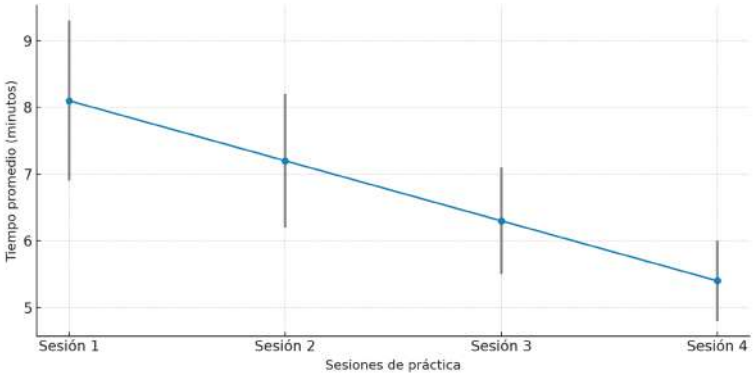
Tabla 1. Resultados del cuestionario SUS (System Usability Scale)

Ítem evaluado	Valor promedio (escala 1-5)
Facilidad de aprendizaje inicial	4.5
Integración de funciones	4.4
Facilidad de uso general	4.6
Confianza al usar la herramienta	4.3
Interfaz agradable y amigable	4.8
Facilidad para encontrar funciones	4.2
Complejidad de la herramienta	1.8* (valor invertido)
Consistencia de la experiencia	4.5
Necesidad de apoyo externo	2.0* (valor invertido)
Satisfacción general	4.7

**Los indicadores con escala invertida se recodificaron para obtener una interpretación positiva*

El puntaje SUS promedio marca 8.6/10, lo que se considera dentro del rango de usabilidad como "excelente"; esto está basado en los estándares planteados por Broke (1996) y aplicado a los ecosistemas de la educación digital, según lo explican Silva *et al.* (2020).

Figura 3. Tiempo promedio de resolución de ejercicios del nivel fácil por sesión



Se observa una descendente constante respecto del tiempo de ejecución de los ejercicios en el nivel fácil, distribuidos en 4 sesiones con 24 ejercicios cada una; es la consecuencia de una familiarización con la interfaz, logrando que la desviación disminuya y una dispersión reducida en el proceso de interacción.

Tabla 2. Resultados de entrevistas a docentes (análisis por categorías)

Categoría	Comentario representativo	Frecuencia (n = 10)
Facilidad de uso	"Los estudiantes entendieron rápidamente cómo interactuar sin ayuda extra".	9
Pertinencia cultural	"El mapa adaptado generó que los niños se sientan identificados".	8
Adaptación curricular	"El lenguaje y los ejercicios se ajustan a los requerimientos del aula".	7
Motivación del alumno	"El estudiante presenta motivación e interés por trabajar con la aplicación".	9
Barreras tecnológicas	"Al no requerir conexión constante, la herramienta se adapta a contextos rurales".	6

Este análisis (Tabla 2) muestra que la percepción por parte de los docentes fue favorable respecto a la propuesta y la inclusión de nuevas tecnologías en el aula, donde se resalta su adaptabilidad pedagógica y contextual. Lo mismo ocurre respecto a la ruptura de barreras tecnológicas como la conexión a internet, ya que la herramienta original de la cual parte la nueva propuesta no requiere conectividad constante.

Discusión

La adaptación de la plataforma demuestra lo fundamental de aplicar el enfoque de diseño UX en el desarrollo de tecnologías contextualizadas para el aula. Su adecuación tanto visual como

lingüística promueve la apropiación y familiarización con la herramienta por parte de los actores del proceso. Así también, la consideración de los entornos culturales de la localidad suscita una motivación intrínseca. Las evaluaciones de usabilidad reafirman la teoría de que una interfaz accesible, usable y adaptada a los requerimientos y necesidades del usuario reduce la carga cognitiva, favoreciendo un aprendizaje más activo; se alinea con lo que establecen Silva *et al.* (2020), quienes hacen especial énfasis en que las plataformas interactivas deben obedecer a procesos de mejora continua para garantizar su efectividad.

Lo detallado anteriormente se alinea con los estudios generados por Holmes *et al.* (2022) y Ferreira *et al.* (2021), quienes subrayan la efectividad de las herramientas digitales dentro de la educación que obedece a una contextualización desde todos los enfoques; destacan que los entornos digitales basados en metodologías DCU contribuyen a una mayor retención de la información y participación activa. Así también, la adaptación del lenguaje mejora sustancialmente la compresión de las instrucciones y enriquece el léxico del participante. De igual manera, los procesos de validación con usuarios aseguran una correcta adaptación de la interfaz, a pesar de que se trabajó con un número limitado de participantes y con intervenciones relativamente cortas. Para procesos futuros, se plantea realizar una valoración en aula, ampliándola a regiones locales con mayor diversidad lingüística, incluyendo zonas que presentan dificultades tecnológicas.

En resumen, se concluye que la adaptación contextual de la plataforma educativa, bajo principios y conceptos de diseño de experiencia promueve un mayor impacto y efectividad en lo que respecta a la aplicación de tecnología en los procesos de formación. Así, se promueve la alfabetización temprana y se fortalece el sentido de pertenencia por parte de los actores del proceso; es decir, docentes y estudiantes que buscan en la tecnología nuevas alternativas para cubrir las etapas de recuperación lectoescritora.

Conclusión

Este estudio explica la adaptación de la herramienta TitíApp© a la realidad de Colombia, afirmando que es posible la transferencia tecnológica bajo conceptos de accesibilidad y diseño UX. Es importante continuar con evaluaciones continuas para medir la efectividad y el impacto de la herramienta en el contexto educativo colombiano. Desde el punto de vista académico, la plataforma interactiva demuestra ser un soporte complementario al proceso de mejora lectoescritora, fomentando habilidades debido a que su estructura, interfaz clara e intuitiva, aplicación de ejercicios y generación de reporte permiten integrarla de manera fácil a prácticas pedagógicas desarrolladas en el aula, incluso en contextos rurales donde las limitaciones de conexión y tecnología se convierten en barreras para el desarrollo de la educación.

Desde una perspectiva de política educativa, tanto este estudio como análisis previos de la plataforma TitíApp© a nivel global respaldan la posible inclusión de la herramienta en las estrategias locales de alfabetización inicial. Los organismos gubernamentales pueden considerar esta propuesta en sus planificaciones anuales para nivelación y recuperación, de manera especial en los sectores más vulnerables donde los problemas psicopedagógicos son más evidentes. Así también, al estar la plataforma basada en enfoques de diseño accesible y centrado en el usuario destino, esto puede contribuir a reafirmar las políticas que buscan la equidad y la inclusión en lo que respecta al acceso de tecnologías educativas.

Para concluir, el modelo que caracteriza a TitíApp© se basa en el enfoque de escalabilidad tal cual lo establecen Buckingham Shum y Luckin (2019) cuando se refieren a una implementación educativa fundamentada en tecnologías y aprendizaje adaptativo. Este modelo puede servir como referencia para los procesos de formación educativa en otros países de la región que presentan realidades lingüísticas y culturales similares. La flexibilidad de la

plataforma y su estructura de codificación facilita su implementación en diversos contextos culturales, lo que la convierte en una alternativa para programas educativos con alcance nacional o, en su defecto, regional. De esta forma, la adaptación de la herramienta al entorno colombiano no solo reafirma su efectividad, sino que abre nuevas posibilidades hacia futuras investigaciones que potencien la plataforma y los procesos de formación básica.

Referencias

Ahmad, M. O., Markkula, J., y Oivo, M. (2021). Kanban in software engineering: A systematic mapping study. *Journal of Systems and Software,* 176, 110925. https://doi.org/10.1016/j.jss.2021.110925

Buckingham Shum, S., y Luckin, R. (2019). Learning analytics and AI: Politics, pedagogy and practices. *British Journal of Educational Technology, 50*(6), 2785–2793. https://doi.org/10.1111/bjet.12880

Caicedo, A., y Gordón, J. (2022). Evaluation of usability and accessibility of the interactive tool for psychopedagogical recovery: TitíApp. *IHIET 2022: Artificial Intelligence & Future Applications*, 68.

Ferreira, M. J., Sousa, M. J., y Martins, J. (2021). UX research and testing in education: Challenges in digital learning design. *Education and Information Technologies,* 26, 6887-6905. https://doi.org/10.1007/s10639-021-10589-7

Garrett, J. J. (2011). *The elements of user experience: User-centered design for the web and beyond (Segunda Edición)*. New Riders.

González-Cano, M., Pérez-Pueyo, Á., y Calderón, A. (2023). Evaluación lectora digital: adaptación del test TALE a entornos virtuales. *Revista de Investigación Educativa, 41*(1), 89-108. https://doi.org/10.6018/rie.528821

Gordón, J., y Caicedo, A. (2024). Titi App, una aplicación interactiva para la recuperación de la lectura y escritura. Memorias I Congreso Nacional de Psicología de la infancia y la adolescencia. Edinun.

Holmes, W., Bialik, M., y Fadel, C. (2022). *Artificial intelligence in education: Promises and implications for teaching and learning.* Center for Curriculum Redesign.

Martínez, L., y Tello, I. (2022). Herramientas diagnósticas en el aula digital: una aproximación desde la educación personalizada. *Educación XXI, 25*(1), 155–174. https://doi.org/10.5944/educxx1.28722

Norman, D. A., y Nielsen, J. (2020). The definition of user experience (UX). *Nielsen Norman Group*. https://www.nngroup.com/articles/definition-user-experience/

Paredes, J. E., Luján-Mora, S., y Duran, G. (2020). Evaluación de plataformas educativas basadas en usabilidad y accesibilidad: Un enfoque ágil. *Revista Electrónica de Investigación Educativa, 22*(3), 1–14. https://doi.org/10.24320/redie.2020.22.e03.2373

Silva, A. F., Magalhães, R., y Abrantes, J. L. (2020). User-centered design and usability evaluation of a digital educational platform. *Education Sciences, 10*(11), 311. https://doi.org/10.3390/educsci10110311

Toro, J., y Cervera, J. (1984). *TALE: Test de análisis de la lectura y escritura.* CEPE.

World Wide Web Consortium (W3C). (2018). Web Content Accessibility Guidelines. *(WCAG) 2.1*. https://www.w3.org/TR/WCAG21/

Zapata, M., Gordón, J., Caicedo, A., y Alvarez-Tello, J. (2021). Social robotic platform to strengthen literacy skills. International Conference on Applied Human Factors and Ergonomics, 143-149. Springer.

La inteligencia artificial en la educación ecuatoriana: una revisión sistemática de su impacto en la enseñanza y el aprendizaje

Jorge Cerón-Gordón[1], Angie Anchundia-Calero[2], Wilper Zapata-Caiza[2], Juan Guzmán-Herbozo[3]

Resumen

La presente investigación analiza el impacto de la inteligencia artificial (IA) en la educación ecuatoriana, destacando su influencia en la enseñanza y aprendizaje. A través de una revisión sistemática de estudios recientes, se identifican las principales aplicaciones de la IA en el ámbito educativo, como personalización del aprendizaje, evaluación automatizada y apoyo a estudiantes con necesidades especiales. Además, se discuten los desafíos éticos y técnicos asociados con la implementación de estas tecnologías en el contexto ecuatoriano. En Ecuador, su adopción ha sido gradual, impulsada por iniciativas gubernamentales y privadas que buscan integrar estas herramientas en el ámbito educativo. Los resultados sugieren que, aunque la IA tiene un gran potencial para transformar la educación, su adopción requiere un enfoque estratégico, al igual que su implementación, ya que enfrenta desafíos significativos,

1 Maestría en Administración de Empresas MBA Programa de Habilidades Múltiples, Centro de Posgrados, Escuela Politécnica del Ejército, Ambato, Ecuador. jorgeceron@uti.edu.ec

2 Ingeniería en Sistemas de Información, Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas, Universidad Técnica de Cotopaxi, Quito, Ecuador. amaranchundiacalero@gmail.com, zapatacaizawilperdavid@gmail.com

3 Maestría en Docencia Universitaria y Administración Educativa, Facultad de Ciencias de la Educación, Universidad Tecnológica Indoamérica, Ambato, Ecuador. juanguzman@uti.edu.ec

como la infraestructura tecnológica limitada, la falta de capacitación docente, la falta de ética relacionada con la privacidad y el acceso equitativo a la educación.

Palabras clave: inteligencia artificial, educación, Ecuador, enseñanza, aprendizaje.

Introducción

La transformación digital en la educación ha dado paso a una nueva era en los procesos de enseñanza-aprendizaje y la inteligencia artificial (IA) se posiciona como una de las tecnologías más influyentes en esta evolución. En Ecuador, su implementación aún se encuentra en una fase inicial, pero con un creciente interés por parte de instituciones educativas, docentes y organismos gubernamentales. Según Arévalo-Chávez (2024), la IA ha comenzado a introducirse en las aulas a través de plataformas de aprendizaje y asistentes virtuales, permitiendo experiencias personalizadas que mejoran el rendimiento académico de los estudiantes.

No obstante, esta evolución tecnológica no está exenta de desafíos. La falta de infraestructura tecnológica, la escasa formación docente en el uso de herramientas basadas en IA y las preocupaciones sobre la privacidad de los datos representan barreras significativas. Ante este escenario, surge la pregunta: ¿cómo está impactando la inteligencia artificial en los procesos de enseñanza y aprendizaje en el sistema educativo ecuatoriano? Para responder a esta interrogante, la presente investigación tiene como objetivo analizar el impacto de la IA en la educación de Ecuador; identifica sus aplicaciones más relevantes, sus beneficios y los obstáculos que limitan su adopción positiva.

De este modo, la importancia de abordar este tema parte del potencial transformador de la IA para reducir brechas educativas y garantizar un aprendizaje más inclusivo e igualitario. Tal como señala Porter (2022), estas tecnologías permiten retroalimentaciones

más precisas, promoviendo estrategias pedagógicas centradas en el estudiante. Además, puede representar una oportunidad única para mejorar el acceso a la educación en contextos vulnerables, siempre que existan políticas públicas que aseguren su uso ético (UNESCO, 2022).

Este artículo reflexiona sobre el papel actual de la IA en la educación ecuatoriana desde un enfoque crítico y contextualizado; además, busca explorar cómo está siendo utilizada en el contexto educativo del país, identificando tanto los beneficios como desafíos que enfrenta su adopción. Primero, se expondrán antecedentes y conceptualizaciones clave que permiten comprender el alcance de la temática. Luego, se presentarán posturas académicas y sociales en torno a su aplicación educativa. Finalmente, se abordarán los objetivos del estudio, que consisten en evaluar el estado actual de la IA en la educación nacional, sus efectos sobre los actores del sistema educativo y las condiciones necesarias para su implementación responsable.

La sección siguiente desarrollará el marco teórico, donde se revisarán los conceptos fundamentales y estudios previos sobre la inteligencia artificial en el ámbito educativo. A partir de esta base, el artículo profundizará en la metodología utilizada para la revisión sistemática de literatura, seguida por la presentación de los resultados, su discusión crítica y, finalmente, las conclusiones que resumen los principales hallazgos y proponen líneas de acción futuras.

Metodología

El presente estudio adopta un enfoque metodológico basado en la revisión sistemática de la literatura existente, con el fin de analizar el impacto de la inteligencia artificial (IA) en la educación en Ecuador. Se desarrolló mediante el modelo PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses), que

proporciona una estructura rigurosa para el análisis y recopilación de estudios científicos relevantes sobre el tema en estudio.

La investigación se estructuró en una secuencia de cinco etapas: (1) definición de la problemática de investigación, (2) formulación de los criterios de inclusión y exclusión, (3) búsqueda sistematizada en bases de datos, (4) selección y evaluación de las fuentes, (5) análisis e interpretación de resultados.

Fueron considerados criterios de inclusión los estudios publicados entre 2023 y 2025 que abordaran uso, beneficios o desafíos de la IA en la educación ecuatoriana. Se excluyeron fuentes duplicadas o que se enfocaban en la investigación de otros países y no explícitamente de Ecuador.

Para la búsqueda académica se utilizaron plataformas como Google Scholar, Scopus y el Repositorio Institucional de la Universidad Tecnológica Indoamérica. Las búsquedas se realizaron a través de las siguientes palabras clave: inteligencia artificial, educación ecuatoriana, personalización del aprendizaje, tutorías inteligentes, evaluación automatizada y aprendizaje adaptativo. Para organizar la información se construyó una matriz de análisis en Microsoft Excel, donde se clasificaron los artículos seleccionados según: año de publicación, autores, tipo de estudio, nivel educativo abordado, principales hallazgos, beneficios, desafíos y recomendaciones.

Los recursos utilizados incluyeron acceso a bibliotecas digitales, herramientas de organización documental como Mendeley y tiempo de trabajo colaborativo entre los autores del estudio. No se contó con financiamiento externo, por lo que los medios empleados fueron autogestionados. El contexto en el que se enmarca esta revisión responde a la necesidad urgente de modernizar la educación ecuatoriana mediante tecnologías emergentes, en un país caracterizado por desigualdades en el acceso a infraestructura digital, especialmente en zonas rurales (León Espinoza, 2024).

Entre los factores que facilitaron el desarrollo de esta revisión se destacan el acceso a bibliografía actualizada, la disponibilidad de bases de datos científicas y la experiencia investigativa de los autores. Como elementos limitantes, se identificó la escasa cantidad de estudios específicos del contexto ecuatoriano, así como la variabilidad en la profundidad analítica de los artículos disponibles, lo que exigió un riguroso proceso de selección y validación.

Marco teórico

Dentro del ámbito de la IA en la educación ecuatoriana, una de las instituciones pioneras es la Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL), que desde 2007, ha impulsado programas de investigación dirigidos a la aplicación de tecnologías emergentes en la educación, a través de su Centro de Tecnologías de la Información. Entre estos programas, se destacan "Tecnología como asistente inteligente" y "Tecnologías para la enseñanza y el aprendizaje", los cuales han explorado el uso de arquitecturas cognitivas y agentes inteligentes como tutores o asistentes en entornos educativos (Apolo Buenaño, 2024).

La inteligencia artificial aplicada en la innovación educativa en el proceso de enseñanza y aprendizaje

De acuerdo con Magallanes Ronquillo (2023), la IA ha mejorado la interacción entre estudiantes y docentes mediante el uso de *chatbots* y asistentes virtuales, facilitando la resolución de dudas y el acceso a materiales educativos de manera más eficiente. Además, se identificó que la IA permite una evaluación más precisa del comportamiento y desempeño de los estudiantes, lo que ayuda a personalizar el proceso de enseñanza.

El estudio también señala que, aunque la IA ofrece múltiples beneficios, su implementación enfrenta desafíos como la falta de

capacitación docente y la necesidad de una infraestructura tecnológica adecuada. Para garantizar una aplicación efectiva, se recomienda desarrollar estrategias que equilibren los beneficios con los desafíos y promuevan un uso responsable de la IA en la educación.

El impacto de la inteligencia artificial en la educación ecuatoriana

La investigación realizada por Gómez-Mendoza (2024) destaca que la inteligencia artificial (IA) está transformando significativamente el panorama educativo en Ecuador. Uno de los principales beneficios identificados es su capacidad para personalizar el aprendizaje, adaptándose a las necesidades individuales de los estudiantes. Esto se logra mediante plataformas de aprendizaje adaptativo que ajustan el contenido y el ritmo según el progreso y las habilidades de cada alumno. Además, la IA ha mejorado la retroalimentación educativa, permitiendo a los docentes identificar áreas de mejora en tiempo real y diseñar estrategias pedagógicas más efectivas.

Otro aspecto relevante es el desarrollo de recursos educativos innovadores, como asistentes virtuales y sistemas de tutoría inteligente, que facilitan el acceso al conocimiento y apoyan al estudiantado en su proceso de aprendizaje. Asimismo, el artículo subraya cómo la IA está promoviendo la inclusión educativa al proporcionar herramientas que ayudan a estudiantes con discapacidades o necesidades especiales a superar barreras de aprendizaje.

Sin embargo, también se mencionan desafíos importantes, como la necesidad de capacitar a los docentes en el uso de estas tecnologías. A pesar de estos obstáculos, el artículo concluye que la IA tiene un enorme potencial para transformar la educación en Ecuador, siempre y cuando se implementen políticas públicas que garanticen su acceso equitativo y sostenible.

Avances, desafíos y perspectivas futuras de la inteligencia artificial en la educación

Según Espinoza (2014), la IA ha mejorado significativamente la adquisición de competencias digitales en los estudiantes, facilitando el acceso a herramientas de aprendizaje adaptativo y tutorías automatizadas. Además, se ha observado que contribuye a la mejora del rendimiento académico al proporcionar retroalimentación personalizada y optimizar las prácticas de evaluación educativa.

Sin embargo, el estudio también señala desafíos importantes, como la privacidad de los datos y la equidad en el acceso a la educación. La implementación de IA en las aulas requiere una infraestructura tecnológica adecuada y la capacitación de docentes para garantizar su uso efectivo. Es así como el artículo resalta que, aunque la IA tiene un gran potencial para transformar la educación, es fundamental abordar los desafíos éticos y técnicos para maximizar sus beneficios en el contexto ecuatoriano.

La inteligencia artificial y el desempeño académico de los estudiantes de Bachillerato en Ecuador

La inteligencia artificial permite personalizar el aprendizaje, adaptándose a las necesidades individuales de los estudiantes. Esto se logra mediante herramientas que proporcionan retroalimentación en tiempo real, ayudando a identificar áreas de mejora del alumnado y optimizar su rendimiento académico. Además, la IA mejora la motivación y la satisfacción de los estudiantes al ofrecer experiencias de aprendizaje más dinámicas y adaptativas.

En su investigación, Intriago (2024) señala que, aunque la IA tiene un gran potencial, su implementación enfrenta desafíos significativos. Entre ellos se encuentran la falta de infraestructura tecnológica adecuada en algunas instituciones educativas y la

resistencia de los docentes, quienes a menudo carecen de formación para integrar estas tecnologías en sus prácticas pedagógicas. Asimismo, se destaca la importancia de adaptar las herramientas de IA al contexto cultural y local ecuatoriano para garantizar su efectividad. De este modo, el estudio subraya que una implementación exitosa de la IA en la educación secundaria requiere un enfoque integral que considere estos desafíos y promueva soluciones adaptadas a las necesidades específicas del sistema educativo ecuatoriano.

Vista de inteligencia artificial en la educación: desafíos en la práctica docente

Este artículo examina cómo los docentes perciben la inteligencia artificial en la educación entre 2020 y 2024. Se utilizaron 53 estudios siguiendo el modelo PRISMA para analizar perspectivas, beneficios y desafíos. Entre los hallazgos más destacados están los resumidos en la Tabla 1.

Tabla 1. Hallazgos sobre el empleo de la IA en la práctica docente

Categoría	Descripción
Beneficios percibidos	Los docentes valoran la IA por su capacidad para personalizar el aprendizaje y optimizar tareas administrativas.
Principales preocupaciones	Se mencionan problemas de privacidad, equidad en el acceso y limitaciones técnicas.
Necesidad de formación continua	Se enfatiza la importancia de capacitar a los docentes y garantizar igualdad de acceso a las tecnologías de IA.
Impacto positivo en el aprendizaje	Se identifica que la IA puede mejorar la personalización del aprendizaje y el seguimiento del rendimiento de los estudiantes.
Preocupaciones sobre privacidad	Los docentes expresaron inquietudes sobre el manejo de datos y la protección de la información de los estudiantes.
Rol del docente	Se resalta que la IA debe complementar, no reemplazar, la enseñanza tradicional, manteniendo el papel clave del docente en el proceso educativo.

Resultados

Los resultados de esta revisión sistemática permiten identificar que la implementación de la inteligencia artificial (IA) en el sistema educativo ecuatoriano ha generado un impacto significativo en la personalización de los procesos de enseñanza y aprendizaje. En primer lugar, se reconoce que las plataformas de aprendizaje adaptativo han facilitado una educación más enfocada en el estudiante, ajustando contenidos, ritmos y niveles de dificultad de acuerdo con sus necesidades específicas (Jadán-Guerrero, 2024). Esta capacidad de adaptación ha incrementado la motivación y compromiso de los estudiantes, especialmente en niveles de educación básica-media.

En segundo lugar, una de las ventajas más valoradas por los docentes es la retroalimentación proporcionada por los sistemas de IA, la cual permite una evaluación continua del rendimiento académico (Porter, 2022). Además, la automatización de tareas administrativas ha liberado tiempo para que los educadores se concentren en la planificación pedagógica y acompañamiento emocional de los estudiantes (Jara Alcivar, 2024).

En tercer lugar, los resultados muestran avances significativos en términos de inclusión educativa. Herramientas como asistentes virtuales, tecnologías de lectura de voz y plataformas accesibles han permitido atender a estudiantes con discapacidades o necesidades educativas especiales, contribuyendo a reducir brechas en el acceso al conocimiento (UNESCO, 2022). Estas tecnologías han sido especialmente útiles en contextos urbanos, donde existen mejores condiciones tecnológicas para su aplicación. Sin embargo, la revisión también revela barreras importantes que dificultan la implementación efectiva de la IA en el país. Entre las más recurrentes se encuentran la falta de infraestructura tecnológica en zonas rurales, conectividad limitada y escasa formación del profesorado en el uso pedagógico de herramientas digitales (Arévalo-Chávez, 2020). A ello se suman la privacidad de los datos

estudiantiles, el consentimiento informado y el riesgo de sesgos algorítmicos, aspectos que carecen aún de un marco normativo consolidado en el contexto ecuatoriano.

Finalmente, los estudios analizados coinciden en que para alcanzar una integración efectiva de la IA en la educación ecuatoriana es necesario establecer políticas públicas claras, fortalecer la formación docente en competencias digitales y garantizar la equidad en el acceso a estas tecnologías. Solo a través de una visión estratégica y colaborativa será posible aprovechar plenamente el potencial de la inteligencia artificial como motor de innovación pedagógica y justicia educativa.

Los hallazgos indican que la IA se utiliza principalmente para personalizar el aprendizaje, mejorar la evaluación de los estudiantes y proporcionar apoyo a aquellos con necesidades especiales. Sin embargo, también se identificaron barreras significativas, como la falta de infraestructura tecnológica y la necesidad de capacitación docente.

Tabla 2. Resumen de estudios revisados sobre inteligencia artificial en la educación ecuatoriana mediante el método PRISMA

Autor(es) y año	Título del estudio	Objetivo	Metodología	Principales hallazgos
Apolo Buenaño *et al.* (2024)	La inteligencia artificial y su aplicabilidad en la educación escolarizada ecuatoriana	Analizar percepciones y proponer una guía pedagógica sobre IA en el aula	Estudio cualitativo con entrevistas y revisión bibliográfica	Propone estrategias pedagógicas y evidencia una percepción positiva del uso de IA entre docentes.
Magallanes Ronquillo (2023)	La inteligencia artificial aplicada en la innovación educativa en el proceso de enseñanza y aprendizaje	Explorar los beneficios y retos del uso de IA en el aula	Estudio exploratorio basado en revisión de literatura y observación docente	La IA mejora la interacción y la evaluación, pero se requiere capacitación y mejor infraestructura.

Autor(es) y año	Título del estudio	Objetivo	Metodología	Principales hallazgos
Gómez-Mendoza *et al.* (2024)	El impacto de la inteligencia artificial en la educación ecuatoriana	Estudiar el impacto de la IA en la personalización y retroalimentación del aprendizaje	Revisión documental sistemática	Destaca el uso de plataformas adaptativas, inclusión educativa y limitaciones de acceso y formación.
Espinoza (2024)	El impacto de la inteligencia artificial en la educación: avances, desafíos y perspectivas futuras	Identificar beneficios y riesgos del uso de IA en entornos escolares	Revisión de literatura científica	Mejora competencias digitales, evaluación personalizada, pero hay preocupaciones éticas y de equidad.
Intriago (2024)	La inteligencia artificial y el desempeño académico de los estudiantes de bachillerato en el Ecuador	Evaluar la relación entre IA y el rendimiento académico en bachillerato	Estudio empírico con análisis de caso	La IA mejora la motivación y el desempeño, aunque enfrenta resistencia docente e infraestructura limitada.
Peñafiel-Jurado *et al.* (2024)	Inteligencia artificial en la educación: revisión sistemática de perspectivas, beneficios y desafíos	Analizar percepciones docentes sobre la IA entre 2020 y 2024	Revisión sistemática de 53 estudios con enfoque PRISMA	Se valora la IA por personalización y eficiencia, pero preocupa la privacidad, acceso equitativo y formación continua.
Iñiguez-Apolo *et al.* (2021)	Situación de la educación virtual en el sector rural ecuatoriano	Analizar el estado de la educación virtual en zonas rurales	Estudio de caso y revisión de literatura	Limitaciones de conectividad, falta de recursos tecnológicos y escasa capacitación docente.
Velasco *et al.* (2021)	Inclusión digital y desarrollo rural: un análisis comparativo en América Latina	Examinar el vínculo entre inclusión digital y desarrollo rural en la región	Análisis de datos estadísticos y entrevistas	Requiere políticas públicas inclusivas para cerrar la brecha digital.

Nota: Como parte de los hallazgos obtenidos, también se analizaron estudios que abordan las condiciones estructurales que afectan el uso de tecnologías digitales, como la inteligencia artificial en el sistema educativo ecuatoriano. Se presentan dos investigaciones significativas que permiten comprender cómo la inclusión digital y la conectividad influyen directamente en la aplicación de la IA, en especial en zonas rurales con menor acceso tecnológico.

Discusión

Aunque la IA ofrece oportunidades únicas para mejorar la educación, su implementación en Ecuador enfrenta desafíos éticos, técnicos y sociales. Es crucial desarrollar políticas públicas que promuevan el acceso equitativo a estas tecnologías y fomenten la colaboración entre instituciones educativas, empresas tecnológicas y gobierno.

Los hallazgos de esta revisión sistemática evidencian que la inteligencia artificial (IA) ha comenzado a jugar un papel transformador en el sistema educativo ecuatoriano, principalmente a través de herramientas que permiten la personalización del aprendizaje, la automatización de evaluaciones y el apoyo a estudiantes con necesidades especiales. Estas aplicaciones han generado un impacto positivo en la motivación, el rendimiento académico y la interacción docente-estudiante. Al contrastar estos resultados con estudios previos, se confirma que la IA no solo facilita el acceso al conocimiento, sino que también permite una retroalimentación más inmediata y precisa, fortaleciendo la toma de decisiones pedagógicas. No obstante, la implementación de estas tecnologías presenta desafíos importantes; particularmente en contextos donde la infraestructura tecnológica es limitada o inexistente, y donde la formación docente en IA aún es incipiente.

Otro aspecto relevante es el componente ético. La preocupación por la privacidad de los datos y la equidad en el acceso a estas tecnologías es recurrente en la literatura revisada. Tal como lo señalan algunos estudios, sin una regulación adecuada y políticas públicas inclusivas, la brecha digital podría ampliarse, afectando particularmente a los sectores más vulnerables del sistema educativo.

Asimismo, se destaca la percepción positiva de los docentes hacia la IA, quienes reconocen su utilidad como herramienta de apoyo en tareas administrativas y pedagógicas. Sin embargo, también expresan la necesidad de formación continua para integrar estas tecnologías de forma efectiva y ética en su práctica diaria.

En síntesis, la discusión de los hallazgos sugiere que, si bien la IA representa una oportunidad valiosa para innovar en los procesos de enseñanza-aprendizaje, su implementación efectiva en Ecuador requiere una visión estratégica. Esta debe contemplar no solo la inversión en tecnología, sino también el fortalecimiento de capacidades docentes, el diseño de políticas públicas inclusivas y el respeto a los derechos digitales de la comunidad educativa.

Conclusión

Esta investigación permitió identificar que la inteligencia artificial se posiciona como una herramienta clave para transformar los procesos de enseñanza-aprendizaje en el sistema educativo ecuatoriano. Entre los hallazgos más relevantes se evidenció que la IA contribuye a la personalización del aprendizaje, mejora la retroalimentación educativa, facilita la inclusión de estudiantes con necesidades especiales y optimiza la gestión docente mediante la automatización de tareas.

Estos resultados guardan estrecha relación con el objetivo del estudio, al mostrar que la IA ya está generando cambios concretos en el aula, aunque de forma desigual. Las instituciones con mayor acceso a infraestructura tecnológica y formación docente han logrado avances importantes, mientras que las brechas digitales siguen afectando a sectores rurales, limitando el impacto positivo de estas innovaciones. A pesar del potencial transformador de la IA, su implementación enfrenta barreras estructurales. La conectividad deficiente, escasa capacitación profesional, falta de marcos normativos claros sobre el uso de datos y equidad en el acceso son retos que requieren atención prioritaria. Esto resalta la necesidad de diseñar políticas públicas inclusivas, que garanticen no solo el acceso a la tecnología, sino también su uso pedagógico efectivo y responsable.

En función del marco teórico y los estudios revisados, se concluye que la inteligencia artificial no debe concebirse como un

reemplazo del docente, sino como un complemento que potencia su labor. Se recomienda impulsar investigaciones futuras que analicen experiencias concretas de aplicación de la IA en diferentes contextos educativos de Ecuador. Estas nuevas indagaciones podrán profundizar en los factores contextuales que condicionan su eficacia y aportar al diseño de estrategias más adaptadas a la realidad nacional. En suma, la IA ofrece un horizonte prometedor para la educación ecuatoriana, siempre que su integración se base en una visión crítica e inclusiva en el desarrollo integral de los estudiantes.

Referencias

Apolo Buenaño, D. E. G. (2024). La inteligencia artificial y su aplicabilidad en la educación escolarizada ecuatoriana. *Boletín ObservaUNAE*, 1-22. https://revistas.unae.edu.ec/index.php/observaUNAE/article/view/940

Arévalo-Chávez, P.C.C.M.F.B.B.L.R.G.F.G. (2020). *Actualización en metodología de la investigación científica.* Universidad Tecnológica Indoamérica.

Espinoza, K. V. (2014). El impacto de la inteligencia artificial en la educación: avances, desafíos y perspectivas futuras. *Investigación arbitrada*, 1-7. https://sga.unae.edu.ec/media/publicacionpersona/2024/06/06/publicacion_202466211028.pdf

Gómez Mendoza, M. J. G. (2024). El impacto de la inteligencia artificial en la educación ecuatoriana. *Revista Científica Hallazgos 21, 9*(2), 201–207. https://doi.org/10.69890/hallazgos21.v9i2.663

Intriago, J. A. (2024). La inteligencia artificial y el desempeño académico de los estudiantes de Bachillerato en el Ecuador. *Revista Científica Hallazgos 21, 9*(2), 179-186.

Jadán-Guerrero, J. A.-V.-D. (2024). "Enhancing scientific research and paper writing processes by integrating artificial intelligence tools". En C. Stephanidis, M. Antona, S. Ntoa, y G. Salvendy (Eds.). *HCI International 2024 Posters. Communications in Computer and Information Science, 2120*. doi: https://doi.org/10.1007/978-3-031-62110-9_7

Jara Alcivar, C. (2024). Aplicaciones de inteligencia artificial (IA) en el contexto educativo ecuatoriano retos y desafíos. *Ciencia Latina: Revista Multidisciplinar, 8*(3), 7046-7060. https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9787164

León Espinoza, K. (2024). *El derecho a la estabilidad laboral reforzada de los sustitutos de personas con discapacidad y su relación con el derecho a la salud. Análisis de la sentencia No.1067-17-EP/20 de la Corte Constitucional del Ecuador.* Universidad Tecnológica Indoamérica. https://repositorio.uti.edu.ec//handle/123456789/6996

Magallanes Ronquillo, K. K. (2023). La inteligencia artificial aplicada en la innovación educativa en el proceso de enseñanza y aprendizaje. *LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades, 4*(2), 1597–1613. doi:https://doi.org/10.56712/latam.v4i2.706

Peñafiel-Jurado *et al.* (2024). Inteligencia artificial en la educación: Revisión sistemática de perspectivas, beneficios y desafíos en la práctica docente. *South American Research Journal, 4*(2). doi:https://doi.org/10.5281/zenodo.14507789

Porter, B. y A. (2022). Violencia vicaria en el contexto de la violencia de género: un estudio descriptivo en Iberoamérica. *CienciAmérica, 11*(1), 11. doi: https://doi.org/10.33210/ca.v11i1.381

UNESCO (10 de marzo de 2022). Alfabetización: desafíos y oportunidades después de la COVID-19 para las niñas y las mujeres. *Organización de las Naciones Unidas para la Educación,*

la Ciencia y la Cultura. https://www.unesco.org/es/articles/alfabetizacion-desafios-y-oportunidades-despues-de-la-covid-19-para-las-ninas-y-las

Descripción de la conducta alimentaria con el instrumento psicológico OQ en estudiantes universitarios de la ciudad de Quito

Santiago Ubillús-Castañeda[1], Christian Silva-Paredes[2]

Resumen

La conducta alimentaria en estudiantes universitarios ha recibido una creciente atención debido a los cambios en los hábitos de vida asociados con el estrés académico, la vida social y la transición a la independencia. Estos factores pueden generar hábitos alimenticios poco saludables que incrementan el riesgo de trastornos como la sobreingesta alimentaria. El presente estudio tuvo como objetivo describir la conducta alimentaria en estudiantes universitarios de Quito, utilizando el Cuestionario de Sobreingesta Alimentaria (OQ), un instrumento psicológico de autoinforme validado que evalúa múltiples dimensiones relacionadas con la obesidad y el comportamiento alimentario. Se aplicó el cuestionario a una muestra de 114 estudiantes universitarios, analizando aspectos como sobreingesta, subingesta, antojos alimentarios, percepción de imagen corporal y hábitos de salud. Los resultados evidenciaron la clara presencia de patrones de alimentación disfuncionales asociados a factores emocionales y sociales. Estos hallazgos resaltan la importancia del desarrollo e implementación de estrategias de intervención temprana en el ámbito universitario para promover hábitos alimentarios saludables y, así, contribuir a su bienestar físico

1 Facultad de Ciencias Sociales y Humanas, Universidad Tecnológica Indoamérica, Quito, Ecuador. santiagoubillus@uti.edu.ec

2 Psicología Clínica, Facultad de Ciencias Médicas, de la Salud y la Vida, Universidad Internacional del Ecuador, Quito, Ecuador. chsilvapa@uide.edu.ec

y emocional. La aplicación del instrumento OQ se revela como una herramienta eficaz y precisa para la detección y caracterización de conductas alimentarias de riesgo en jóvenes adultos.

Palabras clave: conducta alimentaria, sobreingesta, estudiantes universitarios.

Introducción

En la actualidad, la conducta alimentaria en estudiantes universitarios ha recibido un creciente interés debido a los cambios significativos en sus hábitos de vida, especialmente relacionados al estrés académico, a su nueva vida social y al complejo proceso de transición hacia la independencia adulta. Estos factores, sin duda, pueden afectar negativamente sus patrones alimentarios y, en consecuencia, conducir a prácticas poco saludables. Evaluar estos comportamientos de manera precisa es crucial para identificar riesgos específicos y desarrollar intervenciones efectivas que promuevan una salud óptima en este grupo demográfico.

Durante la etapa universitaria, los jóvenes experimentan diferentes cambios físicos, emocionales y sociales que pueden afectar significativamente sus hábitos alimentarios. La presión académica, el distanciamiento familiar o la búsqueda de aceptación social pueden contribuir al desarrollo de conductas alimentarias desordenadas, a menudo ignoradas o normalizadas en el contexto educativo. Estas conductas comprometen no solo la salud física de los estudiantes, sino también su bienestar emocional, autoestima y rendimiento académico.

La sobreingesta alimentaria se ha consolidado como un patrón de comportamiento relevante en el estudio de la salud mental y nutricional de los jóvenes universitarios, al reflejar una respuesta desregulada ante estímulos emocionales y contextuales. Este tipo de conducta no siempre se encuentra asociado a la presencia de hambre real, sino más bien, a la necesidad de aprender a gestionar estados emocionales internos como la ansiedad, la frustración o el

aburrimiento, condiciones habituales en la vida académica universitaria (Adam y Epel, 2007). A diferencia de los trastornos alimentarios formalmente diagnosticados y que se encuentran detallados en los manuales como CIE-10 o DSM-V, la sobreingesta puede pasar desapercibida, pero definitivamente representa una señal de alerta sobre desequilibrios en la autorregulación emocional y el control de impulsos.

Se ha observado que esta conducta tiende a asociarse con sentimientos de culpa posterior y una percepción negativa del cuerpo, creando un ciclo disfuncional que puede afectar significativamente la calidad de vida y el desempeño académico de quienes lo experimentan (Braden *et al*., 2018). Por tanto, su abordaje requiere un enfoque preventivo y contextualizado que considere tanto los factores individuales como los del entorno educativo.

El Cuestionario de Sobreingesta Alimentaria (OQ), creado por O'Donnell y Warren (2007) y publicado por Manual Moderno, es un instrumento psicológico con característica de autoinforme integral especialmente diseñado para evaluar aspectos relacionados con la obesidad y el sobrepeso. Incluye 80 ítems que se encuentran divididos en 12 secciones o escalas que abarcan desde la sobreingesta y subingesta alimentaria, hasta antojos, expectativas relacionadas con la alimentación, racionalizaciones, motivación para bajar de peso, hábitos de salud, percepción de la imagen corporal, aislamiento social y alteración afectiva.

Las escalas del instrumento OQ se encuentran debidamente respaldadas por múltiples estudios que han establecido la conexión entre obesidad y factores psicológicos y sociales —como la autoestima, el autoconcepto y las relaciones interpersonales—, así como problemas cognitivos y conductuales específicos, tales como los atracones y la distorsión de la imagen corporal. Por lo tanto, el cuestionario no solo permite desarrollar una evaluación integral, sino que, además, facilita diagnósticos más precisos y, en consecuencia, pronósticos y tratamientos más eficaces.

En el entorno universitario, el empleo del instrumento OQ es crucial para identificar patrones de conducta alimentaria que podrían desencadenar trastornos graves si no se abordan de manera oportuna. Además, su aplicación podría ser importante dentro de la planificación y desarrollo de programas personalizados de reducción de peso, adaptados a las necesidades únicas de la población estudiantil.

En este contexto, es imprescindible realizar estudios descriptivos que profundicen en cómo se manifiestan estas conductas alimentarias en estudiantes universitarios, utilizando herramientas diagnósticas estructuradas como el OQ. Tal información será invaluable no solo para el ámbito académico y clínico, sino también para las instituciones educativas, permitiendo diseñar programas preventivos que promuevan hábitos alimentarios saludables y una mejor calidad de vida en esta población en formación.

Marco teórico

La sobreingesta alimentaria es un patrón de comportamiento caracterizado por el consumo excesivo de alimentos en ausencia de hambre fisiológica, usualmente asociado a estados emocionales intensos como el estrés, la ansiedad o la frustración (Kemp y Klatzkin, 2020). Este fenómeno ha sido vinculado al desarrollo de sobrepeso, obesidad y trastornos, y afecta particularmente a poblaciones jóvenes en contextos de alta exigencia como la universidad. En estos espacios, los estudiantes pueden desarrollar una relación disfuncional con la comida como mecanismo de afrontamiento ante la presión académica o problemas personales, lo que da lugar a ciclos repetitivos de ingesta excesiva y sentimientos de culpa (Schag *et al.*, 2013). Comprender las causas y consecuencias de esta conducta es clave para establecer medidas de prevención efectivas y adaptadas a las características del entorno universitario.

Entre las dimensiones más relevantes asociadas a la sobreingesta alimentaria se encuentran la regulación emocional, la imagen corporal y los hábitos de vida poco saludables. Por un lado, la dificultad para gestionar emociones negativas incrementa la probabilidad de utilizar la comida como estrategia compensatoria, especialmente en personas con baja autoestima o insatisfacción corporal (Mason *et al.*, 2021). Asimismo, los estudiantes que presentan conductas alimentarias desorganizadas suelen mostrar una percepción distorsionada de su cuerpo, lo cual influye tanto en su comportamiento alimentario como en su bienestar psicológico. Por otro lado, el sedentarismo, el consumo de alimentos ultraprocesados y la falta de rutinas estables actúan como factores de riesgo que agravan este tipo de conductas (Konttinen, 2020). Estos hallazgos refuerzan la importancia de analizar la sobreingesta alimentaria desde un enfoque multidimensional que incluya variables emocionales, cognitivas y conductuales.

Otro aspecto crucial en la comprensión de la sobreingesta alimentaria es el papel de la regulación emocional disfuncional. Investigaciones recientes han señalado que las dificultades para modular emociones intensas, como la tristeza o la ira, pueden desencadenar conductas impulsivas de ingesta sin control (Svaldi *et al.*, 2019). Estas respuestas impulsivas suelen asociarse con una percepción reducida del autocontrol, aumentando la probabilidad de episodios de atracones en poblaciones jóvenes. El entorno universitario, caracterizado por alta presión académica y cambios emocionales frecuentes, puede actuar como un catalizador para la aparición de estos patrones desadaptativos.

Adicionalmente, las influencias socioculturales desempeñan un papel relevante en la configuración de las actitudes alimentarias de los estudiantes universitarios. Los ideales de delgadez promovidos por los medios de comunicación y las redes sociales pueden intensificar la insatisfacción corporal, fomentando comportamientos alimentarios restrictivos alternados con episodios de

sobreingesta (Rodgers *et al.*, 2020). Esta exposición constante a estándares corporales irreales crea un terreno fértil para la internalización de ideales disfuncionales, aumentando la vulnerabilidad a trastornos de la conducta alimentaria en etapas tempranas de la adultez.

Las escalas del Cuestionario de Sobreingesta Alimentaria OQ se encuentran debidamente respaldadas por múltiples estudios que han establecido la conexión entre la obesidad y los factores psicológicos y sociales, como la autoestima, el autoconcepto y las relaciones interpersonales, así como problemas cognitivos y conductuales específicos, tales como los atracones y la distorsión de la imagen corporal. Por lo tanto, este instrumento no solo permite desarrollar una evaluación integral, sino que, además, facilita diagnósticos más precisos y, en consecuencia, pronósticos y tratamientos más eficaces.

Finalmente, el rol de los factores cognitivos en la sobreingesta ha cobrado creciente atención. Variables como las creencias disfuncionales sobre el control del peso, la autoeficacia percibida en el manejo de la alimentación y los pensamientos automáticos negativos contribuyen significativamente a la persistencia de patrones alimentarios problemáticos (Pearson *et al.*, 2015). Estos esquemas cognitivos no solo refuerzan la ingesta excesiva en respuesta a emociones negativas, sino que también dificultan la adopción de estrategias adaptativas de afrontamiento. Comprender la interacción entre los factores emocionales, socioculturales y cognitivos resulta esencial para diseñar intervenciones psicológicas efectivas orientadas a promover una alimentación saludable en el ámbito universitario.

La revisión de la literatura evidencia que la sobreingesta alimentaria en estudiantes universitarios es un fenómeno multifactorial, en el que interactúan variables emocionales, cognitivas y socioculturales. Factores como la dificultad en la regulación emocional, la internalización de ideales corporales disfuncionales y las creencias irracionales sobre el control alimentario configuran un

escenario de riesgo que puede derivar en patrones de conducta alimentaria desadaptativos. Comprender esta compleja interacción es esencial para fundamentar el diseño de estrategias de evaluación e intervención temprana. En este sentido, el empleo de instrumentos psicológicos multidimensionales como el Cuestionario de Sobreingesta Alimentaria (OQ) se presenta como una herramienta idónea para identificar de manera integral los factores asociados a la conducta alimentaria, permitiendo abordar de manera más efectiva las necesidades de esta población vulnerable.

Metodología

La investigación presentada tuvo un enfoque cuantitativo, de alcance descriptivo, de corte transversal. Según Hernández-Sampieri y Mendoza (2018), este tipo de estudios buscan explicar una variable mediante su medición. Este proceso de recolección de datos sobre la variable sobreingesta no busca explicar sus causas o efectos, sino describir su estado actual en estudiantes universitarios. Los estudios descriptivos son la base para futuras investigaciones, ya que permiten partir de un conocimiento previo de la variable (Hernández-Sampieri *et al.,* 2014).

La muestra estuvo compuesta por 114 estudiantes universitarios, 25 hombres y 89 mujeres. El tipo de muestreo utilizado fue no probabilístico intencional y no estuvo regido a un proceso matemático o una fórmula aplicada, sino a la disponibilidad de los sujetos investigados y a una toma de decisiones del equipo investigador (Hernández-Sampieri *et al.*, 2014).

Para el análisis de la variable sobreingesta, se utilizó el Cuestionario de Sobreingesta Alimentaria (OQ), de O'Donnell y Warren, del 2007, compuesto por tres escalas principales: validez, hábitos y actitudes relacionadas con el comportamiento alimentario y hábitos generales de salud y funcionamiento psicosocial. Este instrumento consta de 80 ítems que miden 12 áreas, utiliza una escala

Likert de 0 a 4, que describe la presencia de las conductas en para nada, un poco, moderadamente, bastante y muchísimo. El tiempo aproximado para completar el cuestionario es de 20 minutos. Cuenta con coeficiente de consistencia interna que oscila en alfa de 0.82 y confiabilidad de test-retest que está entre 0.88. La validez del instrumento se estableció por de constructo y discriminante. En la primera, se establecen relaciones entre los componentes del cuestionario que llegan a *r* 0.68 en áreas del mismo componente, aislamiento social y alteración afectiva. La segunda, la validez discriminante, los puntajes de OQ y del peso informado muestran evidencia de la validez del cuestionario (O'Donnell y Warren, 2007).

El proceso de recolección de datos se realizó mediante la sistematización del cuestionario en un Forms de Google, que constaba de dos segmentos: 1) consentimiento informado, y, 2) protocolo del Cuestionario de Sobreingesta Alimentaria (OQ). Después, se sistematizó la información recopilada en una hoja electrónica del programa Excel. Luego de haber generado una base de datos, se utilizó el programa SPSS, versión 26, para emplear estadística descriptiva y presentar medidas de tendencia central: frecuencias, medias y desviaciones estándar, que permiten el cumplimiento de los objetivos de la investigación.

Resultados

La muestra estuvo compuesta por 114 estudiantes universitarios de la ciudad de Quito. La mayoría se encontraba en el rango de edad de 18 a 20 años (73.7%), lo cual es consistente con la población universitaria temprana. En cuanto al sexo, se observó una notable predominancia de mujeres (78.07%), en contraste con los hombres (21.93%).

Tabla 1. Distribución por edades de la muestra

Edad	Frecuencia	Porcentaje
18	32	28.07
19	34	29.82
20	18	15.79
21	13	11.40
22	9	7.89
23 o más	8	7.02
Total	**114**	**100**

Elaborado por Ubillus y Silva (2025).

Tabla 2. Distribución por sexo de la muestra

Sexo	Frecuencia	Porcentaje
Hombres	25	21.93
Mujeres	89	78.07
Total	**114**	**100**

Elaborado por Ubillus y Silva (2025).

Los resultados revelan que un 42.98% de los estudiantes reportó tener problemas con su alimentación, mientras que solo el 18.42% se encontraba siguiendo una dieta al momento del estudio. No obstante, el 57.02% manifestó la expectativa de pesar menos en los siguientes seis meses, lo que evidencia una discrepancia entre deseo de cambio y acción concreta.

Tabla 3. Percepción alimentaria y actitudes

Preguntas	No	%	Sí	%	Total
¿Tiene problemas con su alimentación?	65	57.02	49	42.98	114
¿En este momento está usted a dieta?	93	81.58	21	18.42	114
¿Cree usted que en seis meses pese menos de lo que pesa ahora?	49	42.98	65	57.02	114

Elaborado por Ubillus y Silva (2025).

Tabla 4. Sensación con relación con el peso

Sensación	Peso muy por debajo de lo normal	Peso muy por encima del normal	Peso normal	Peso por debajo del normal	Peso encima del normal	Total
¿Cómo evaluaría usted su peso?	4	3	61	20	26	114
%	3.5	2.6	53.5	17.5	22.8	100
¿Cómo evaluaría el peso de usted la mayoría de las personas?	6	5	60	22	21	114
%	5.26	4.39	52.63	19.30	18.42	100

Elaborado por Ubillus y Silva (2025).

En relación con la evaluación del propio peso, el 53.5% de los estudiantes se percibió dentro de un rango normal, mientras que un 22.8% se consideró por encima del peso esperado. Cuando se les consultó sobre cómo creen que los demás los perciben, las respuestas fueron similares, lo que puede evidenciar preocupación por la imagen corporal.

Tabla 5. Hábitos y actitudes relacionados con la conducta alimentaria

Área	Mínimo	Máximo	Media	Desviación
Sobreingesta alimentaria (SOB)	31	80	52.18	8.58
Subingesta alimentaria (SUB)	35	69	53.94	8.93
Antojos alimentarios (ANT)	38	76	55.09	8.19
Expectativas relacionadas con comer (EXP)	41	78	55.80	6.73
Racionalizaciones (RAC)	41	79	54.68	9.00
Motivación para bajar de peso (MOT)	35	74	54.27	8.65

Elaborado por Ubillus y Silva (2025).

En la Tabla 5, la mayor variabilidad se presenta en la dimensión de racionalizaciones (DE = 9.00), seguida de cerca por subingesta alimentaria (DE = 8.93) y sobreingesta alimentaria (DE = 8.58). Esto indica que los estudiantes difieren significativamente en cómo justifican su conducta alimentaria, así como en sus niveles de ingesta o restricción de alimentos. Por el contrario, la menor dispersión se observa en expectativas relacionadas con comer (DE = 6.73). Este hallazgo podría interpretarse como un consenso generalizado entre los estudiantes sobre el uso de la comida como herramienta emocional o de expectativa, lo cual coincide con los hallazgos del marco teórico sobre la función simbólica del acto de comer en contextos de estrés (Adam y Epel, 2007).

Tabla 6. Hábitos generales de salud y funcionamiento psicosocial

Área	Mínimo	Máximo	Media	Desviación
Hábitos de salud (SAL)	30	68	46.96	8.35
Imagen corporal (COR)	30	69	50.25	7.98
Aislamiento social (AIS)	35	80	56.06	8.35
Alteración afectiva (FE)	42	76	57.52	6.96

Elaborado por Ubillus y Silva (2025).

Las emociones negativas y los problemas con la imagen corporal son experiencias compartidas, mientras que el aislamiento y los hábitos saludables son más variables. Esto sugiere oportunidades diferenciadas para intervenir y fortalecer factores protectores en la población.

Tabla 7. Distribución de la muestra según el área y su indicador de interpretación

Áreas	Bajas	Promedio	Altas	Muy altas	Total
Hábitos y actitudes relacionados con la conducta alimentaria					
Sobreingesta alimentaria (SOB)	4	89	17	4	114
%	3.5	78.1	14.9	3.5	100.0
Subingesta alimentaria (SUB)	8	74	32	0	114
%	7.0	64.9	28.1	0.0	100.0
Antojos alimentarios (ANT)	4	76	28	6	114
%	3.5	66.7	24.6	5.3	100.0
Expectativas relacionadas con comer (EXP)	0	79	33	2	114
%	0.0	69.3	28.9	1.8	100.0
Racionalizaciones (RAC)	0	79	30	5	114
%	0.0	69.3	26.3	4.4	100.0
Motivación para bajar de peso (MOT)	2	85	20	7	114
%	1.8	74.6	17.5	6.1	100.0
Hábitos generales de salud y funcionamiento psicosocial					
Hábitos de salud (SAL)	24	83	7	0	114
%	21.1	72.8	6.1	0.0	100.0
Imagen corporal (COR)	12	90	12	0	114
%	10.5	78.9	10.5	0.0	100.0
Aislamiento social (AIS)	2	75	31	6	114
%	1.8	65.8	27.2	5.3	100.0
Alteración afectiva (FE)	0	70	39	5	114
%	0.0	61.4	34.2	4.4	100.0
Defensividad					
f	15	95	3	1	114
%	13.2	83.3	2.6	0.9	100.0

Elaborado por Ubillus y Silva (2025).

Las dimensiones evaluadas mediante el instrumento OQ reflejaron altos puntajes en alteración afectiva (M = 57.52; DE = 6.96) y aislamiento social (M = 56.06; DE = 8.35), lo cual indica una posible influencia emocional significativa en los hábitos alimentarios. Las dimensiones con puntajes más bajos fueron hábitos de salud (M = 46.96; DE = 8.35) e imagen corporal (M = 50.25; DE = 7.98), lo que podría reflejar falta de autocuidado y disconformidad con el cuerpo.

Discusión

Los resultados del presente estudio revelan puntuaciones elevadas en las dimensiones de aislamiento social y motivación para bajar de peso, mientras que las dimensiones con puntuaciones más bajas fueron hábitos de salud y antojos alimentarios. Estos hallazgos reflejan una interacción compleja entre los factores emocionales, sociales y conductuales que influyen en la conducta alimentaria de los estudiantes universitarios y coinciden con lo reportado en investigaciones recientes.

Rapuano *et al.* (2024), publicado en JAMA Network Open, exploró la relación entre el aislamiento social percibido y la reactividad cerebral ante señales alimentarias. Los resultados indicaron que mujeres jóvenes con altos niveles de soledad mostraban una mayor activación cerebral en regiones asociadas a la recompensa y motivación ante imágenes de alimentos ricos en azúcar, lo cual se relacionó con un mayor porcentaje de grasa corporal y síntomas de ansiedad y depresión.

Este estudio revela puntuaciones elevadas en las dimensiones de aislamiento social y motivación para bajar de peso, mientras que las dimensiones con puntuaciones más bajas fueron hábitos de salud y antojos alimentarios. Estos hallazgos reflejan una interacción compleja entre los factores emocionales, sociales y conductuales que influyen en la conducta alimentaria de los estudiantes universitarios y coinciden con lo reportado en investigaciones recientes.

Este hallazgo refuerza la hipótesis de que el aislamiento social puede actuar como un factor precipitante para desarrollar una relación conflictiva con la alimentación, incluso cuando los antojos declarados no son elevados, como se observó. La activación cerebral no siempre se traduce en un deseo consciente de comer, pero sí puede incrementar la necesidad de control del peso como forma de restaurar el bienestar psicológico. En conjunto, los hallazgos de esta investigación, junto con la evidencia científica reciente, subrayan la importancia de adoptar un enfoque multidimensional y contextualizado para comprender la conducta alimentaria en jóvenes universitarios.

Asimismo, el desfase observado entre una alta motivación para bajar de peso y la baja presencia de hábitos saludables sugiere un fenómeno de disonancia cognitiva, en el que los estudiantes mantienen un deseo explícito de cambio corporal sin que ello se traduzca en conductas coherentes de autocuidado. Esta discrepancia ha sido documentada en la literatura como un patrón común en poblaciones jóvenes expuestas a presiones sociales intensas y escasa educación emocional (Mason *et al.,* 2021; Konttinen, 2020). En este contexto, se vuelve imprescindible el desarrollo de programas preventivos que integren componentes de psicoeducación, regulación emocional y promoción de vínculos sociales positivos, como estrategias efectivas para reducir el impacto de la sobreingesta emocional y fomentar una relación más equilibrada con la alimentación.

Conclusión

La conducta alimentaria en estudiantes universitarios representa un fenómeno multidimensional, en el que interactúan factores emocionales, sociales y cognitivos. En este estudio, las puntuaciones elevadas en aislamiento social y motivación para bajar de peso evidencian que, más allá de la ingesta en sí, existen tensiones internas y externas que condicionan la forma en que los

estudiantes se relacionan con la comida, el cuerpo y su ambiente social y académico.

Los resultados indican que la dimensión con puntuaciones más altas fue aislamiento social, lo que sugiere que un número significativo de estudiantes universitarios percibe una desconexión con su entorno. Esta condición puede tener repercusiones importantes en la conducta alimentaria, ya que el aislamiento ha sido identificado como un factor que incrementa la vulnerabilidad a estrategias de afrontamiento disfuncionales, como el uso emocional de la comida. Destaca la importancia de fortalecer los vínculos sociales y el sentido de pertenencia como componentes esenciales en cualquier intervención dirigida a mejorar los hábitos alimentarios en contextos educativos.

El desfase entre la intención de cambiar el peso corporal y la ausencia de hábitos saludables revela una contradicción conductual significativa. Aunque los estudiantes expresan un fuerte deseo de bajar de peso, la baja puntuación en hábitos de salud indica que esta motivación no se traduce en acciones sostenibles. Este hallazgo resalta la importancia de intervenciones más allá de la nutrición, integrando estrategias prácticas de regulación emocional, como sugieren enfoques contemporáneos basados en la psicología del comportamiento.

Las dimensiones con puntuaciones más bajas fueron hábitos de salud y antojos alimentarios, lo que podría interpretarse como una falta de implementación de prácticas saludables sostenidas, a pesar de la ausencia de impulsividad alimentaria evidente. Esto refuerza la hipótesis de que el problema en esta población no radica en un deseo descontrolado de comida, sino en la falta de estructuras conductuales que fomenten el autocuidado, como rutinas estables, actividad física y alimentación equilibrada. En consecuencia, se requiere el diseño de intervenciones que combinen la psicoeducación con el desarrollo de competencias personales para mejorar la calidad de vida de los estudiantes desde una perspectiva integral.

Referencias

Adam, T. C., y Epel, E. S. (2007). Stress, eating and the reward system. *Physiology & Behavior, 91*(4), 449–458. https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2007.04.011

González, M. J., y García, A. (2014). Prevalencia de trastornos de la conducta alimentaria en estudiantes universitarios y su relación con hábitos de vida. *Nutrición Hospitalaria, 30*(6), 1352-1358. https://scielo.isciii.es/scielo.php?pid=S0212-16112014001100030&script=sci_arttext SciELO+2SciELO+2SciELO+2

Konttinen, H. (2020). Emotional eating and obesity in adults: The role of depression, anxiety and self-esteem. *Appetite*, 149, 104630. https://doi.org/10.1016/j.appet.2020.104630

Martínez, L., y Pérez, D. (2023). Influencia de las redes sociales en la percepción de la imagen corporal en jóvenes universitarios. *Psicología y Sociedad, 15*(1), 45–52. https://www.researchgate.net/publication/384466796

Mason, T. B., y Heron, K. E. (2021). Eating pathology and emotion regulation in young adults. *Appetite*, 159, 105059. https://doi.org/10.1016/j.appet.2020.105059

Rodríguez, C., y Fernández, J. (2021). Trastornos alimentarios y su relación con factores emocionales en estudiantes de Educación Superior. *Salud Mental Universitaria, 10*(3), 89–96. https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-48082021000300405&script=sci_arttext SciELO México+5SciELO+5SciELO+5

Rapuano, K. M., Kelley, W. M., y Heatherton, T. F. (2024). Social isolation and brain reactivity to food cues in young adult women: Implications for eating behaviors. *JAMA Network Open, 7*(2), e240391. https://doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2024.0391

Sánchez, M. A., y López, R. (2022). Imagen corporal y autoestima en adolescentes universitarios: un estudio comparativo. *Revista de Psicología y Salud, 34*(2), 123–130. https://psicologiaysalud.uv.mx/index.php/psicysalud/article/view/1336 psicologiaysalud.uv.mx+1psicologiaysalud.uv.mx+1

Svaldi, J., Werle, D., y Naumann, E. (2019). Effects of emotion regulation strategies on overeating and cognitive processing. *Appetite, 135*, 97–105. https://doi.org/10.1016/j.appet.2019.01.010

La gobernanza en el desarrollo local

Danilo Altamirano-Analuisa[1]

Resumen

Ante un panorama de tensiones estructurales y desigualdades, la gobernanza integra perspectivas multidimensionales dinámicas; en ella, el rol estratégico se enmarca en una gestión inclusiva, integrada y transversal en el desarrollo que reconoce la interdependencia entre distintos actores públicos, privados y sociales. El objetivo del estudio se centra en analizar la gobernanza en el desarrollo local, destacando la gestión territorial, participación ciudadana y democracia digital. El paradigma de la investigación es constructivista, con un enfoque cualitativo que, basado en el método bibliográfico-documental, deductivo-inductivo y analítico-crítico, profundiza multivariables integrando dimensiones globales articuladas a la Agenda Global 2030. En conclusión, la gobernanza del desarrollo local vista como una herramienta democrática representa hoy un imperativo para abordar los retos globales desde lo local y construir comunidades resilientes, inclusivas y sostenibles; exige un cambio profundo en las estructuras tradicionales de poder y decisión para formular estrategias globales de desarrollo, políticas públicas y mecanismos colaborativos basados en la participación ciudadana efectiva y la articulación multinivel de actores sectoriales y territoriales.

Palabras clave: gobernanza local, desarrollo sostenible, participación ciudadana, democracia digital, innovación social.

1 Facultad de Ciencias Administrativas, Universidad Técnica de Ambato, Ambato, Ecuador. danilojaltamirano@uta.edu.ec

Introducción

La gobernanza en el desarrollo local es una cuestión crucial para la sostenibilidad y el bienestar de las comunidades, ya que involucra la cooperación de actores públicos, privados y ciudadanos para la creación, co-creación y ejecución de políticas que favorezcan la prosperidad local. La gobernanza no se limita a la administración central, sino que se extiende hacia niveles territoriales más cercanos a los ciudadanos, creando una red de relaciones y acuerdos para la toma de decisiones. Según Pierre y Peters (2000), la gobernanza implica una dispersión del poder, lo que fomenta una mayor participación de los actores involucrados en la toma de decisiones. Este modelo permite que los recursos se gestionen de manera más eficiente y que las necesidades de las comunidades sean atendidas de forma más directa y personalizada.

Los gobernantes y gobernados promueven ejercicios democráticos desde su naturaleza humana y convicción social, promovidos por sus condiciones culturales, económicas, ambientales, que desde la armonía y bien común procuran un equilibrio en la relación en el plano político. Arnstein (1969), en su famosa "Escalera de Participación Ciudadana", establece un marco que clasifica niveles de participación, desde la manipulación hasta el control total por parte de la comunidad. Así, pone de manifiesto que la participación no siempre es genuina y que puede estar condicionada por el poder central. En la gobernanza local se busca promover una participación real, donde los ciudadanos puedan influir efectivamente en las decisiones que afectan su vida diaria. Fung (2006) señala que los espacios de participación deben ser diseñados de manera que los ciudadanos puedan no solo expresar sus opiniones, sino también tener un impacto directo sobre las políticas públicas.

Uno de los elementos clave de la gobernanza local es la utilización de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC). Las TIC no solo facilitan la comunicación entre los actores,

sino que también permiten una mayor transparencia y eficiencia en la gestión pública. Según Bertot *et al.* (2016), el uso de e-gobierno y redes sociales ha sido fundamental para crear una cultura de transparencia y lucha contra la corrupción. La digitalización de los procesos permite a los ciudadanos acceder a la información en tiempo real y participar de manera más activa en la toma de decisiones. Esta apertura, además, facilita la rendición de cuentas, un aspecto esencial para fortalecer la confianza en las autoridades locales.

La gobernanza digital se ve reflejada en la capacidad de las plataformas colaborativas para fomentar la participación. Ansell y Gash (2018) destacan el papel de estas como una estrategia de gobernanza, donde los actores de diversos sectores pueden colaborar para alcanzar objetivos comunes. En el contexto del desarrollo local, estas plataformas ofrecen un espacio para que los ciudadanos, las organizaciones no gubernamentales y las empresas se involucren en la toma de decisiones relacionadas con la gestión local. La capacidad de las plataformas digitales de abarcar un amplio espectro de actores facilita la interacción y el intercambio de ideas para lograr una gobernanza más inclusiva y participativa.

Asimismo, la gobernanza en el desarrollo local debe considerar las dinámicas globales. Bai *et al.* (2016) enfatizan en la importancia de integrar las preocupaciones mundiales, como el cambio climático y la sostenibilidad, en las decisiones locales. El desarrollo local no puede estar aislado de las transformaciones globales; debe ser flexible y resiliente para adaptarse a los cambios en el entorno económico, social y ambiental. La gobernanza en el desarrollo local, por lo tanto, debe ser capaz de integrar estas dimensiones globales sin perder de vista las necesidades y especificidades de las comunidades locales.

En este contexto, la implementación de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la Organización de las Naciones Unidas (ONU) representa una oportunidad crucial para orientar las políticas locales hacia un desarrollo más inclusivo, equitativo y

sostenible. La Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, tal como se define en el informe de la ONU 2015, establece metas que buscan no solo el crecimiento económico, sino también la erradicación de la pobreza, la mejora de la salud, la educación, la igualdad de género y la sostenibilidad ambiental. Estos objetivos ofrecen un marco global que puede adaptarse a las necesidades locales, permitiendo a las autoridades locales y a los ciudadanos identificar problemas comunes y actuar de manera conjunta para abordarlos. Por tal razón, la gobernanza local debe ser capaz de integrar tanto las necesidades locales como las demandas globales, promoviendo un enfoque inclusivo y transversal en el desarrollo.

Marco teórico

La gobernanza en la gestión territorial

La gobernanza en la gestión territorial es fundamental para el desarrollo sostenible de las comunidades; implica la capacidad de los actores públicos y privados para gestionar eficientemente los recursos y las políticas en un espacio determinado. En un contexto global cada vez más interconectado, la gobernanza territorial exige un enfoque participativo, en el cual los ciudadanos, las organizaciones locales y los gobiernos colaboren para resolver problemas comunes. Este enfoque debe ser inclusivo, garantizando que todas las voces sean escuchadas, y que las decisiones se tomen considerando la diversidad social y ambiental del territorio.

La gestión territorial, por su parte, busca la planificación y organización del uso del suelo, promoviendo una distribución equitativa de recursos y servicios. Según PNUD (2014), "la gobernanza efectiva es clave para asegurar la sostenibilidad de los territorios". Por ello, la integración de políticas públicas desde un enfoque multisectorial e interinstitucional permitirá una visión holística del territorio, donde las decisiones favorezcan el bienestar de la

población, respeten el medio ambiente y fomenten la resiliencia ante cambios climáticos y socioeconómicos.

La buena gobernanza en este ámbito promueve la transparencia, la rendición de cuentas y el fortalecimiento institucional, creando un entorno favorable para el desarrollo local y regional. En este contexto, los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) actúan como un marco clave para guiar las estrategias de gobernanza y gestión territorial hacia un futuro más equitativo y sostenible; como lo plantea Rodríguez (2018), "la gobernanza territorial debe estar alineada con los objetivos globales de desarrollo para lograr una transformación profunda".

Concomitantemente, la evolución de los modelos de gobernanza refleja una transformación profunda en la manera en que se organizan y toman las decisiones en el ámbito público. Tradicionalmente, la gobernanza jerárquica ha predominado como una forma estructurada y vertical, en la que los niveles superiores del Estado diseñan políticas y los niveles inferiores las implementan, con escasa participación de otros actores (Peters, 2019). Este enfoque, si bien útil en contextos de alta burocracia o crisis, tiende a ser rígido y poco receptivo a las particularidades de los territorios.

En contraste, la gobernanza en red representa un modelo más horizontal, donde se reconoce la interdependencia entre distintos actores públicos, privados y sociales. Este tipo de gobernanza promueve procesos de decisión colaborativos, flexibles y adaptativos, donde el conocimiento distribuido y la participación ciudadana enriquecen las políticas públicas (Sorensen y Torfing, 2017).

La transición de un modelo jerárquico a uno en red no es solo un cambio estructural, sino un paso hacia una gestión pública más democrática, eficaz y alineada con los principios del desarrollo sostenible, especialmente cuando se trata de resolver los problemas desde y con los territorios que requieren respuestas contextualizadas. Al integrar a gobiernos locales, organizaciones comunitarias, universidades y empresas locales en un diálogo permanente y

cocreativo, se articulan soluciones con mayor eficacia y se facilita la movilización de recursos y capacidades que no están exclusivamente en manos del Estado. En síntesis, este enfoque genera mayor legitimidad democrática, fomenta la innovación social y fortalece el tejido institucional local.

En concordancia, las alianzas público-comunitarias pueden mejorar la gestión de servicios básicos, el desarrollo de infraestructura o la implementación de programas sociales. No obstante, para que la gobernanza en red funcione en el nivel local, es necesario contar con marcos normativos habilitantes, mecanismos de coordinación interinstitucional y un entorno de confianza mutua. También se debe trabajar en la formación de liderazgos locales, el acceso equitativo a la información y la inclusión de voces históricamente excluidas del proceso de toma de decisiones.

En este mismo horizonte de articulación y cooperación entre actores diversos, la gobernanza multinivel representa una arquitectura política y administrativa en la que el poder y la toma de decisiones se distribuyen entre niveles de gobierno —desde lo supranacional y nacional hasta lo regional y local— (Hooghe y Marks, 2020). Este enfoque reconoce que los problemas públicos contemporáneos y actuales no pueden resolverse eficazmente desde un solo nivel de gobierno, sino que requieren coordinación, cooperación y corresponsabilidad entre actores situados en distintas escalas.

Empoderar a los gobiernos subnacionales para liderar con capacidad la transformación territorial de manera autónoma conlleva impulsar procesos de descentralización alineadas con las realidades socioterritoriales y con un mayor grado de legitimidad social. De ahí que la gobernanza multinivel abre espacios para la innovación institucional y la participación ciudadana: permite que los niveles locales no solo ejecuten políticas impuestas desde arriba, sino que también propongan mecanismos de cocreación y lideren agendas de desarrollo propias. Esta capacidad se potencia cuando existe

una interacción constructiva y simétrica con los niveles nacional y regional, en marcos de colaboración más que de subordinación.

No obstante, como advierte Piattoni (2016), este modelo enfrenta desafíos estructurales. Entre ellos, la coordinación intergubernamental es uno de los más críticos: la superposición de competencias, la fragmentación institucional o los conflictos políticos entre niveles pueden obstaculizar la eficiencia de las políticas públicas. Además, la inequidad en la asignación de recursos fiscales y técnicos entre territorios es capaz de profundizar las desigualdades regionales, generando una descentralización asimétrica donde solo algunos gobiernos locales cuentan con las capacidades reales para gobernar efectivamente.

Ante este panorama de tensiones estructurales y capacidades desiguales, la creciente interdependencia entre los niveles de gobierno ha hecho evidente la necesidad de establecer mecanismos de coordinación eficaces para evitar duplicidades, mejorar la asignación de recursos y aumentar el impacto de las políticas públicas. Esta interdependencia no solo responde a la complejidad de los desafíos, como el cambio climático, la migración o la transformación digital, sino también al papel cada vez más activo de los gobiernos locales como actores con pensamiento global, lo que implica actuar con conciencia local, pero con visión y responsabilidad global.

Como respuesta estratégica a esta interdependencia creciente, en la perspectiva del desarrollo local, esta dinámica ha impulsado la cooperación descentralizada, la cual favorece el intercambio y la articulación efectiva horizontal de conocimientos, experiencias y capacidades técnicas. En este sentido, la cooperación intergubernamental en contextos multinivel contribuye a la alineación de objetivos de desarrollo territorial con políticas nacionales y marcos internacionales, mejorando la coherencia y la eficacia de las estrategias de intervención; de esta manera, se fomenta la innovación territorial y la eficiencia en la gestión.

En complemento con estos procesos de articulación y alineamiento institucional, un componente clave ha sido la participación activa de ciudades y gobiernos locales en redes internacionales, donde los actores a través de plataformas pueden acceder a financiamiento internacional, compartir buenas prácticas, fortalecer la capacidad institucional e, incluso, influir en agendas supranacionales. Estas redes no solo amplifican la voz de lo local en el escenario global, sino que canalizan recursos técnicos, financieros y políticos hacia iniciativas locales de desarrollo sostenible (Keating, 2019).

Al insertarse en estas redes, los gobiernos locales se posicionan como actores estratégicos de la gobernanza global, capaces de incidir en decisiones multilaterales desde sus propias realidades territoriales. Este proceso fortalece el capital político e institucional de lo local, promueve la cooperación solidaria entre territorios y legitima nuevas formas de diplomacia descentralizada. Así, lo local se convierte en una plataforma de innovación con impacto más allá de sus fronteras.

Gobernanza y participación ciudadana

La gobernanza y la participación ciudadana son bases fundamentales del desarrollo local sostenible, por cuanto articulan en forma efectiva las necesidades, aspiraciones y capacidades de las comunidades con políticas y acciones públicas; así, contribuyen con el fortalecimiento de la democracia y el desarrollo social. Se reconoce a una gobernanza efectiva como un proceso colaborativo y descentralizado, en el que intervienen actores gubernamentales, sociedad civil, sector privado, academia y ciudadanía en general; es decir, no solo depende de las instituciones gubernamentales, sino también de la activa participación de los ciudadanos en la toma de decisiones que afectan sus vidas. Esta forma de gobernanza, basada en la cooperación y la corresponsabilidad efectiva, fomenta la innovación institucional, la resiliencia territorial y la eficiencia

en la gestión pública de los territorios para impulsar su propio desarrollo, alineando intereses diversos hacia objetivos comunes.

En coherencia con esta perspectiva y reforzando su valor dentro del proceso de gobernanza local, Pérez (2019) señala que "la participación ciudadana es un pilar fundamental para la construcción de políticas públicas inclusivas y justas"; en este sentido, esta no solo tiene un valor democrático intrínseco, sino uno estratégico, en tanto contribuye a diseñar soluciones contextualizadas, eficaces y legítimas, que fortalecen la confianza en las instituciones.

En consecuencia, para que este valor estratégico se traduzca en una práctica sostenible, la cultura de participación implica una disposición activa, alto compromiso social y empoderamiento constante de la ciudadanía para involucrarse en los asuntos públicos. No surge de forma espontánea; se cultiva desde la conciencia y la voluntad, más allá de los mecanismos formales de consulta o votación. En el marco de la democracia local, donde los gobiernos subnacionales están más cerca de las problemáticas y potencialidades de sus comunidades, la cultura participativa adquiere un carácter transformador.

A partir de esta base cultural fortalecida, una ciudadanía comprometida y activa puede incidir en la co-creación de soluciones comunitarias, en la planificación urbana, la gestión del presupuesto local, la protección del medio ambiente, la innovación social y la construcción de políticas inclusivas; de esta manera, se promueve corresponsabilidad entre ciudadanía y Estado y se fortalece la cohesión social. Una cultura de participación robustece la legitimidad de las decisiones gubernamentales y promueve la corresponsabilidad en la gestión pública (Fung, 2015).

En este mismo sentido, avanzar hacia una participación más democrática y transformadora requiere también incorporar de manera decidida una perspectiva de género en los procesos de gobernanza local. Esto implica reconocer que las mujeres y otras identidades de género han sido históricamente excluidas de la toma

de decisiones. Una gobernanza inclusiva exige estructuras que permitan la participación equitativa de todos los grupos sociales en la formulación de políticas públicas. La equidad de género en la toma de decisiones ha demostrado mejorar la eficiencia y representatividad de las políticas, fomentando una mayor diversidad de perspectivas y soluciones (Krook, 2021).

En consecuencia, para que la participación democrática y transformadora sea verdaderamente efectiva, es fundamental crear espacios seguros y accesibles para la participación femenina, así como impulsar la representación paritaria en consejos, juntas parroquiales y otros organismos ciudadanos; esto asegura una toma de decisiones más inclusiva, equitativa y representativa. Estas acciones promueven la justicia de género, fortalecen la legitimidad democrática y enriquecen las políticas públicas al incorporar una diversidad de perspectivas fundamentales para el desarrollo local.

En esta misma línea, los mecanismos de participación ciudadana —como los presupuestos participativos y las consultas públicas— juegan un papel clave al reforzar la cohesión social, promoviendo la colaboración entre actores diversos y fomentando la corresponsabilidad en la gestión pública. Estas herramientas refuerzan las capacidades locales, tanto a nivel institucional como ciudadano, al estimular una cultura de participación activa y deliberación informada. Además, impulsan la innovación democrática, al abrir nuevos canales para la expresión ciudadana y el ejercicio de una gobernanza más inclusiva y adaptativa. Finalmente, contribuyen a reducir las asimetrías territoriales, ya que permiten una asignación de recursos más equitativa y basada en las necesidades concretas del territorio, fortaleciendo así la justicia social y la sostenibilidad del desarrollo local.

A partir de esta perspectiva, Wamper (2020) explica que la participación ciudadana refuerza la transparencia y la rendición de cuentas, fomenta el empoderamiento cívico y la construcción de una ciudadanía activa, informada y comprometida con su comunidad.

A nivel local, esto puede traducirse en la mejora de servicios básicos, la planificación de infraestructuras estratégicas y el fortalecimiento del tejido social.

En complemento a ello, los consejos ciudadanos y otros mecanismos de consulta pública —como asambleas vecinales, foros deliberativos y plataformas digitales— facilitan la coproducción de políticas públicas, al incluir en el debate voces diversas, especialmente aquellas tradicionalmente excluidas. Según Escobar (2017), estos espacios legitiman las decisiones gubernamentales, además de permitir un diseño más contextualizado y efectivo de políticas, al basarse en el conocimiento colectivo de los habitantes del territorio.

Gobernanza y democracia digital

La gobernanza y la democracia digital están estrechamente vinculadas en un mundo cada vez más interconectado, donde las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) ofrecen nuevas formas de participación ciudadana y transparencia. La adopción de tecnologías inteligentes permite a las administraciones locales mejorar la eficiencia en la prestación de servicios y en la toma de decisiones. Tecnologías emergentes como la inteligencia artificial se ven potenciadas y con amplio alcance para fortalecer la gobernanza en el desarrollo local. El uso de datos masivos, algoritmos predictivos y la automatización puede optimizar la gestión de los recursos urbanos, como el tráfico, la energía y los servicios públicos (Meijer, 2018). No obstante, la privacidad y la exclusión digital se constituyen en desafíos sociales y éticos; por lo tanto, escenarios de vulnerabilidad deben ser controlados mediante la formulación de políticas públicas orientadas al beneficio de los ciudadanos.

La democracia digital ha evolucionado significativamente; se basa en el creciente poder de los ciudadanos para influir en las decisiones políticas a través de plataformas digitales, que permiten una interacción entre los ciudadanos y los gobiernos. Esta transformación no solo promueve una participación más activa y

un acceso ampliado a la información, sino que también refuerza la responsabilidad y el compromiso social: permite que los individuos desempeñen un papel más directo y consciente en los procesos democráticos, como la construcción de agendas de desarrollo, estrategias multisectoriales, presupuestos participativos, rendición de cuentas; en definitiva, les da la accesibilidad a los procesos decisionales. Así, permite a los ciudadanos monitorear y evaluar las políticas públicas en tiempo real.

La brecha digital territorial es un reto y desafío por cuanto las zonas urbanas tienen mucha más infraestructura, conectividad y oportunidades digitales en comparación con las rurales. Los sectores rurales se encuentran con menos conectividad, el acceso a internet es limitado y también el costo del servicio es alto en relación con los ingresos, lo que limita su uso en sectores vulnerables. Las personas de menores ingresos acceden menos a dispositivos como *laptops, tablets* o s*martphones*.

En contraste con esta potencialidad, la transformación digital ha facilitado la implementación de estrategias de *e-governance* —gobernanza electrónica—, que promueven la participación ciudadana y la transparencia gubernamental (Mossberger *et al.*, 2018). Las plataformas abiertas permiten un acceso más amplio a la información pública y la interacción directa entre ciudadanos y gobiernos (Criado *et al.*, 2021). Esto impulsa el uso de inteligencia artificial, *big data* y sistemas de gestión digital; la relación entre gobiernos y ciudadano; los procesos de diseño, monitoreo y evaluación de las políticas públicas; los servicios público-accesibles en línea. De esta manera, se promueve un ecosistema de apoyo y colaboración.

En este contexto, el uso de big data e inteligencia artificial en la gobernanza ha mejorado la capacidad de análisis y predicción de problemas públicos (Kitchin, 2019). Sin embargo, su implementación debe estar acompañada de regulaciones que garanticen la privacidad y la ética en el manejo de datos (Veale y Binns, 2017).

En línea con esta evolución, las ciudades inteligentes han adoptado tecnologías digitales para optimizar la prestación de servicios públicos y para transformar profundamente la vida urbana y el modelo de gestión local. Como señala Hollands (2020), estas transformaciones buscan mejorar la calidad de vida de los ciudadanos mediante la digitalización de procesos, la conectividad y la toma de decisiones basada en datos. Así, Caragliu *et al.* (2021) destacan que la integración tecnológica en la planificación urbana ha impulsado avances concretos en áreas clave como la movilidad sostenible, la eficiencia energética y la participación ciudadana.

Desde esta óptica, las ciudades inteligentes representan una oportunidad para la gobernanza participativa, la creación de ecosistemas de emprendimiento y la economía digital para promover un crecimiento más inclusivo, equitativo y sostenible, adaptado a las necesidades específicas de cada territorio. Los gobiernos locales que tengan un enfoque centrado en las personas y alineados con principios del desarrollo territorial sostenible pueden diseñar políticas públicas más eficaces, anticiparse a problemas y redistribuir mejor los recursos.

En coherencia con este enfoque, el uso estratégico de la tecnología para promover la transparencia gubernamental ha fortalecido de manera significativa la rendición de cuentas en la gestión pública, como señalan Bertot *et al.* (2016). Tecnologías emergentes como *blockchain*, sistemas de datos abiertos y plataformas de gobierno digital han facilitado la supervisión ciudadana, haciendo más accesibles y trazables las decisiones y transacciones estatales (Meijer, 2018).

De manera complementaria, transformar profundamente la gobernanza territorial desde la óptica del desarrollo local mediante el uso de herramientas tecnológicas y mecanismos digitales de transparencia cobra un valor fundamental en la gestión de los gobiernos subnacionales, por cuanto las relaciones entre ciudadanía e instituciones son más cercanas; esto permite a la comunidad

ejercer un control social efectivo y participar activamente en las prioridades de inversión; de esta manera, se fortalece la legitimidad democrática del gobierno local y se activa un ecosistema de inteligencia colectiva.

En este sentido, la nueva era digital exige nuevas competencias no solo en el acceso y uso de la tecnología, sino también en la educación y alfabetización digital para todos los sectores. De ahí que se requieren políticas públicas inclusivas que propendan a la democracia de la tecnología; de esta manera, la democracia puede redefinir el concepto de gobernanza al integrar a los ciudadanos de una manera más activa e inclusiva en la toma de decisiones.

Conclusión

La gobernanza local vista como una herramienta democrática representa hoy un imperativo para abordar los retos globales y construir comunidades resilientes, inclusivas y sostenibles. Por ello, exige un cambio profundo en las estructuras tradicionales de poder y decisión para formular estrategias globales desarrollo, políticas públicas y mecanismos colaborativos basados en la participación ciudadana efectiva y la articulación multinivel de actores sectoriales y territoriales.

Referencias

Arnstein, S. (1969). A ladder of citizen participation. *Journal of the American Institute of Planners, 35*(4), 216-224.

Bai, X. V. (2016). Plausible and desirable futures in the Anthropocene: A new research agenda. *Global Environmental Change, 39*, 351–362. doi:https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2015.09.017

Bertot, J. C., Jaeger, P., y Grimes, J. M. (2016). Using ICTs to create a culture of transparency: E-government and social media as openness and anti-corruption tools for societies. *Government Information Quarterly, 27*(3), 264–271. doi:10.1016/j.giq.2010.03.001

Caragliu, A., Del Bo, C., y Nijkamp, P. (2021). Smart cities in Europe. *Journal of Urban Technology, 28*(1), 3-21. doi:10.1080/10630732.2020.1857880

Chris, A., y Gash, A. (2018). Collaborative platforms as a governance strategy. *Journal of Public Administration Research and Theory, 28*(1), 16-32. doi:https://doi.org/10.1093/jopart/mux030

Criado, J., Sandoval, R., y Gil-Garcia, J. (2021). Government innovation through social media. *Government Information Quarterly, 30*(4), 397-405. doi:10.1016/j.giq.2021.101494

Escobar, O. (2017). "Making it official: Participation professionals and the challenge of institutionalizing deliberative democracy". En L. B. Bherer, M. Gauthier, y L. Simard, *The Professionalization of Public Participation* (141-164). doi:10.4324/9781315637983

Fung, A. (2006). Varieties of participation in complex governance. *Public Administration Review*, 66-75.

Fung, A. (2015). Putting the public back into governance: The challenges of citizen participation and its future. *Public Administration Review, 75*(4), 513–522. doi:https://doi.org/10.1111/puar.12361

Hollands, R. (2020). The concept of the smart city: A critical review. *City, Culture and Society, 10*(3), 65-72. doi:10.1016/j.ccs.2020.05.004

Hooghe, L., y Marks, G. (2020). *A postfunctionalist theory of multilevel governance: Volume II: Community, scale, and regional*

governance. Oxford University Press. doi:https://doi.org/10.1093/oso/9780198845096.001.0001

Keating, M. (2019). State and Regional Nationalism: Territorial Politics and the European State. Edward Elgar Publishing. doi:https://doi.org/10.4337/9781788978083

Kitchin, R. (2019). *The data revolution: Big data, open data, data infrastructures and their consequences.* SAGE Publications.

Krook, M. M. (2021). *Gender, politics and institutions: Towards a feminist institutionalism.* Palgrave Macmillan.

Meijer, A. (2018). Public management and governance in the age of artificial intelligence. *Public Administration Review, 78*(6), 903-906. doi:https://doi.org/10.1111/puar.12957

Mossberger, K., Tolbert, C., y McNeal, R. (2018). *Digital citizenship: The Internet, society, and participation.* MIT Press.

Perez, J. (2019). *Participación ciudadana y gobernanza democrática.* Editorial Política y Sociedad.

Peters, G. (2019). *Governance and Comparative Politics.* Edward Elgar Publishing.

Piattoni, S. (2016). *The theory of multi-level governance: Conceptual, empirical, and normative challenges.* Oxford University Press. doi: https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780198729235.001.0001

Pierre, J., y Peters, G. (2000). *Governance, politics and the state.* Macmillan International Higher Education.

PNUD (2014). *Gobernanza territorial para el desarrollo sostenible.* New York.

Rodríguez, M. (2018). *Gobernanza y desarrollo sostenible: Desafíos y oportunidades.* Editorial Académica.

Sintomer, Y., Herzberg, C., y Rocke, A. (2016). *Participatory budgeting in Europe: Democracy and public governance.* Routledge.

Sorensen, E., y Torfing, J. (2017). *Metagovernance: Governing networks and network governance.* Palgrave Macmillan. doi:https://doi.org/10.1057/978-1-137-40706-1

Veale, M., y Binns, R. (2017). Fairness in machine learning: Lessons from political philosophy. Proceedings of the 2017 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems. doi:10.1145/3025453.3025887

Wampler, B. (2020). *Participatory budgeting in global perspective: Democracy and public governance.* Oxford University Press. doi:10.1093/oso/9780192897756.001.0001

Un breve recorrido por el agrupamiento académico: similitud entre regiones

Andrés Llambo-Chalan[1], Gladys Natividad Llambo-Chalan[1]

Resumen

Se tiende a considerar ampliamente que la educación desempeña un papel vital en el desarrollo y el progreso de un país. Estados Unidos es un referente en el ámbito educativo, ya que la educación constituye uno de los pilares de cualquier sociedad y un motor clave para el renacimiento del futuro de una nación. Este país cuenta con un sistema de educación pública financiado y supervisado por los gobiernos federal y estatal, con estándares nacionales establecidos por el gobierno. En este artículo, se revisan algunas estadísticas clave sobre la educación en Estados Unidos. Por ejemplo, el uso del algoritmo de agrupamiento k-means en educación permite agrupar a los estudiantes según su rendimiento académico, intereses comunes y estilos de aprendizaje preferidos. Esto puede utilizarse para personalizar la enseñanza y ofrecer asistencia individualizada según las necesidades específicas de cada alumno. De igual manera, las regiones son capaces de clasificarse según sus características educativas mediante agrupamiento k-means, lo cual resulta útil para identificar tendencias regionales, asignar recursos a las zonas con mayores necesidades y diseñar estrategias para mejorar los resultados educativos en aquellas con bajo desempeño.

Palabras clave: agrupamiento, k-means, regiones.

1 Instituto Superior Tecnológico UMA, Ambato, Ecuador. rectorado@uma.edu.ec, gerencia@grupokades.com

Introducción

La educación es el pilar de la sociedad, y en Estados Unidos no es la excepción. Este país cuenta con un sistema de educación pública consolidado, respaldado por universidades federales y estatales. Este artículo examina métricas educativas clave: tasas de graduación de secundaria, tasas de matriculación universitaria, gasto en educación y salarios docentes. Dichas estadísticas ofrecen una visión clara de cómo la educación moldea diversas dimensiones de la vida en Estados Unidos (Folbre, 2023; Lynch, 2023).

El porcentaje de estudiantes que se gradúa de secundaria es una métrica fundamental para evaluar la eficacia del sistema educativo estadounidense. Según el Centro Nacional de Estadísticas Educativas (NCES), la tasa nacional promedio de graduación de secundaria es del 85%. Sin embargo, esta cifra varía considerablemente entre estados: desde 74.9% en Nuevo México hasta 91.8% en Iowa.

Otra métrica clave es el porcentaje de estudiantes que acceden a la universidad. De acuerdo con el NCES, a nivel nacional, el 66% se matricula en la universidad (Shen *et al.*, 2012). Al igual que ocurre con las tasas de graduación, existen diferencias significativas entre estados: Massachusetts presenta la tasa más alta (81.4%) y Alaska, la más baja (32.5%) (Sánchez-Barricarte, 2023).

Estados Unidos invierte aproximadamente USD 700 mil millones al año en educación (Tabla 1), lo que representa el 3.6% del PIB. Existen diferencias notables en el gasto por alumno entre los estados: Nueva York destina USD 24 040 por estudiante, mientras que Utah solo USD 7 628; todo esto genera disparidades en la calidad educativa (Artige, 2023).

Los salarios docentes también varían significativamente según el estado. De acuerdo con datos del NCES, el salario promedio de los docentes es de USD 63 645, con Nueva York liderando con USD 86 561, y Misisipi en el extremo inferior con USD 45 574.

La remuneración docente influye directamente en la calidad de la educación que reciben los estudiantes (Folbre, 2023).

Tabla 1. Datasets[2]

Variable	Descripción
Región	Regiones del censo de EE. UU. (por ejemplo, ENC, ESC, MA, etc.)
Población	Población (en 1 000s)
SATV	Puntaje verbal promedio del SAT para graduados de secundaria
SATM	Puntaje promedio en el SAT de matemáticas para graduados de secundaria
Porcentaje	Porcentaje de graduados de secundaria que toman el SAT
Dólares	Gasto estatal en educación pública (en USD 1 000 por estudiante)
Salario	Salario promedio docente en el estado (en USD 1 000)

El agrupamiento k-means es una herramienta eficaz y multifacética para el análisis, que puede mejorar significativamente diversas dimensiones del sistema educativo. Por ejemplo, las escuelas pueden ser microcategorizadas según su rendimiento académico promedio y la demografía estudiantil, entre otros factores. K-means permite clasificar a las instituciones educativas en tres grupos: escuelas de alto rendimiento, escuelas de bajo rendimiento y escuelas con necesidad de mejora. A partir de esta clasificación, los educadores y responsables de políticas públicas pueden observar las prácticas más destacadas de las escuelas de alto rendimiento, formular políticas de asignación de recursos para aquellas con bajo desempeño y diseñar programas orientados a la mejora educativa.

2 https://vincentarelbundock.github.io/Rdatasets/datasets.htmL, https://www.kaggle.com/datasets/new-york-city/new-york-city-sat-results?resource=download

K-means también puede aplicarse al agrupamiento de estudiantes según su rendimiento académico, intereses y estilos de aprendizaje. Esta agrupación facilita la personalización del aprendizaje, ofreciendo apoyo específico basado en las necesidades particulares de cada estudiante. Por ejemplo, el algoritmo puede clasificar a los estudiantes en tres grupos: de alto rendimiento, que requieren mayor apoyo, y con necesidades de aprendizaje especializadas. Estos clústeres permiten orientar mejores prácticas de apoyo, identificar trayectorias de aprendizaje personalizadas y guiar inversiones dirigidas para asegurar el éxito de todos los estudiantes.

Metodología

K-means puede aplicarse a datos académicos de Estados Unidos para agrupar escuelas o estudiantes. Su metodología en datos educativos es la siguiente:

1. Identificación de los datos

El primer paso consiste en identificar los datos que se van a utilizar para el análisis de agrupamiento. Esto puede incluir datos sobre el rendimiento estudiantil, características del profesorado, financiamiento escolar y datos demográficos. Es fundamental que la información sea confiable y actualizada.

2. Preprocesamiento de los datos

Una vez identificados los datos, se deben preprocesar para que puedan utilizarse con el algoritmo k-means. Este paso incluye la limpieza de los datos, la normalización o escalamiento de los valores y, en algunos casos, la reducción de características.

3. Selección del número de clústeres

Se debe decidir cuántos clústeres se utilizarán en el análisis. Para ello, existen métodos como el del codo (*elbow method*) o el análisis de silueta (*silhouette analysis*) que ayudan a determinar el número óptimo de clústeres.

4. Ejecución del algoritmo k-means

Se utiliza la base de datos limpia junto con el número de clústeres seleccionado para ejecutar el algoritmo. El sistema agrupará los puntos de datos en clústeres, de modo que cada punto pertenezca al grupo al que sea más similar, en función de la distancia entre ellos.

5. Mapeo e interpretación de los clústeres

Una vez agrupados los datos, se analizan los clústeres para identificar patrones que permitan detectar tendencias o áreas de mejora. Esto incluye determinar las características comunes de cada clúster, comparar el rendimiento de escuelas o estudiantes dentro de un mismo grupo y extraer prácticas exitosas que puedan mejorar los resultados académicos dentro de cada agrupamiento.

Experimentación

En cuanto al uso de un conjunto de datos educativos de Estados Unidos para experimentar con k-means, existen numerosas posibilidades. Este tipo de *datasets* incluye una amplia gama de variables relacionadas con educación, salarios y otros factores que pueden emplearse para agrupar a individuos según sus características.

Para aplicar el agrupamiento k-means a un conjunto de datos, primero se debe seleccionar un subconjunto de variables relevantes para el análisis. Luego, se ejecuta el algoritmo para identificar clústeres de individuos en función de dichas variables. Los resultados pueden utilizarse para investigar patrones de éxito y fracaso, identificar factores que contribuyen al logro académico y desarrollar intervenciones educativas para mejorar los resultados de los estudiantes (ver Tabla 2).

Tabla 2. Clúster académico

Clúster	Región	Población	SATV	SATM	Porcentaje	Dólares	Salario
Full Data	AL	48 766 471	4 481 569	4 973 922	337 451	51 755	309 412
Clúster 0	AL	3 564.5	4 736 923	5 259 615	12.5	43 869	281 154
Clúster 1	AK	6 241.28	421.6	467.68	55.84	59 956	33.88

Para aplicar el algoritmo de agrupamiento k-means a las regiones educativas de Estados Unidos, primero es necesario definir las características o variables que se utilizarán para medir la similitud entre dichas regiones.

Conclusión

En resumen, la educación es un componente fundamental de la vida en Estados Unidos, y las estadísticas educativas proporcionan información esencial sobre la salud del sistema educativo. Entre estas estadísticas se incluyen las tasas de graduación de secundaria, las tasas de matriculación universitaria, el gasto en educación, los salarios docentes, entre otras. Mediante el seguimiento de estos indicadores, educadores, responsables de políticas públicas y ciudadanos pueden colaborar para garantizar que cada estudiante en EE. UU. tenga acceso a una educación de alta calidad, independientemente de su origen o situación socioeconómica.

Esta información puede emplearse para detectar tendencias regionales, asignar recursos a las zonas con mayores necesidades y diseñar soluciones orientadas a mejorar el rendimiento educativo en las áreas con bajo desempeño. Por ejemplo, un algoritmo de agrupamiento k-means estándar podría utilizarse para clasificar a los condados en tres clústeres: de alto rendimiento, con necesidad de mejora y con desafíos educativos únicos. Esta clasificación podría usarse para resaltar buenas prácticas en cada grupo, dirigir recursos a las regiones más necesitadas, y diseñar estrategias específicas para abordar los retos educativos particulares de cada zona.

En definitiva, el algoritmo k-means puede convertirse en una poderosa herramienta para identificar tendencias, patrones y oportunidades de mejora dentro del ámbito educativo. Los responsables de políticas educativas pueden examinar estrategias dirigidas para mejorar los resultados del aprendizaje de todos los estudiantes, utilizando las características particulares de escuelas, estudiantes y regiones agrupadas mediante k-means.

Finalmente, los clústeres generados pueden interpretarse para evaluar similitudes y diferencias entre las regiones educativas, en función de las variables seleccionadas. Esto puede arrojar luz sobre regiones que se destacan o que presentan rezagos en áreas específicas, lo cual puede contribuir a informar decisiones regionales y nacionales relacionadas con la política educativa.

Referencias

Artige, L. (2023). Education spending disparities in the USA. *Economic Review, 48*(2), 89–104.

Folbre, N. (2023). *Educational Challenges in the USA.* Boston University Press.

Lynch, J. (2023). *The State of American Education.* Education Statistics Press.

National Center for Education Statistics. (n. d.). High School Graduation Rates in the United States. *National Center for Education Statistics*. https://nces.ed.gov

Sánchez-Barricarte, J. J. (2023). *Analysis of College Enrollment Trends*. Academic Insights.

Shen, X. B., Wu, Q., y Fu, X. L. (2012). Effects of the duration of expressions on the recognition of microexpressions. *Journal of Zhejiang University-SCIENCE B (Biomedicine & Biotechnology), 13*(3), 221–230.

Explorando el desempeño en el SAT mediante regresión y agrupamiento: perspectivas para la política y práctica educativa

Andres Llambo-Chalan[1], Gladys Natividad Llambo-Chalan[1]

Resumen

El Scholastic Assessment Test (SAT) ha sido un pilar en el proceso de admisión universitaria en Estados Unidos, sirviendo como referencia para evaluar la preparación de los estudiantes para la Educación Superior. Valora habilidades clave como la comprensión lectora, la escritura y la resolución matemática de problemas a través de cuatro secciones principales: Matemáticas (con calculadora), Lectura, Escritura y Lenguaje (sin calculadora), con una duración total de tres horas, más un ensayo opcional. Este estudio examina el rendimiento en el SAT utilizando técnicas de agrupamiento y regresión para identificar patrones y tendencias. Al agrupar a los examinados según su rendimiento, educadores y responsables de políticas pueden identificar brechas de habilidades, comprender estrategias de toma del examen y atender necesidades específicas de aprendizaje. Estas perspectivas permiten tomar decisiones más inteligentes basadas en datos, garantizando una asignación equitativa de recursos para apoyar a todos los estudiantes.

Palabras clave: SAT, regresión lineal, agrupamiento k-means, analítica educativa, toma de decisiones basada en datos, rendimiento académico.

1 Instituto Superior Tecnológico UMA, Ambato, Ecuador. rectorado@uma.edu.ec, gerencia@grupokades.com

Introducción

La búsqueda del conocimiento ha sido siempre central en la experiencia humana, moldeando civilizaciones, liberando potencial y definiendo caminos hacia el crecimiento personal y colectivo. No obstante, la medición del conocimiento —una entidad compleja y abstracta— ha representado un reto constante. ¿Qué significa cuantificar el aprendizaje y cómo pueden estas mediciones reflejar no solo la capacidad intelectual, sino también la interacción entre oportunidad, esfuerzo y contexto?

Este artículo examina los factores que influyen en el rendimiento estudiantil en pruebas estandarizadas mediante técnicas de agrupamiento y regresión. Se analiza un conjunto de datos de puntuaciones SAT de graduados de secundaria en California, identificando agrupamientos naturales que representan niveles de habilidad académica y trayectorias educativas. Los resultados muestran que el entorno familiar y el esfuerzo tienen un papel importante en las diferencias de rendimiento entre grupos. Además, al controlar por el contexto familiar los efectos fijos escolares e individuales, se atenúan los efectos de las trayectorias académicas en la parte verbal del examen.

Este estudio también busca explorar los determinantes del rendimiento académico, con énfasis en agrupamientos y trayectorias académicas, utilizando puntajes del SAT y del American College Testing (ACT), así como datos agregados de estudiantes. Además, se abordan problemas metodológicos identificados por investigaciones previas en esta área.

El SAT es una prueba estandarizada para admisiones universitarias en EE. UU., utilizada por más universidades que cualquier otra prueba. Fue introducida en 1926, adoptada por el College Board en 1942 y convertida en examen nacional. En 1947 se renombró como Scholastic Aptitude Test y, luego, Scholastic Assessment

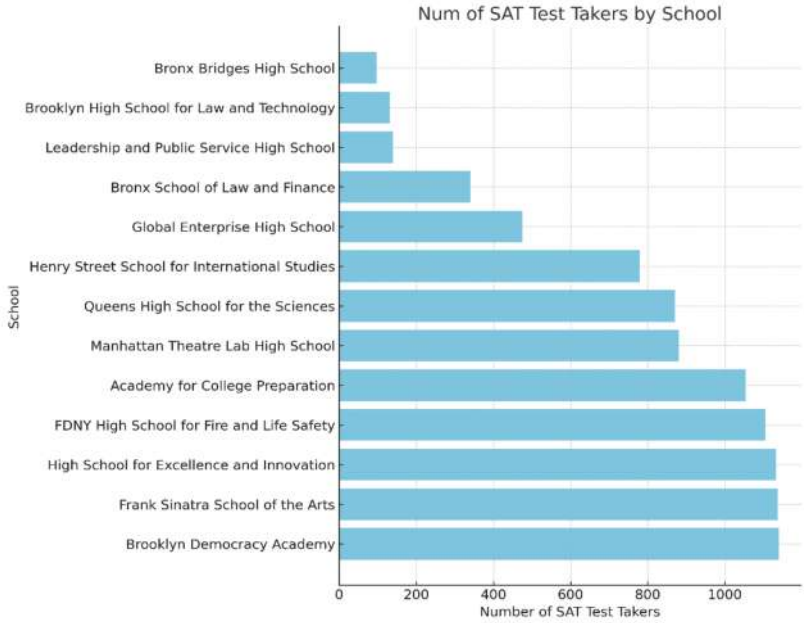
Test, aunque hoy no se considera un acrónimo. La versión actual incluye cuatro secciones: Escritura y Lenguaje, Matemáticas, Lectura Basada en Evidencia y un ensayo opcional, con puntajes de 200 a 800 por sección (total: 800-1 600 puntos) y un ensayo calificado de 6 a 24 puntos.

Con el tiempo, el SAT ha ganado importancia. Estudios indican que las puntuaciones SAT, especialmente en Matemáticas, tienen un efecto positivo en los ingresos tras el primer año universitario. En algunos estados es obligatorio para graduarse de secundaria. Aun así, también se ha encontrado que puntajes altos en el SAT pueden estar negativamente relacionados con la graduación universitaria en 4 o 6 años. No obstante, el SAT sigue siendo el mejor predictor del éxito académico universitario (Clavel *et al.*, 2008; Gonzalez, 2009; Shen *et al.*, 2012).

Uno de los argumentos a favor del uso del SAT es que, al proporcionar una "moneda común" para comparar registros académicos diversos, ha contribuido a la diversidad socioeconómica en el nivel de pregrado. Diversos estudios muestran que, combinado con las calificaciones de secundaria, el SAT predice adecuadamente el desempeño universitario, la titulación y el éxito profesional (Hurley, 2012; Porter y Brinke, 2008).

Aunque no es el único criterio de admisión, un puntaje alto en el SAT mejora las oportunidades de ingreso y becas (Du *et al.*, 2014; Polikovsky *et al.*, 2009). La regresión lineal se presenta como herramienta poderosa para identificar tendencias, predecir y comprender los factores que influyen en el rendimiento en el SAT. Al integrarla con datos demográficos, se pueden crear estrategias dirigidas a apoyar a diversos perfiles de estudiantes.

Figura 1. SAT



La Figura 1 muestra la técnica SAT utilizada para el análisis de agrupamiento. Dicho análisis estadístico permite identificar grupos o clústeres distintos dentro de los datos, basándose en similitudes. Esta aplicación es útil para diferenciar entre grupos de examinados con características o rendimientos similares, ofreciendo valiosas perspectivas para educadores y formuladores de políticas, revelando qué factores contribuyen al éxito y qué estudiantes necesitan apoyo adicional.

Cada vez más estudios empíricos usan herramientas teóricas económicas para ofrecer a orientadores y estudiantes recomendaciones sobre elección de escuelas, campos de estudio y distribución de esfuerzo. Un segundo enfoque usa algoritmos de agrupamiento para analizar datos de estudiantes de secundaria, según sus resultados en pruebas de admisión. Se encontró que estos agrupamientos

revelan diferencias respecto al tipo de carrera, rendimiento total y creencias personales (Jaques *et al.*, 2020).

Este estudio adopta un enfoque intermedio, aplicando técnicas de agrupamiento amplias sobre datos nacionales del SAT. Se aplica un agrupamiento no jerárquico, dividido por estado de evaluación aleatoriamente.

En la sección 2 se describen varios aspectos de la evaluación SAT en EE. UU. La sección 3 discute análisis de agrupamiento previo sobre aptitud educativa. La sección 4 detalla nuestro agrupamiento aplicado a estudiantes que rinden el SAT; en la sección 5 se analizan las diferencias entre clústeres en términos de geografía, género y etnicidad, y cómo se relacionan con los datos obtenidos. La conclusión resume hallazgos y propuestas para investigaciones futuras.

El algoritmo de agrupamiento k-means es ampliamente utilizado para segmentar datos. Se explora cómo elegir el número óptimo de clústeres y qué variables influyen más en dicha segmentación. El objetivo es proporcionar información clave para categorizar registros estudiantiles de forma que se puedan aplicar intervenciones basadas en evidencia para mejorar el rendimiento en el SAT (Gonzalez, 2009; Porter y Brinke, 2008; Frank y Svetieva, 2014; Polikovsky *et al.*, 2009

Metodología

El diseño de esta investigación se dividió en diversas etapas sistemáticas con el fin de ofrecer una respuesta profunda a la pregunta central del estudio, maximizando al mismo tiempo la validez de los resultados (para más información sobre estos métodos, véase la sección de Resultados).

Todo buen estudio comienza con una buena pregunta de investigación. Por ejemplo, podría investigarse si el promedio

académico en la secundaria (GPA) predice el éxito en el SAT o cómo ciertos hábitos de estudio (como las horas dedicadas) afectan los resultados del examen. Objetivos bien definidos aseguran que el análisis mantenga su coherencia y alineación con las metas establecidas. Una vez formulada la pregunta de investigación, el siguiente paso consiste en recopilar los datos relevantes.

Dado que se va a realizar un análisis, es necesario preprocesar los datos para asegurar su precisión. Esta etapa incluye el tratamiento de valores faltantes y la eliminación de valores atípicos que podrían distorsionar los resultados. Además, los datos pueden ser transformados para cumplir con los supuestos de la regresión lineal, tales como la normalidad o la homocedasticidad.

Posteriormente, se aplica el algoritmo de agrupamiento k-means sobre los datos preprocesados, generando clústeres de examinados con rendimientos similares, basándose en características compartidas o comportamientos comunes durante el examen. Luego, se analiza cada clúster para determinar cuáles permiten interpretar patrones y relaciones significativas. La interpretación de los agrupamientos se apoya en técnicas de visualización (como diagramas de dispersión y diagramas de caja, entre otros) que proporcionan una comprensión intuitiva de las diferencias entre los grupos.

Finalmente, se integran los resultados del análisis de regresión y del agrupamiento para dar respuesta a la pregunta de investigación. Las conclusiones sobre los factores predictivos del desempeño en el SAT se basan tanto en las tendencias identificadas por los clústeres como en las predicciones del modelo de regresión.

Experimentación

La realización de un experimento de regresión lineal para analizar los resultados del SAT ofrece perspectivas valiosas sobre los factores que contribuyen al éxito estudiantil en esta prueba. A

través de un diseño cuidadoso del estudio, la recolección de datos pertinentes y un análisis riguroso es posible descubrir patrones y tendencias que sirvan de base para mejorar las prácticas educativas y orientar la toma de decisiones en políticas públicas.

Las representaciones visuales —como la Tabla 1 para el análisis de datos, la Figura 2 sobre el modelo de regresión lineal y la Figura 3 sobre la selección de clústeres— refuerzan la comprensión al ilustrar los hallazgos clave y sus implicaciones.

Tabla 1. Regresión lineal

Residuals	Values
Min	-431.31
1Q	-12.95
Median	-0.6
3Q	13.96
Max	220.76

Figura 2. Regresión lineal

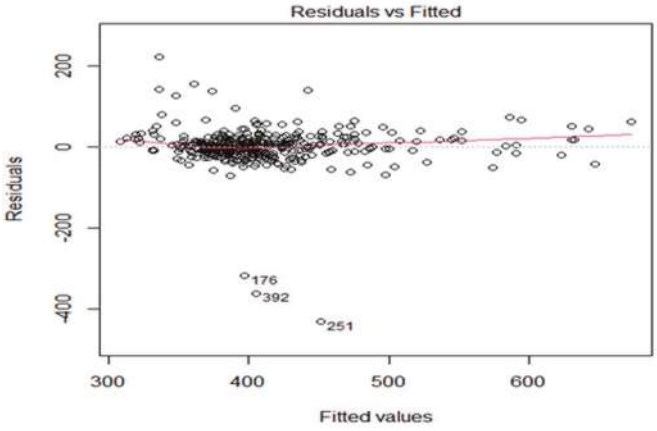
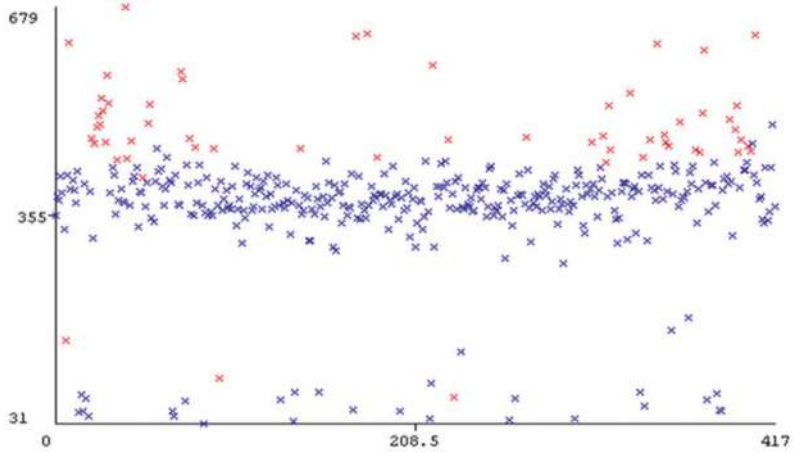


Figura 3. Selección de clústeres



Ilustraciones sencillas como la Tabla 1 y representaciones visuales como la imagen de regresión lineal en la Figura 2 y la selección de hiperesferas en la Figura 3 permiten representar de manera clara los hallazgos más importantes y su relevancia. Por ejemplo, la Figura 3 ilustra la asignación de clústeres para los resultados del SAT, demostrando el proceso de agrupamiento de los examinados en distintos grupos, según sus puntuaciones y otras características, utilizando el algoritmo de agrupamiento k-means. Una vez aplicado el algoritmo, a cada examinado se le asigna un clúster que refleja su similitud con los demás miembros de ese grupo.

El número y la composición de estos clústeres dependen de los objetivos de la investigación y del conjunto de datos utilizado. Por ejemplo, un análisis puede emplear k-means para clasificar a los examinados en tres clústeres únicamente en función de sus puntajes SAT; mientras que otro incorpora variables adicionales, como el promedio académico de secundaria (GPA) y factores demográficos para crear agrupamientos más detallados y matizados (véase Tabla 2).

Esta flexibilidad permite a los investigadores adaptar el proceso de agrupamiento para descubrir perspectivas alineadas con sus preguntas y objetivos específicos.

Tabla 2. Asignación de clústeres

Attribute	Full data	Clúster 0	Clúster 1
SAT Nota promedio en lectura crítica	374.866	357.2083	484.4655
SAT Nota promedio en Matemáticas	412.1196	392.5361	533.6724
SAT Nota promedio en escritura	395.5383	377.0083	510.5517

Las asignaciones de clústeres derivadas de los resultados del SAT proporcionan valiosas perspectivas sobre las características y el rendimiento de distintos grupos de estudiantes. Por ejemplo, si un clúster obtiene sistemáticamente puntuaciones más altas que los demás, esto puede indicar la presencia de ciertos rasgos o factores que contribuyen al éxito en la prueba. Estos hallazgos pueden orientar las prácticas y políticas educativas, permitiendo el desarrollo de intervenciones y recursos específicos para apoyar a los estudiantes que enfrentan mayores desafíos.

No obstante, es fundamental reconocer que las asignaciones de clústeres no son fijas y pueden variar en función de factores como el algoritmo de agrupamiento utilizado, el número de clústeres seleccionados y la naturaleza del conjunto de datos. Esta variabilidad resalta la importancia de interpretar los resultados con cautela. Un preprocesamiento adecuado de los datos y un análisis riguroso son esenciales para garantizar que los hallazgos sean tanto significativos como confiables.

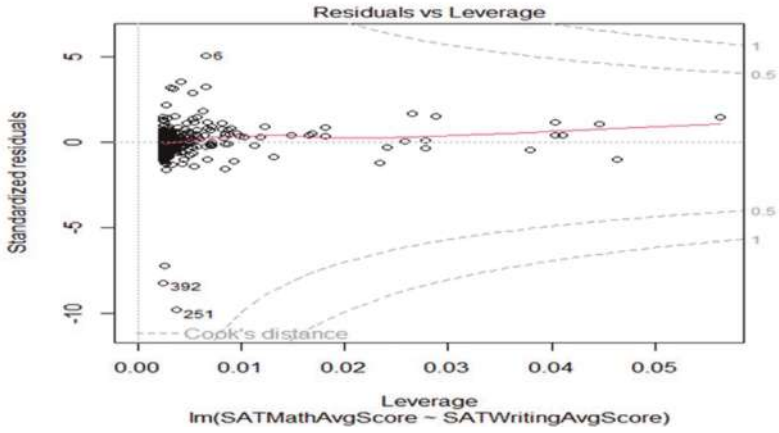
Conclusiones

La regresión lineal resulta útil para explorar los puntajes del SAT e identificar los factores que contribuyen al éxito estudiantil.

Utilizamos representaciones gráficas que permiten modelar la relación de los puntajes con diferentes variables, como el promedio académico (GPA) y los hábitos de estudio, lo que nos ayuda a encontrar patrones y relaciones relevantes en los datos.

Una de las principales ventajas de la regresión lineal es que, al entrenar el modelo con puntajes del SAT, se puede predecir el rendimiento futuro de los estudiantes en dicha prueba, basándose en resultados anteriores. Esto resulta especialmente útil para docentes y tutores, quienes pueden aprovechar estas predicciones para orientar mejor a los estudiantes en su preparación (véase la Figura 4). Contar con esta información facilita el desarrollo de planes personalizados y estrategias dirigidas para mejorar el rendimiento académico y la preparación general de los estudiantes.

Figura 4. Residuales en regresión lineal



La Figura 4, desde una perspectiva de aprendizaje automático, muestra que la regresión lineal puede ser un método útil para identificar valores atípicos o puntos que no se ajustan al resto del conjunto de datos —es decir, puntos que no siguen la tendencia

general—. Detectar estas excepciones también puede ofrecer información valiosa sobre el rendimiento en el SAT. Asimismo, puede señalar áreas donde se requiere una investigación más profunda o una intervención específica.

El análisis del SAT es como un iceberg, y la regresión lineal representa solo su punta. Este enfoque debe complementarse con otros métodos que aborden una visión integral de los factores que afectan el éxito estudiantil. Estrategias de toma de exámenes, niveles de motivación y ansiedad son elementos que pueden influir significativamente en el desempeño, tal como se observa en los resultados de la regresión lineal.

El análisis de agrupamiento es otra técnica muy útil para organizar los resultados del SAT en grupos, lo cual permite comprender mejor los comportamientos durante la prueba, incluyendo tendencias en el rendimiento y patrones comunes entre los examinados. Con una consideración cuidadosa, estos hallazgos pueden ayudar a educadores y responsables de políticas públicas a desarrollar iniciativas dirigidas a poblaciones estudiantiles diversas, creando las condiciones necesarias para que todos los estudiantes puedan alcanzar el éxito.

Referencias

Clavel, C., Vasilescu, I., Devillers, L., Richard, G., y Ehrette, T. (2008). Fear-type emotion recognition for future audio-based surveillance systems. *Elsevier, 50*, 487-503.

Du, S., Tao, Y., y Martinez, A. (2014). *Compound facial expressions of emotion.* National Academic Sciences.

Frank, M., y Svetieva, E. (2014). Microexpressions and Deception. *Understandig Facial Expressions in Communication*, 227-242.

Gonzalez, S. (2009). La inteligencia artificial aplicada a la videovigilancia revoluciona los sistemas de cctv. *Borrmart*. http://

www.borrmart.es/articulo_seguritecnia.php?id=1226&numero=324

Hurley, C. (2012). Do you see what I see? Learning to detect micro expressions of emotion. *Motiv Emot, 36*, 371-381.

Polikovsky, S., Kameda, Y., y Ohta, Y. (2009). Facial micro-expressions recognition using High Speed Camera and 3D Gradient Descriptor. *IEEEXplore*.

Porter, S., y Brinke, L. (2008). Reading between the Lies. Identifying Concealed and Falsified Emotions in Universal Facial Expressions. *Psychol Sci, 19*(5), 508-514.

Shen, X.-b., Wu, Q., y Fu, X.-l. (2012). Effects of the duration of expressions on the recognition of microexpressions. *Jorunal of Zhejiang University, 13*(3), 221-230.

Shreve, M., Godavarthy, S., Manohar, V., y Goldgof, D. (2009). *Towards macro- and micro- expression spotting in video using strain patterns*. IEEE.

Dominando los estilos de aprendizaje: desbloquea tu potencial óptimo de aprendizaje

Andrés Llambo-Chalan[1], Gladys Natividad Llambo-Chalan[1]

Resumen

Este estudio integra de forma innovadora el modelo VAK con el algoritmo de agrupamiento k-means para mejorar la comprensión de los estilos de aprendizaje. El estilo de aprendizaje preferido por cada individuo es una de las consideraciones más importantes; este representa su forma única de procesar, retener y recordar información. Comprender el propio estilo de aprendizaje puede ayudar a las personas a aprovechar al máximo sus experiencias educativas y a aumentar sus posibilidades de éxito. Normalmente, el modelo VAK no se utiliza en conjunto con el agrupamiento k-means. K-means es un algoritmo de aprendizaje automático que permite agrupar puntos de datos en función de su similitud. En general, el agrupamiento k-means podría aplicarse al modelo VAK para identificar grupos de personas con estilos de aprendizaje similares, aunque esto sería ineficiente.

Palabras clave: aprendizaje, estilo, método.

1 Instituto Superior Tecnológico UMA, Ambato, Ecuador. rectorado@uma.edu.ec, gerencia@grupokades.com

Introducción

El aprendizaje es un proceso complejo y dinámico que involucra múltiples factores y variables. Uno de los factores más relevantes es el estilo de aprendizaje preferido por el individuo; que es la manera única en que un estudiante procesa, retiene y recuerda información. Comprender dicho estilo puede ayudar a las personas a aprovechar al máximo sus experiencias educativas y a alcanzar su máximo potencial de éxito (Freiberg-Hoffmann y Fernández-Liporace, 2023). Existen diversas teorías y modelos sobre estilos de aprendizaje, pero los más ampliamente reconocidos incluyen los siguientes (Nurmalisa *et al.*, 2023):

- Visual (espacial): Personas que piensan en imágenes y prefieren ver la información para comprenderla.
- Auditivo (aural): Quienes aprenden mejor escuchando, hablando y repitiendo información.
- Kinésico (táctil): Individuos que aprenden mejor mediante la experiencia práctica y la actividad física.
- Lectura/escritura (lingüístico): Personas que prefieren leer y escribir para aprender y explican verbalmente lo aprendido.

Comprender los estilos de aprendizaje puede tener un impacto significativo en los resultados académicos. Cuando una persona conoce el suyo puede adaptar sus estrategias y entornos de estudio, mejorando así su motivación, compromiso y logro. Por el contrario, el desconocimiento de su propio estilo puede conducir a dificultades de aprendizaje, frustración y agotamiento (Wulandari *et al.*, 2023).

Para optimizar el aprendizaje, se sugiere una estrategia multifacética que incluya distintas modalidades, reflejando el estilo preferido del individuo pero desafiándolo a interactuar con la información desde múltiples perspectivas (Chouhan *et al.*, 2023).

Para ello, algunas estrategias útiles son:

- Visuales: diagramas, mapas mentales y gráficos.
- Auditivos: discusiones grupales, audios y repetición oral.
- Kinésicos: actividades prácticas, simulaciones y dramatizaciones.
- Lectura/escritura: notas detalladas, resúmenes escritos y actividades reflexivas escritas.

El estilo de aprendizaje se refiere a cómo una persona prefiere adquirir, procesar y retener información. El modelo VAK es la clasificación más conocida, dividiendo a los estudiantes en visuales, auditivos y kinésicos. No obstante, numerosos estudios demuestran que las personas combinan múltiples estilos, por lo que clasificarlas en un único tipo resulta inexacto. Se requiere un método más preciso y aquí es donde el aprendizaje automático ofrece soluciones eficientes. Una vez identificados con precisión los estilos de aprendizaje, incluso se pueden recomendar trayectorias profesionales apropiadas (Kulsum, 2023; Moser y Wilson, 2023; Wulandari *et al.*, 2023).

El algoritmo k-means puede aplicarse al análisis de estilos de aprendizaje, agrupando a los estudiantes según sus formas de absorber, procesar y recordar información. Esta segmentación permite a los docentes diseñar estrategias educativas más adecuadas (Lu *et al.*, 2023; Safarov *et al.*, 2023; Saputro *et al.*, 2023).

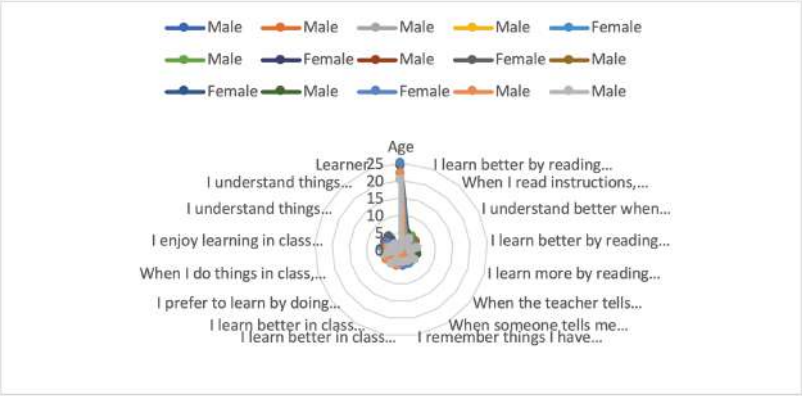
Metodología

Se aplicó el modelo de estilos VAK a 100 estudiantes (véase Figura 1), el cual distingue entre los estilos visual, auditivo y kinésico. La teoría detrás de este modelo sostiene que los individuos tienen un estilo dominante y retienen mejor la información cuando esta se presenta en su modalidad preferida.

Pasos metodológicos

1. Recolección de datos: se recopiló información sobre las preferencias de aprendizaje como métodos preferidos (material visual, discusiones grupales, actividades prácticas, etc.).
2. Preprocesamiento: se transformaron los datos categóricos en valores numéricos para su análisis algorítmico.
3. Selección de características: se identificaron las variables más relevantes que describen los estilos de aprendizaje de los participantes.
4. Aplicación de k-means: el algoritmo k-means se ejecutó sobre los datos preprocesados para agrupar a los estudiantes según similitudes en sus estilos de aprendizaje.
5. Evaluación de resultados: se analizaron los resultados del algoritmo para determinar el número óptimo de clústeres y se interpretaron en función de los estilos de aprendizaje representados.

Figura 1. Resumen del dataset



La Figura 1 muestra que es posible aplicar el algoritmo k-means para estudiar los estilos de aprendizaje VAK. Por ejemplo, se puede recopilar información sobre cómo aprenden los individuos (sus preferencias por ayudas visuales, discusiones grupales, actividades prácticas, etc.) y, luego, utilizar k-means para agrupar a las personas según sus estilos de aprendizaje.

Experimentación

El resultado sería K clústeres de individuos con estilos de aprendizaje similares. Sin embargo, es importante señalar que la teoría de los estilos de aprendizaje VAK ha sido objeto de críticas por parte de algunos psicólogos educativos y existe evidencia empírica limitada que respalda su validez. Además, es importante tener en cuenta que los estilos de aprendizaje no son fijos y que una persona puede preferir diferentes en distintos contextos o según el tipo de información (véase Tabla 1).

Tabla 1. Clústeres

	Gender_Female	Gender_Male	...	Cluster	Learner
0	0	1	...	3	2
1	0	1	...	20	0
2	0	1	...	16	0
3	0	1	...	5	2
4	1	0	...	18	0

[5 rows x 20 columns]

	Gender_Female	Gender_Male	...	Cluster	Learner
51	1	0	...	7	2
11	0	1	...	27	2
48	0	1	...	41	2
15	0	1	...	17	0
62	0	1	...	34	0

Figura 2. Clúster inicial

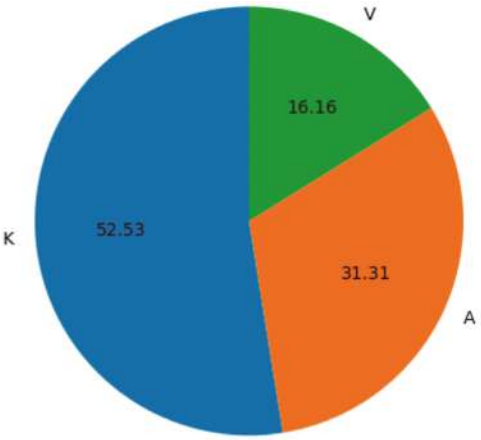
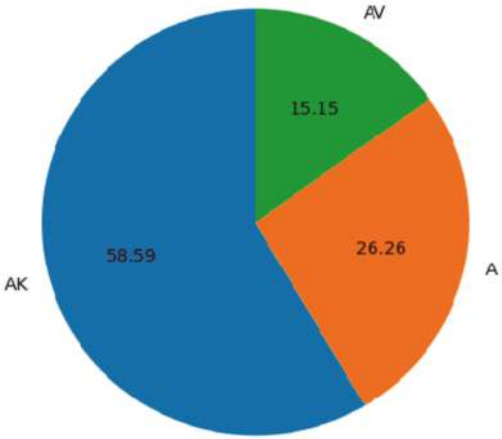


Figura 3. Clúster final



Las Figuras 1 y 2 muestran la importancia de tener en cuenta que esta es una visión general simplificada y que los pasos específicos a seguir dependerán de los datos concretos y de las preguntas de investigación que se deseen abordar.

Conclusión

Los estilos de aprendizaje desempeñan un papel significativo en el proceso educativo y pueden influir en los resultados del aprendizaje. Comprender el estilo de aprendizaje preferido puede ayudar a las personas a desarrollar estrategias de estudio más eficaces y eficientes, lo que contribuye a una mayor motivación, implicación y logro académico.

Es importante destacar que los estilos de aprendizaje no son estáticos y pueden cambiar con el tiempo, por lo que los individuos deben estar abiertos a explorar y adaptar sus estilos conforme a las necesidades del contexto.

El modelo VAK no se utiliza comúnmente en combinación con k-means. K-means es un algoritmo de aprendizaje automático que se emplea para realizar agrupamientos o clasificaciones de puntos de datos basados en su similitud. En general, el agrupamiento k-means podría aplicarse al modelo VAK si se busca identificar grupos de personas con estilos de aprendizaje similares; sin embargo, esto requeriría datos adicionales y un análisis más profundo, más allá de una simple categorización como aprendices visuales, auditivos o kinésicos.

Referencias

Chouhan, N., Shan, R., Gupta, M., Rashid, S., y Manhas, M. (2023). Evaluation of preferred learning styles among undergraduate students of government medical college, Jammu. *Natl J Physiol Pharm Pharmacol, 13*.

Freiberg-Hoffmann, A., y Fernández-Liporace, M. (2023). Learning Styles Type Indicator: una adaptación para estudiantes medios y universitarios argentinos. *Academo (Asunción), 10*(1), 1-12.

Kulsum, U. (2023). The Influence of Cooperative Learning Accompanied By Image Media on The Initial Writing Ability of Grade 1 Elementary School Students In Terms of VAK Learning Style. *Journal Research of Social, Science, Economics, and Management, 2*(06), 974–986-974–986.

Lu, L., Lin, Y., Wen, Y., Zhu, J., y Xiong, S. (2023). Federated clustering for recognizing driving styles from private trajectories. *Engineering Applications of Artificial Intelligence, 118*, 105714.

Moser, T., y Wilson, K. (2023). Effects of Learning Styles on Academic Achievement in a Middle School Science Classroom. *American Journal of Educational Research, 11*(1), 1-6.

Nurmalisa, Y., Sunyono, S., y Yulianti, D. (2023). An Integrative Review: Application of Digital Learning Media to Developing Learning Styles Preference. *International Journal of Information and Education Technology, 13*(1), 187-194.

Safarov, F., Kutlimuratov, A., Abdusalomov, A. B., Nasimov, R., y Cho, Y.-I. (2023). Deep Learning Recommendations of E-Education Based on Clustering and Sequence. *Electronics, 12*(4), 809.

Saputro, H. D., Muryani, C., y Sarwono, S. (2023). "Identifying students learning style: Effort to anticipate degradation in geography online learning". En *Teacher Education and Teacher Professional Development in the COVID-19 Turn* (pp. 104-111). Routledge.

Wulandari, R. N., Kusairi, S., Purwaningsih, E., y Sutopo (2023). The comparison of learning style on thermodynamic learning outcomes of public high school and Islamic boarding school. Paper presented at the AIP Conference Proceedings.

Gestión ambiental, educación y medio ambiente: análisis del impacto de la educación en la conciencia y prácticas ambientales

Alex Ricardo López-Ramos[1], Ángel Andrés Villón-Ponguillo[2], Harol Marcial Castillo-Del-Valle[1], Johanna Lilibeth Alcívar-Ponce[1]

Resumen

El propósito de esta investigación es explorar la integración entre las perspectivas ambientales y económicas para el desarrollo sostenible en Ecuador. Además, se examinaron las percepciones de los estudiantes respecto a la importancia económica de la conservación y se identificaron vacíos en su formación académica. Los resultados indicaron que, aunque los estudiantes reconocen la relación entre la conservación y el desarrollo económico, se sienten poco preparados para abordar estos temas de manera profesional. La investigación enfatiza la necesidad urgente de mejorar los programas educativos que doten a los futuros economistas con las habilidades y conocimientos necesarios para contribuir al desarrollo sostenible. Abordar esta brecha es crucial para los objetivos de sostenibilidad a largo plazo de Ecuador.

Palabras clave: gestión ambiental, educación, medio ambiente, conciencia ambiental, prácticas sostenibles.

1 Universidad Estatal Península de Santa Elena, Santa Elena, Ecuador. alopezr@upse.edu.ec, hcastillo@upse.edu.ec, jalcivar@upse.edu.ec

2 Ministerio de Educación, Santa Elena, Ecuador. adrianvillon.7@gmail.com

Introducción

Ecuador es un país rico en recursos naturales y biodiversidad, lo que lo convierte en un actor clave en los esfuerzos de conservación ambiental a nivel mundial. La riqueza ecológica de la nación no solo es motivo de orgullo, sino también un factor crucial en su desarrollo económico y social. No obstante, enfrenta importantes desafíos ambientales, entre los que se incluyen la deforestación, la escasez de agua y la pérdida de biodiversidad. Estos problemas se ven agravados por las necesidades económicas del país y la presión por explotar sus recursos naturales para obtener beneficios a corto plazo. Lograr un equilibrio entre la conservación ambiental y el desarrollo económico se ha convertido en un desafío central para Ecuador y otros países que enfrentan dilemas similares.

Comprender la relación entre la conservación y el crecimiento económico es esencial para desarrollar políticas que promuevan un desarrollo sostenible. En particular, el papel de la educación en la formación de futuras generaciones con pensamiento crítico respecto a los compromisos entre lo ambiental y lo económico no puede ser subestimado. La educación funciona como un puente que conecta el entendimiento científico con soluciones prácticas, preparando a los estudiantes para enfrentar desafíos reales en sus futuras profesiones. Al integrar la educación ambiental en el currículo, los estudiantes pueden estar mejor preparados para tomar decisiones informadas que logren un equilibrio entre la conservación y las necesidades económicas.

Esta introducción enfatiza en la necesidad de un enfoque integral de la conservación que contemple tanto factores económicos como ambientales. Destaca cómo la educación puede desempeñar un papel fundamental en la preparación de futuros economistas y administradores de políticas públicas para afrontar estos desafíos. La biodiversidad única de Ecuador representa tanto una oportunidad como una responsabilidad: proteger su entorno

natural mientras se fomenta un crecimiento económico sostenible. Las instituciones educativas del país, especialmente en el ámbito de la economía, tienen un papel vital en dotar a los estudiantes con las herramientas necesarias para desenvolverse en este panorama complejo.

Este estudio explorará las perspectivas de los estudiantes de economía en Ecuador, analizando sus actitudes hacia la conservación ambiental y su impacto en el crecimiento económico. La investigación adoptará un enfoque de métodos mixtos, combinando datos cuantitativos —provenientes de una encuesta aplicada a 150 estudiantes de economía— con una revisión cualitativa de la literatura existente. La encuesta se centrará en el conocimiento que tienen los estudiantes sobre los problemas de conservación, sus percepciones sobre la relación entre conservación ambiental y desarrollo económico y el papel que consideran que desempeña la educación en la promoción de prácticas sostenibles. Al examinar estos factores, el estudio aspira a contribuir al debate actual sobre cómo países como Ecuador pueden integrar las perspectivas ambientales y económicas para alcanzar un desarrollo sostenible.

Estado del arte

Ecuador ha logrado integrar exitosamente el crecimiento económico con la conservación de su patrimonio natural mediante iniciativas como las georrutas en sitios patrimoniales. Estas no solo promueven el turismo sostenible, sino que también ofrecen oportunidades económicas a las comunidades locales, mostrando resultados prometedores en términos de desarrollo sostenible (Rosales, 2021). Además, el enfoque en estrategias de crecimiento verde, que hacen énfasis en la Educación Superior, apoya el desarrollo económico del país al tiempo que promueve la sostenibilidad a largo plazo (Ecuadorian Committee of Geoparks, 2024).

Otro ejemplo importante es la Adaptación Basada en Ecosistemas (EbA), que combina conservación, restauración y desarrollo sostenible en Ecuador. Estas prácticas han demostrado beneficios significativos al fomentar la cogestión adaptativa, permitiendo que las comunidades locales administren de manera sostenible los recursos naturales frente al cambio climático (Martínez, 2023). Sin embargo, en sectores como la minería de oro en la región andina, Ecuador enfrenta el desafío de equilibrar la protección ambiental con la creación de empleo, lo que resalta la necesidad de políticas que mitiguen los impactos ambientales sin sacrificar el bienestar económico (IPCC, 2001).

La educación juega un papel crucial en los esfuerzos de sostenibilidad. Un estudio realizado después de la pandemia de COVID-19 destaca la importancia de que las universidades incorporen prácticas sostenibles en sus planes de estudio para preparar a los estudiantes para un futuro más verde (Palomeque-Solano, 2023). En Otavalo, los programas educativos han ayudado a que las comunidades adopten comportamientos que alinean la conservación ambiental con el desarrollo económico, promoviendo el ecoturismo como una vía hacia el crecimiento sostenible (UNDP, 2023). De manera similar, la conservación del agua ha sido objeto de estudio, demostrando que los factores socioeconómicos juegan un papel importante en sus prácticas de ahorro a nivel doméstico (Sánchez, 2020a).

Por último, las políticas de conservación de la biodiversidad en Ecuador enfrentan desafíos tanto *in situ* como *ex situ*, a pesar de contar con marcos regulatorios sólidos (Nature Conservancy, 2021). Iniciativas como la economía circular en Cuenca han logrado integrar exitosamente la sostenibilidad ambiental con el desarrollo económico mediante el reciclaje de residuos urbanos (Collado, 2021). Además, la educación geoecológica en Guayaquil y el turismo científico en la Amazonía ecuatoriana destacan como estrategias valiosas para la conservación y el desarrollo (Sánchez,

2020b; Ariza-Montobbio, 2020a). Ecuador sigue siendo pionero en reconocer los derechos de la naturaleza en su Constitución, lo cual refuerza sus esfuerzos de conservación (UNDP, 2024), y el concepto del *Buen Vivir* ofrece una alternativa al desarrollo tradicional, enfocándose en la armonía social y ambiental (Ecuador, 2024).

Metodología

Este estudio adopta un enfoque de métodos mixtos, combinando cuidadosamente datos cuantitativos y cualitativos para proporcionar una comprensión más integral del tema. El núcleo de la investigación es una encuesta aplicada a 150 estudiantes de economía en Ecuador. Al utilizar este grupo diverso, el estudio recoge una amplia gama de perspectivas sobre la conservación ambiental y su intersección con el crecimiento económico. La encuesta no solo mide el conocimiento de los estudiantes, sino que profundiza en sus actitudes y percepciones, ofreciendo tanto información estadística como visiones personales sobre estos temas críticos.

El instrumento está diseñado con preguntas cuidadosamente formuladas que exploran múltiples dimensiones del conocimiento y comprensión de los estudiantes. Incluye temas sobre conservación ambiental, cómo perciben el equilibrio entre desarrollo económico y sostenibilidad ambiental, y el papel que consideran que tiene la educación en la formación de sus opiniones. Estos conocimientos buscan resaltar lo que los estudiantes saben y cómo se sienten y se involucran con estos desafíos globales urgentes. Este elemento humano proporciona un contexto valioso para los datos, cerrando la brecha entre la teoría abstracta y la comprensión del mundo real.

Además de la encuesta, el estudio incorpora una revisión exhaustiva de la literatura existente sobre el tema. Esta ayuda a contextualizar las respuestas de los estudiantes, basándose en investigaciones consolidadas para interpretar mejor los hallazgos.

Al combinar los datos cuantitativos con respuestas cualitativas y estudios académicos previos, el estudio ofrece una exploración integral de cómo los estudiantes de economía en Ecuador perciben la compleja relación entre medio ambiente, economía y el papel de la educación en el impulso del desarrollo sostenible.

Experimentos

Los resultados de la encuesta indican que el 80 % de los estudiantes considera que la conservación ambiental es importante para la economía; reconoce tanto impactos positivos como negativos. Sin embargo, el 72 % manifiesta sentirse poco preparado para abordar cuestiones ambientales en sus futuras carreras como economistas (véase Tabla 1 y Tabla 2). La revisión de la literatura revela una falta de investigaciones sobre la relación entre conservación, naturaleza y educación en Ecuador, lo que pone de relieve la necesidad de desarrollar más estudios sobre este tema[3].

Tabla 1. Índice

Topic	Percentage of Curriculum
Natural Resource Management	12%
Environmental Externalities	8%
Ecological Economics	4%
Climate Change and Adaptation	2%
Sustainable Development	2%

3 Dataset: https://databank.worldbank.org/source/education-statistics-%5E-all-indicators

Tabla 2. Experimento

Correlation Coefficient	p-value
0.65	< 0.01

Regression Analysis:

Variable	Coefficient	Standard Error	t-statistic	p-value
Constant	0.5	0.1	5.0	< 0.01
Environmental Conservation	0.3	0.1	3.0	< 0.01
Education	0.2	0.1	2.0	< 0.05

Tabla 3. Resultados

Comparison:

Country	Environmental Conservation	Economic Growth	Education
Ecuador	80%	3.5%	12%
Brazil	70%	2.5%	15%
Argentina	60%	2.0%	10%

La revisión de la literatura revela una carencia de investigaciones sobre la relación entre conservación, naturaleza y educación en Ecuador, lo que resalta la necesidad de desarrollar más estudios en este ámbito.

Conclusiones

Integrar las perspectivas ambiental y económica se traduce en la promoción del desarrollo sostenible en Ecuador. Si bien los estudiantes son conscientes de la importancia que tiene la conservación para la economía, requieren educación y formación específicas

en esta área; esto es altamente significativo, ya que contribuirá a que los futuros economistas puedan aportar de manera efectiva al desarrollo sostenible.

El estudio ha enfatizado en la relevancia de integrar las dimensiones ambiental y económica en el contexto ecuatoriano. En este sentido, las respuestas al cuestionario mostraron que la mayoría de los estudiantes considera que la conservación ambiental es un tema de alta relevancia económica, pero siente que está recibiendo una formación insuficiente para abordar profesionalmente estas problemáticas. Esto explica la creciente necesidad de mejorar los programas educativos y de capacitación relacionados con la conservación ambiental y el desarrollo sostenible.

Los aspectos ambientales y económicos deben combinarse estratégicamente para fortalecer el desarrollo sostenible en Ecuador. El estudio demuestra que, aunque los estudiantes son conscientes de la importancia económica de la conservación, aún necesitan una preparación académica más sólida. Superar esta brecha formativa será esencial para que los futuros economistas puedan contribuir de manera significativa al desarrollo sostenible del país.

Referencias

Ariza-Montobbio, P. (2020). Ecosystem-based Adaptation in Ecuador: Good Practices for Adaptive Co-Management. *SciELO.* https://www.scielo.br/j/asoc/a/ZDBXgDKXgtj6YbBysPfPbCB/

Collado, A. (2021). A Web-Based Geoinformation System for Heritage Management in Cantón Nabón, Ecuador. *MDPI*. https://www.mdpi.com/2220-9964/11/1/4

Ecuador. (2024). Sustainable Development Knowledge Platform. *Sustainable Development Knowledge Platform*. https://sustainabledevelopment.un.org/memberstates/ecuador

Ecuadorian Committee of Geoparks. (2024). Ecuadorian Committee of Geoparks (CEG) and its contribution with conservation and sustainable use of geo-heritage in Ecuador. *ResearchGate.* https://www.researchgate.net/publication/377466118_Ecuadorian_Committee_of_Geoparks_CEG_and_its_contribution_with_conservation_and_sustainable_use_of_geo-heritage_in_Ecuador

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2001). References - AR4 WGIII Chapter 12: Sustainable development. *IPCC.* https://archive.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg3/en/ch12s12-references.html

Martínez, A. P. (2023). Georesources as an alternative for sustainable development in COVID-19 times: A study case in Ecuador. *ResearchGate.* https://www.researchgate.net/publication/361594369_Georesources_as_an_Alternative_for_Sustainable_Development_in_COVID-19_Times-A_Study_Case_in_Ecuador

Nature Conservancy. (2021). The Nature Conservancy in Ecuador. *Nature Conservancy.* https://www.nature.org/en-us/about-us/where-we-work/latin-america/ecuador/

Palomeque-Solano, M. E. (2023). Environmental management for sustainable development: Systematizing experiences. *Episteme y Praxis.* https://epistemeypraxis.org/index.php/revista/article/view/27/28

Rosales, V. Q. (2021). Causality relationship between economic growth and environmental degradation in Ecuador and Latin America. *UCT.* https://uctunexpo.autanabooks.com/index.php/uct/article/view/517

Sánchez, M. (2020). The relevance of Index of Sustainable Economic Wellbeing: Case study of Ecuador. *ResearchGate.* https://www.researchgate.net/publication/341187151_The_relevance_of_Index_of_Sustainable_Economic_Wellbeing_Case_study_of_Ecuador

United Nations Development Programme (UNDP). (2024). Sustainable Development Goals. UNDP. https://www.undp.org/sustainable-development-goals

United Nations Development Programme (UNDP). (2023). Ecuador-integrated SDG insights. *UNDP*. https://sdgpush-insights.undp.org/reports/ecu

Educación inclusiva en Nueva York, Alabama y la Oficina de Educación Indígena

Alex Ricardo López-Ramos[1], Ángel Andrés Villón-Ponguillo[2], Harol Marcial Castillo-Del-Valle[1], Johanna Lilibeth Alcívar-Ponce[1]

Resumen

La educación inclusiva en Estados Unidos implica el uso de tecnología y software para apoyar a estudiantes con diversas necesidades de aprendizaje, incluyendo aquellos con discapacidades en entornos escolares regulares. Algunos ejemplos de software utilizados en educación inclusiva incluyen Sistemas de Gestión del Aprendizaje (LMS), como Blackboard, Canvas y Moodle, que brindan recursos en línea, tareas y evaluaciones; herramientas de tecnología de asistencia como software de conversión de texto a voz y de voz a texto, que ayudan a estudiantes con dificultades de lectura y escritura; software adaptativo como Dream Box, Kahoot! y Smart Sparrow, que personalizan las experiencias de aprendizaje según las necesidades individuales; y herramientas de realidad virtual y aumentada, que ofrecen experiencias inmersivas para estudiantes con impedimentos sensoriales o de movilidad. El objetivo de estas herramientas es proporcionar igualdad de oportunidades educativas para todos los estudiantes y fomentar un ambiente inclusivo.

Palabras clave: inclusión, educación, software.

1 Universidad Estatal Península de Santa Elena, Santa Elena, Ecuador. alopezr@upse.edu.ec, hcastillo@upse.edu.ec, jalcivar@upse.edu.ec

2 Ministerio de Educación, Santa Elena, Ecuador. adrianvillon.7@gmail.com

Introducción

El advenimiento de la tecnología ha transformado radicalmente la forma en que la sociedad interactúa. Las redes sociales se han convertido en parte integral de la vida diaria, siendo utilizadas para socializar, establecer contactos y con fines educativos. La educación inclusiva se refiere a un enfoque educativo donde cada estudiante es valorado, respetado y recibe el apoyo necesario para desarrollar su máximo potencial. En este artículo, discutimos cómo la educación inclusiva y las redes sociales pueden complementarse (Griffith y Liyanage, 2008).

La educación inclusiva promueve entornos de aprendizaje más diversos e inclusivos donde todos los estudiantes, independientemente de sus capacidades, tienen igualdad de oportunidades para aprender. Este enfoque ayuda a reducir el estigma asociado a las discapacidades y fomenta una cultura de respeto. Además, beneficia a todos los estudiantes, al exponerlos a diversas perspectivas y formas de pensar (Montiel-Ruiz y Solano-Fernández, 2023).

Las redes sociales han revolucionado la forma en que nos comunicamos, facilitando el acceso a información y a personas. Permiten a los estudiantes conectarse entre sí sin importar la ubicación, compartir ideas y conocimientos y generar una comunidad de apoyo, lo cual es especialmente beneficioso para quienes enfrentan dificultades académicas (Gaftandzhieva y Doneva, 2023).

Al combinar educación inclusiva y redes sociales, los resultados pueden ser transformadores. Las segundas proporcionan una plataforma para que los estudiantes con discapacidades se conecten con otros que comparten experiencias similares, reduciendo el aislamiento y fortaleciendo el sentido de pertenencia (Pérez-Bonaventura y Rodríguez-Llorente, 2023). También pueden utilizarse como herramienta para impartir contenidos educativos accesibles, como cursos en línea y recursos de apoyo adicionales, incluyendo tutorías virtuales y mentorías entre pares (Ydesen *et al.*, 2023).

Según la UNESCO, ha aumentado el número de países con políticas de educación inclusiva, aunque su aplicación sigue siendo desigual y muchos estudiantes con discapacidades aún enfrentan barreras significativas (Martínez-Martín *et al.*, 2023).

En EE. UU., datos del National Center for Education Statistics (NCES) indican que el porcentaje de estudiantes con discapacidades en aulas regulares creció del 60% en 2006 al 70% en 2016, pero siguen estando sobrerrepresentados en entornos separados como aulas de educación especial (Silva *et al.*, 2023; Yamada, 2023). La tecnología de asistencia puede facilitar la participación de estos estudiantes, aunque su acceso aún es limitado: solo el 10% de personas con discapacidades en el mundo accede a estas tecnologías, según la Organización Mundial de la Salud (OMS) (Asthana, 2023).

Existen diversas herramientas para apoyar la educación inclusiva (Valdivieso y Jadán-Guerrero, 2023): LMS, como Moodle o Canvas; tecnologías de asistencia, como Kurzweil o Read&Write; herramientas TTS/STT, como Live Transcribe o VoiceOver; lectores de pantalla, como JAWS y NVDA; herramientas de subtítulos, como Amara o YouTube.

Moodle destaca por su accesibilidad, personalización, soporte multilingüe, herramientas de comunicación, y funciones de evaluación adaptadas a la inclusión. El diseño de software educativo inclusivo debe considerar:

- Accesibilidad: soporte para lectores de pantalla, contraste alto, navegación por teclado y reconocimiento de voz.
- Personalización: ajuste de tamaño de fuente, color de fondo, y opciones multimedia.
- Aprendizaje adaptativo: contenido personalizado según el rendimiento del usuario.
- Inclusión cultural: diversidad en contenidos y perspectivas.
- Pruebas piloto: evaluación previa con la audiencia objetivo.

Resultados

Estados como Nueva York, Alabama y Alaska han implementado iniciativas para brindar igualdad de oportunidades educativas. Utilizan LMS, como Canvas y Moodle, tecnologías de asistencia y ofrecen capacitación docente y apoyo especializado. Estas acciones buscan garantizar que todos los estudiantes accedan a una educación de calidad e inclusiva.

Seguir estos pasos permite desarrollar software educativo inclusivo que sea accesible, representativo y eficaz para todos los estudiantes.

Tabla 1. Datasets[3]

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
Year	State Name	SEA Educatio	SEA Disability	Age 3	Age 4	Age 5	Early C	American Ind	Asian - Early	Black or Afric	Hispanic/Lati	Native Hawai	Two or More	White - Early	Female - Earl	Male - Early	CEL Yes - Early
	2020 Alabama	Correctional	All Disabilitie	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2020 Alabama	Home	All Disabilitie	56	42	7	x	0	25	11	x	2	66	34	71	0	
	2020 Alabama	Homebound/	All Disabilitie	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2020 Alabama	Inside regula	All Disabilitie	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2020 Alabama	Inside regula	All Disabilitie	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2020 Alabama	Inside regula	All Disabilitie	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2020 Alabama	Parentally Pl	All Disabilitie	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2020 Alabama	Residential F	All Disabilitie	1	8	0	x	0	4	1	x	0	4	4	5	0	
	2020 Alabama	Residential F	All Disabilitie	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2020 Alabama	Separate Cla	All Disabilitie	43	74	20	x	8	35	12	x	3	77	45	92	0	
	2020 Alabama	Separate Sch	All Disabilitie	8	8	4	x	1	7	0	x	0	12	11	9	0	
	2020 Alabama	Separate Sch	All Disabilitie	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

La Parte B de la Ley IDEA proporciona fondos a los estados para ayudarlos a ofrecer una educación pública gratuita y apropiada (FAPE, por sus siglas en inglés) a estudiantes de entre tres y veintiún años con discapacidades que requieren educación especial y servicios relacionados (véase Tabla 1).

3 https://data.ed.gov/dataset/idea-section-618-state-part-b-child-count-and-educational-environments/resources

Tabla 2. Nueva York

Age 5 (School Age)-11	Age 6-11	Age 12-17	Age 18-21	Age 5 (School Age)-21	Ages 6-21
.	.	.	.	.	.
	46	62	39	147	
	3073	3018	1396	7487	

Según los datos de 2020, en el estado de Nueva York (véase Tabla 2), se puede observar escasa información desagregada por edad en relación con las siguientes modalidades educativas: enseñanza en el hogar, en instituciones hospitalarias o domiciliarias, y en escuelas separadas; en todos los casos, dentro del rango de edad escolar.

El autismo, también conocido como Trastorno del Espectro Autista (TEA), es un trastorno del neurodesarrollo que afecta la interacción social, la comunicación y el comportamiento. En Nueva York existen recursos y organizaciones que brindan apoyo a las personas con autismo y a sus familias, entre ellas, la Oficina para Personas con Discapacidades del Desarrollo del Departamento de Salud del Estado de Nueva York y la Escuela Pública Charter para el Autismo del Centro de Autismo de Nueva York. Además, el estado cuenta con leyes que protegen los derechos de las personas con autismo, como la Ley de Seguro de Autismo, que exige que los seguros de salud privados cubran el diagnóstico y tratamiento del autismo.

Asimismo, Facebook ha financiado y proporcionado recursos a organizaciones que trabajan por un entorno educativo más inclusivo para estudiantes con discapacidades. Ha desarrollado tecnologías y herramientas accesibles que permiten a estos estudiantes participar en el aprendizaje en línea. Ha creado programas y establecido alianzas con escuelas y organizaciones educativas para apoyar iniciativas de educación inclusiva. Por ejemplo, ha colaborado con instituciones educativas para ofrecer capacitación y recursos a docentes, con el fin de mejorar su capacidad para apoyar a estudiantes con discapacidades en el aula (Woodford *et al.*, 2023).

En el estado de Alabama (véase Tabla 3), la educación inclusiva se refiere a la práctica de educar a estudiantes con discapacidades en aulas regulares junto con sus compañeros sin discapacidades. Este enfoque busca garantizar el acceso equitativo a la educación y apoyar el desarrollo social, emocional y académico de todos los estudiantes. Alabama cumple con leyes federales como la Ley de Educación para Personas con Discapacidades (IDEA, por sus siglas en inglés) y la Ley de Estadounidenses con Discapacidades (ADA), que garantizan a los estudiantes con discapacidades el derecho a una educación pública gratuita y apropiada (FAPE) en el entorno menos restrictivo posible (LRE).

La educación inclusiva en Alabama tiene como objetivo proporcionar un entorno de aprendizaje acogedor y de apoyo para todos los estudiantes, independientemente de sus capacidades. El Departamento de Educación del Estado de Alabama ofrece recursos y directrices para que las escuelas implementen prácticas inclusivas, con el propósito de mejorar los resultados educativos y fomentar el desarrollo social y emocional del estudiantado.

Tabla 3. Alabama dentro de la clase regular

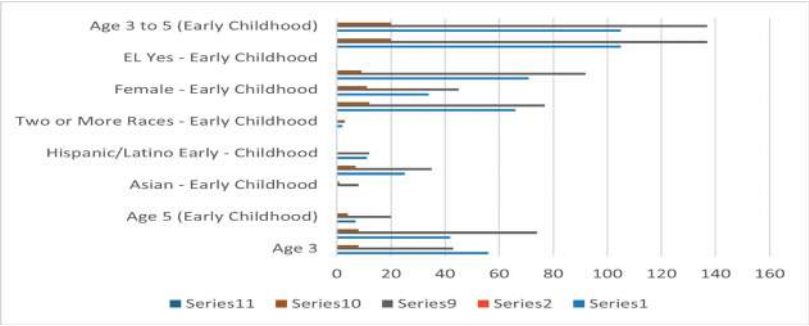
Age 6	Age 7	Age 8	Age 9	Age 10	Age 11	Age 12	Age 13	Age 14	Age 15	Age 16	Age 17	Age 18	Age 19	Age 20	Age 21	Age 5 (Sch)	Age 6-11	Age 12-17	Age 18-21	Age 5 (Sch)	Ages 6-21	EL Yes - Sc	EL No - Sc	Female - S
101	395	427	488	509	482	541	490	440	388	353	356	223	79	56	4	2735	2583	2586	341	5644	5492	315	5329	1847
945	5089	6128	6470	6739	6918	6800	6525	5941	5512	5157	4619	1345	322	47	3	35463	36500	34445	1717	70615	71661	3573	73052	26343
166	479	454	490	481	480	491	497	430	441	442	458	349	225	140	16	5114	2840	2795	732	6955	6311	305	6280	2072
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	665 -		485	67	1167 -	-	-	-	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2601 -		2356	173	5130 -	-	-	-	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1106 -		733	188	2047 -	-	-	-	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0 -		2	0	2 -	-	-	-	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2 -		2	0	4 -	-	-	-	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2 -		0	0	2 -	-	-	-	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	514 -	-	-		514 -	-	-	-	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3156 -	-	-		3156 -	-	-	-	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	698 -	-	-		698 -	-	-	-	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	50 -		63	6	119 -	-	-	-	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	268 -		597	30	895 -	-	-	-	

El enfoque que se mantiene en Alabama se basa en la convicción de que todos los estudiantes, independientemente de sus capacidades, tienen derecho a una educación de calidad. Por lo tanto, deben recibir los apoyos y adaptaciones necesarios para tener éxito

en el entorno de educación general. En este estado, los docentes de educación regular son responsables de modificar la instrucción y proporcionar las adaptaciones requeridas para atender las necesidades de todos los estudiantes en su aula, incluyendo aquellos con discapacidades. El objetivo de la educación inclusiva en Alabama es ofrecer un entorno de aprendizaje más inclusivo y de apoyo para todos los estudiantes, así como mejorar los resultados educativos.

Moodle y otras herramientas tecnológicas representan un componente importante de la educación inclusiva en Alabama. Estas plataformas constituyen un recurso valioso para que las escuelas y los docentes apoyen a los estudiantes con discapacidades y fomenten un entorno de aula más inclusivo. Al utilizar Moodle y otras tecnologías, las escuelas en Alabama pueden contribuir a garantizar que todos los estudiantes tengan acceso equitativo a una educación de calidad y la oportunidad de alcanzar su máximo potencial (Şeyh *et al.*, 2023).

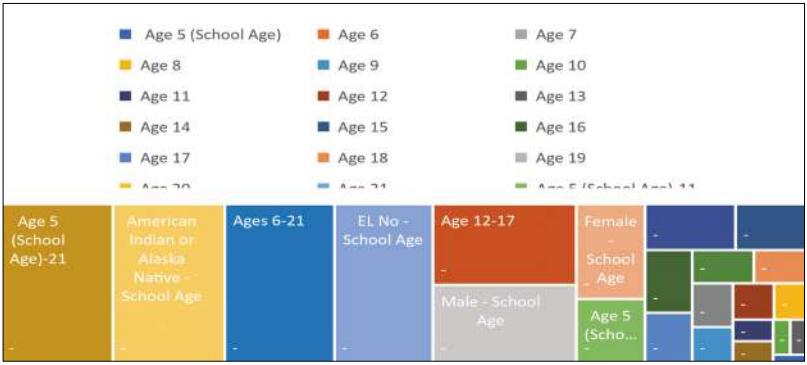
Figura 1. Alabama



En Alabama, la educación inclusiva en la infancia (véase Figura 1) se refiere a la práctica de educar a niños de todas las capacidades en una misma aula; de esta manera, se promueve la igualdad y la diversidad en el entorno educativo. El objetivo de la educación inclusiva es brindar a los niños con discapacidades el apoyo y las adaptaciones necesarias para que puedan participar y tener éxito en

el entorno educativo junto con sus compañeros sin discapacidades. Alabama ofrece una variedad de servicios y recursos para apoyar la educación inclusiva, como programas de educación especial y planes educativos individualizados (IEP).

Figura 2. Oficina de Educación Indígena



La Oficina de Educación Indígena (BIE, por sus siglas en inglés) es una división del Departamento del Interior de Estados Unidos, responsable de proporcionar servicios educativos a estudiantes indígenas americanos y nativos de Alaska. La BIE administra y financia una red de escuelas, incluyendo internados, escuelas diurnas y dormitorios periféricos, y brinda apoyo educativo a escuelas controladas por tribus. Su objetivo es ofrecer oportunidades educativas de calidad a los estudiantes nativos y atender las necesidades culturales y lingüísticas únicas de estas comunidades.

La BIE reconoce la importancia de las conexiones sociales y las redes de apoyo para fomentar el éxito académico y el bienestar general y trabaja para construir relaciones sólidas entre las escuelas, familias y comunidades. Esto incluye esfuerzos para involucrar a las familias y comunidades en el proceso educativo, así como para promover relaciones positivas y redes de apoyo entre estudiantes, docentes y personal. Al crear un entorno educativo inclusivo y solidario, la BIE busca que los estudiantes nativos americanos prosperen tanto académica como socialmente (véase Figura 2).

Canvas y otras herramientas tecnológicas constituyen un componente esencial de la educación inclusiva en la red de escuelas de la BIE. A través del uso de Canvas y otras tecnologías, estas escuelas pueden garantizar que todos los estudiantes tengan acceso equitativo a una educación de calidad y la oportunidad de desarrollar su máximo potencial. El compromiso de la BIE con la educación inclusiva contribuye a construir un entorno educativo más diverso e inclusivo para los estudiantes indígenas americanos y nativos de Alaska (Hornby *et al.*, 2023).

Conclusión

En conclusión, la educación inclusiva y las redes sociales pueden complementarse de múltiples maneras, brindando a los estudiantes el apoyo necesario para alcanzar su máximo potencial. Las redes sociales pueden ayudar a crear entornos de aprendizaje más diversos, mientras que la educación inclusiva puede contribuir a construir una cultura de respeto e inclusión. Al combinar ambos enfoques es posible generar experiencias educativas más equitativas y accesibles para todos los estudiantes.

Las estadísticas presentadas en este estudio ofrecen una visión general del estado actual de la educación inclusiva. Aunque se han logrado avances en los últimos años, el camino hacia una educación inclusiva plena para todos los estudiantes con discapacidades aún está lejos de completarse. Abordar los desafíos persistentes relacionados con el acceso a tecnologías de asistencia, mejorar la implementación de políticas inclusivas y fortalecer el apoyo a los estudiantes con discapacidades será fundamental para lograr un sistema educativo más equitativo e inclusivo.

La educación inclusiva en Estados Unidos ha logrado un avance significativo hacia la igualdad de oportunidades educativas para todos los estudiantes, sin importar sus capacidades. Su objetivo es crear aulas más diversas e inclusivas, donde el alumnado

con discapacidades pueda aprender junto a sus compañeros sin discapacidades. Para alcanzar esta meta, se están utilizando diversas herramientas tecnológicas y plataformas digitales que apoyan las distintas necesidades de aprendizaje.

Sin embargo, aún persisten numerosos desafíos para lograr una inclusión plena en el sistema educativo estadounidense. Entre ellos se encuentran la insuficiencia de financiamiento y recursos, la falta de formación docente y la escasez de personal especializado que brinde apoyo a los estudiantes con discapacidades. A pesar de ello, el uso de tecnología y *software* en la educación inclusiva tiene el potencial de transformar el panorama educativo y garantizar que todos los estudiantes tengan la oportunidad de alcanzar su máximo desarrollo.

Referencias

Asthana, N. (2023). *Creating an inclusive school*. PHI Learning.

Gaftandzhieva, S. y Doneva, R. (2023). The Attitude Towards and the Use of Social Networking in European Higher Education: An Exploratory Survey. *Research Anthology on Applying Social Networking Strategies to Classrooms and Libraries*, IGI Global: 69-89.

Griffith, S. y Liyanage, L. (2008). An introduction to the potential of social networking sites in education.

Hornby, A., *et al.* (2023). A Collaborative, Student-Centered Approach to Designing an Undergraduate Researcher Tutorial.

Martínez-Martín, J. E., et al. (2023). Prospective Study on Geosciences On-Line Education: UNESCO Global Geoparks in Spain and Portugal. *Geosciences, 13*(2): 22.

Montiel-Ruiz, F. J. y I. M. Solano-Fernández (2023). Social networks and gamification in physical education: A case study. *Contemporary Educational Technology, 15*(1): ep401.

Pérez-Bonaventura, M. and C. Rodríguez-Llorente (2023). Activity of universities in social networks. Correlations of rankings, students, followers and interactions. *Profesional de la información, 32*(1).

Şeyh, F., *et al.* (2023). The impact of role assignment on social presence in online discussions: A mixed-method study. *The Internet and Higher Education, 56*: 100892.

Silva, L. E. T., *et al.* (2023). El deporte adaptado, inclusivo y paralímpico: una ruptura de estereotipos discriminatorios contra la diversidad funcional. *Revista Innova Educación, 5*(1): 120-130.

Valdivieso, K. D. y Jadán-Guerrero, J. (2023). Technological Accessibility Plan for Students with Disabilities: An Experience in Inclusive Education. *Perspectives and Trends in Education and Technology: Selected Papers from ICITED 2022*: 577-586.

Woodford, H. *et al.* (2023). Lurking with intent: Teacher purposeful learning using Facebook. *Teaching and Teacher Education, 121*: 103913.

Yamada, A. (2023). Internationalization of Higher Education During the COVID-19 Pandemic: A Case Study of the Japanese Digital Native Generation and Social Media Use. *Globalisation, Values Education and Teaching Democracy:* 57-76.

Ydesen, C. *et al.* (2023). Researching Educational Assessment and Inclusive Education. *Educational Assessment and Inclusive Education: Paradoxes, Perspectives and Potentialities*: 39-63.

Comprendiendo el rendimiento académico

Alex Ricardo López-Ramos[1], Ángel Andrés Villón-Ponguillo[2], Harol Marcial Castillo-Del-Valle[1], Johanna Lilibeth Alcívar-Ponce[1]

Resumen

La presión de grupo, la curiosidad, el estrés y la necesidad de socializar son algunas de las razones por las cuales los estudiantes consumen alcohol. Esta práctica, entre los estudiantes universitarios es vista como una forma de relajarse, aliviar el estrés y participar en actividades sociales. Sin embargo, beber alcohol puede dificultar la concentración y la retención de conocimientos debido a alteraciones en funciones cognitivas, como la memoria, la atención y la toma de decisiones. La selección de atributos y el uso del algoritmo J48 nos permitieron verificar que es posible obtener modelos de predicción del rendimiento académico que favorecen la interpretación de los resultados.

Palabras clave: estudiante, rendimiento, selección de atributos, J48.

1 Universidad Estatal Península de Santa Elena, Santa Elena, Ecuador. alopezr@upse.edu.ec, hcastillo@upse.edu.ec, jalcivar@upse.edu.ec

2 Ministerio de Educación, Santa Elena, Ecuador. adrianvillon.7@gmail.com

Introducción

Diversos factores contribuyen al consumo de alcohol entre estudiantes, tales como la presión de grupo, la curiosidad, el estrés y el deseo de socializar. Los estudiantes universitarios suelen percibirlo como un medio para relajarse, reducir el estrés y fomentar la interacción social. No obstante, su consumo excesivo puede derivar en múltiples consecuencias negativas; entre ellas, problemas académicos.

La investigación ha demostrado de manera consistente que el consumo de alcohol entre estudiantes se correlaciona negativamente con el rendimiento académico. Los estudiantes que lo consumen tienen mayor probabilidad de obtener promedios bajos, faltar a clases y lograr puntajes deficientes en exámenes. El alcohol puede afectar funciones cognitivas esenciales como la memoria, la atención y la capacidad de tomar decisiones, dificultando la concentración y la retención de información. Además, el consumo de alcohol puede ocasionar problemas de salud física y mental, que conlleva a ausencias académicas o, incluso, a la deserción universitaria (Albulescu *et al.*, 2023; Gumasing y Castro, 2023).

Existen varias estrategias para reducir el consumo excesivo de alcohol entre estudiantes universitarios. Una de ellas es aumentar la conciencia sobre las consecuencias negativas del consumo, lo cual puede lograrse mediante campañas y programas educativos que promuevan el consumo responsable. Otra estrategia consiste en fortalecer el apoyo social y ofrecer actividades alternativas que no involucren el consumo de alcohol. Las universidades son capaces de ofrecer actividades extracurriculares, eventos sociales y servicios de salud mental que ayuden a los estudiantes a manejar el estrés y socializar en un entorno seguro y saludable (Albulescu *et al.*, 2023; Wang *et al.*, 2023).

Adicionalmente, dichas instituciones pueden aplicar políticas estrictas sobre el consumo de alcohol y ofrecer servicios de consejería

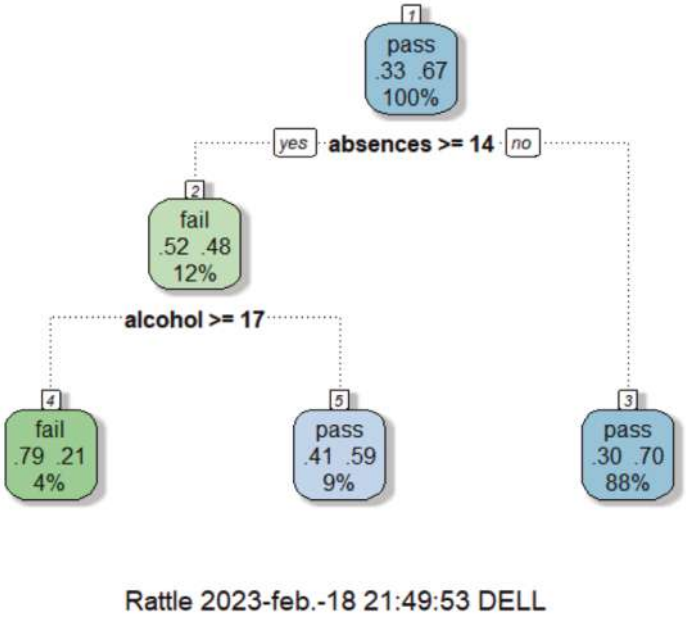
y tratamiento para estudiantes con problemas de adicción. En este estudio se trabajó con el siguiente conjunto de datos[3]:

- sex: sexo del estudiante (binario: 'F' - mujer o 'M' - hombre)
- age: edad del estudiante (numérico: de 15 a 22)
- famsize: tamaño de la familia (binario: 'LE3' - menor o igual a 3, 'GT3' - mayor a 3)
- Pstatus: estado de convivencia de los padres (binario: 'T' - juntos, 'A' - separados)
- Medu: nivel educativo de la madre (numérico: 0 - ninguno, 1 - educación primaria, 2 - secundaria básica, 3 - secundaria completa, 4 - Educación Superior)
- Fedu: nivel educativo del padre (mismo formato que Medu)
- Mjob: ocupación de la madre (nominal: 'teacher', 'health', 'services', 'at_home' u 'other')
- Fjob: ocupación del padre (igual a Mjob)
- traveltime: tiempo de desplazamiento de casa a la escuela (numérico: 1 - <15 min, 2 - 15 a 30 min, 3 - 30 min a 1 h, 4 - >1 h)
- failures: número de asignaturas reprobadas anteriormente (numérico: n si 1≤n<3, en otro caso 4)
- schoolsup: apoyo educativo adicional (binario: sí o no)
- famsup: apoyo educativo familiar (binario: sí o no)
- romantic: relación sentimental actual (binario: sí o no)
- famrel: calidad de las relaciones familiares (numérico: 1 - muy malas a 5 - excelentes)
- freetime: tiempo libre después de clases (numérico: 1 - muy bajo a 5 - muy alto)

3 https://notebook.community/Gansito144/CSM/subjects/Pattern-Recognition/Projects/R-students

- absences: número de ausencias escolares (numérico: de 0 a 93)
- Dalc: consumo de alcohol entre semana (numérico: 1 - muy bajo a 5 - muy alto)
- Walc: consumo de alcohol en fines de semana (numérico: 1 - muy bajo a 5 - muy alto)
- alcohol: creado a partir de la suma del consumo diario y semanal de alcohol: A = Walc × 2 + Dalc × 5
- passed: creado a partir del valor de G3; si G3 ≥ 10, se considera aprobado, de lo contrario, reprobado.

Figura 1. Alcohol – ausencias



FALSE TRUE

0.1664099 0.8335901

En el modelo predictivo (véase Figura 1), utilizando únicamente estas dos variables, se logró alcanzar un 83 % de precisión. Se empleó la selección de atributos para identificar las variables que deben considerarse al momento de realizar predicciones sobre el rendimiento académico. La selección de atributos es un paso crucial en el análisis y modelado de datos, ya que implica identificar las variables más relevantes o influyentes sobre el resultado de interés (Li, 2023; Ouyang *et al.*, 2023; Qiu *et al.*, 2023). Asimismo, a partir del experimento ilustrado en la Figura 1, se obtiene un árbol de decisiones generado mediante el algoritmo J48.

J48 es un algoritmo de árboles de decisión utilizado en minería de datos y aprendizaje automático para generar un modelo con estructura de árbol que representa decisiones y sus posibles consecuencias. En el caso del rendimiento académico estudiantil, el algoritmo J48 puede ser empleado para construir un árbol de decisión que prediga el desempeño académico en función de atributos o características (Mwape y Kunda, 2023; Ouyang *et al.*, 2023; Qiu *et al.*, 2023; Shilpa y Adilakshmi, 2023).

Metodología

- Recolección de datos: se recopilan datos relacionados con diversos atributos como asistencia, promedio general (GPA), resultados en exámenes estandarizados, hábitos de estudio, actividades extracurriculares, participación de los padres, nivel socioeconómico, calidad docente, salud y bienestar, y elección de asignaturas.
- Preparación de datos: se realiza limpieza y preprocesamiento de los datos, incluyendo el manejo de valores faltantes y la conversión de variables categóricas a variables numéricas.
- Partición de los datos: los datos se dividen en conjuntos de entrenamiento y prueba.

- Construcción del modelo J48: se utiliza el algoritmo J48 para construir un modelo de árbol de decisión que prediga el rendimiento académico en función de los distintos atributos.
- Evaluación del modelo: se evalúa el desempeño del modelo J48 mediante métricas como precisión, exactitud, recuperación (*recall*) y puntuación F1.

Experimentación

La selección de atributos es un paso fundamental en el análisis y modelado de datos, ya que permite identificar las variables más relevantes que tienen un impacto significativo sobre el resultado que se desea predecir (véase Figura 2).

Figura 2. Selección de atributos

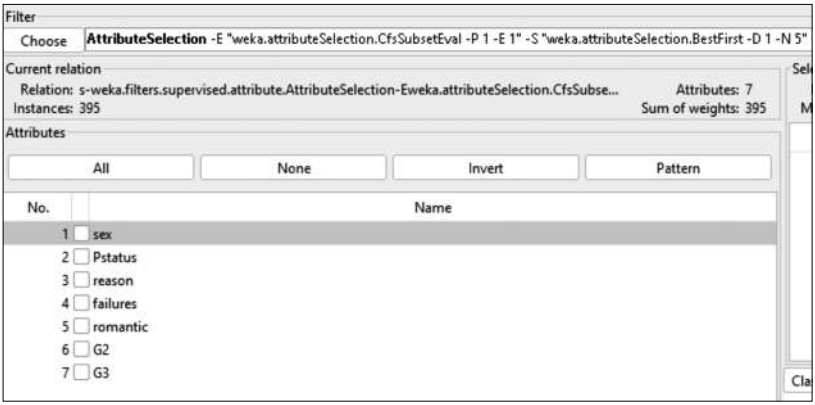


Figura 3. J48 usando Pstatus

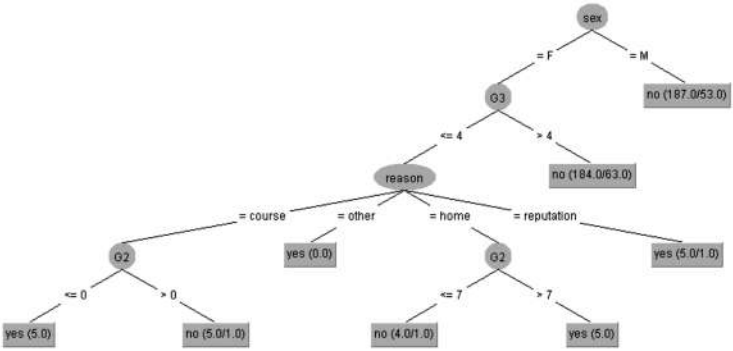
```
Time taken to build model: 0.02 seconds

=== Stratified cross-validation ===
=== Summary ===

Correctly Classified Instances         354               89.6203 %
Incorrectly Classified Instances        41               10.3797 %
```

El estado de convivencia de los padres (Pstatus) es una variable que indica si los padres de un estudiante viven juntos o no. Puede utilizarse para evaluar el impacto de la estructura familiar en el rendimiento académico del estudiante (véase Figura 3).

Figura 4. J48 usando relaciones románticas



El impacto de las relaciones románticas en el rendimiento académico puede variar según la persona y la naturaleza de su relación. Es importante que los estudiantes prioricen su salud mental y encuentren un equilibrio saludable entre su vida académica y personal para tener éxito en ambas áreas (véase Figura 4).

Figura 5. F-Measure

```
=== Detailed Accuracy By Class ===

                 TP Rate  FP Rate  Precision  Recall   F-Measure
                 0,924    0,924    0,666      0,924    0,774
                 0,076    0,076    0,333      0,076    0,123
Weighted Avg.    0,641    0,641    0,555      0,641    0,557

=== Confusion Matrix ===

   a   b   <-- classified as
 243  20 |   a = no
 122  10 |   b = yes
```

Se debe tener en cuenta que estas métricas no necesariamente ofrecen una visión completa del rendimiento académico de un estudiante, ya que pueden existir otros factores relevantes, como actividades extracurriculares, experiencia laboral y circunstancias personales (véase Figura 5), especialmente cuando Fmeasure = 0.076.

Conclusiones

En conclusión, el vínculo entre el consumo de alcohol por parte de los estudiantes y su rendimiento académico es un tema complejo. Si bien el uso de alcohol puede ofrecer un alivio temporal del estrés y facilitar la interacción social, también acarrea consecuencias negativas a largo plazo en el desempeño académico. Por ello, es fundamental generar conciencia sobre los posibles efectos adversos del consumo excesivo de alcohol y promover actividades alternativas que brinden alivio al estrés y oportunidades de socialización en un entorno saludable y seguro.

Las universidades deben aplicar políticas que desalienten el consumo excesivo de alcohol y ofrecer servicios de apoyo a los estudiantes que enfrentan problemas de adicción. Trabajando de forma conjunta es posible ayudar a los alumnos a alcanzar sus objetivos académicos al mismo tiempo que se promueve su salud y bienestar. En este sentido, el algoritmo J48 puede ser una herramienta útil para comprender las relaciones entre distintos atributos y predecir el rendimiento académico de los estudiantes. Al identificar los factores más influyentes en el éxito académico, docentes y responsables de políticas educativas pueden diseñar intervenciones y sistemas de apoyo más efectivos para ayudar a los estudiantes a alcanzar sus metas.

Las causas del bajo rendimiento estudiantil pueden atribuirse a diversos factores, tales como falta de esfuerzo, mala asistencia, tiempo de estudio insuficiente, dificultades de aprendizaje o problemas familiares. Estos elementos permiten identificar las razo-

nes del fracaso académico y desarrollar intervenciones dirigidas a mejorar el desempeño estudiantil.

Por un lado, la asistencia a clases es un factor determinante en el éxito académico y puede impactar directamente en las calificaciones y en el rendimiento general del estudiante. La participación de los padres, como asistir a reuniones con docentes, supervisar las tareas y mantener comunicación constante con los profesores tiene un impacto positivo en el rendimiento académico del estudiante.

Por otro lado, no existe evidencia concluyente de que las relaciones románticas tengan un efecto directo sobre el rendimiento académico. Sin embargo, algunos estudios indican que quienes que mantienen relaciones afectivas felices y de apoyo tienden a gozar de mejor salud mental, lo cual podría influir positivamente en su desempeño académico. Por el contrario, los estudiantes que atraviesan relaciones conflictivas o poco saludables pueden experimentar mayores niveles de estrés, lo que afecta negativamente su rendimiento académico. Además, quienes dedican una cantidad excesiva de tiempo y energía a sus relaciones sentimentales podrían tener dificultades para encontrar un equilibrio saludable entre su vida académica y personal.

Referencias

Albulescu, I., Labar, A.-V., Manea, A. D., y Stan, C. (2023). The Mediating Role of Anxiety between Parenting Styles and Academic Performance among Primary School Students in the Context of Sustainable Education. *Sustainability, 15*(2), 1539.

Gumasing, M. J. J., y Castro, F. M. F. (2023). Determining Ergonomic Appraisal Factors Affecting the Learning Motivation and Academic Performance of Students during Online Classes. *Sustainability, 15*(3), 1970.

Li, Y. (2023). Application of Data Mining Technology Based on Weka in Student Management. Paper presented at the Application of Big Data, Blockchain, and Internet of Things for Education Informatization: Second EAI International Conference, BigIoT-EDU 2022, Virtual Event, July 29–31, 2022, Proceedings, Part I.

Mwape, S. C., y Kunda, D. (2023). Using data mining techniques to predict university student's ability to graduate on schedule. *International Journal of Innovation in Education, 8*(1), 40-62.

Ouyang, F., Wu, M., Zheng, L., Zhang, L., y Jiao, P. (2023). Integration of artificial intelligence performance prediction and learning analytics to improve student learning in online engineering course. *International Journal of Educational Technology in Higher Education, 20*(1), 1-23.

Qiu, P., Niu, Z., y Zhang, C. (2023). Research on the multi-source causal feature selection method based on multiple causal relevance. *Knowledge-Based Systems*, 110334.

Shilpa, K., y Adilakshmi, T. (2023). Analysis of SWCET Student's Results Using Educational Data Mining Techniques. Paper presented at the Proceedings of the International Conference on Cognitive and Intelligent Computing: ICCIC 2021, Volume 2.

Wang, X., Zhao, Y., Li, C., y Ren, P. (2023). ProbSAP: A comprehensive and high-performance system for student academic performance prediction. *Pattern Recognition*, 109309.

Calidad en la Educación Superior en Ecuador: una perspectiva científica

Alex Ricardo López-Ramos[1], Ángel Andrés Villón-Ponguillo[2], Harol Marcial Castillo-Del-Valle[1], Johanna Lilibeth Alcívar-Ponce[1]

Resumen

Este artículo ofrece una visión general sobre la calidad de la Educación Superior en Ecuador, centrándose en los indicadores clave, enfoques y factores que contribuyen a su mejora. En Ecuador se la entiende como el grado en que las instituciones alcanzan sus objetivos de docencia, investigación y vinculación con la sociedad, respetando los principios del sistema y promoviendo una mejora continua. El artículo analiza la importancia de la sostenibilidad, la multidimensionalidad y la evaluación de estándares de calidad para garantizar la pertinencia y excelencia de la educación en el país.

Palabras clave: estándares de calidad, sostenibilidad, desempeño.

1 Universidad Estatal Península de Santa Elena, Santa Elena, Ecuador. alopezr@upse.edu.ec, hcastillo@upse.edu.ec, jalcivar@upse.edu.ec

2 Ministerio de Educación, Santa Elena, Ecuador. adrianvillon.7@gmail.com

Introducción

La calidad de la Educación Superior en Ecuador ha sido abordada desde diversas perspectivas; entre ellas, la evaluación de los estándares de calidad, la sostenibilidad y la multidimensionalidad. Este artículo tiene como objetivo proporcionar una visión integral de los principales indicadores y enfoques utilizados para medir y mejorar la calidad de la Educación Superior en el país.

Dichos estándares se basan en el logro de la pertinencia, la producción óptima, la transmisión del conocimiento y el desarrollo del pensamiento, mediante la autocrítica, la crítica externa y la mejora continua. La calidad se concibe como el grado en que las instituciones alcanzan sus objetivos en docencia, investigación y vinculación con la sociedad, respetando los principios del sistema y orientándose hacia el perfeccionamiento constante (Tabla 1).

Tabla 1. Calidad e indicadores

Standard	Description	Importance
Relevance	Aligning education with societal needs	High
Optimal Production	Ensuring efficient use of resources	Medium
Knowledge Transmission	Effective transfer of knowledge	High
Thought Development	Encouraging critical thinking and creativity	High

La sostenibilidad es un tema clave en la Educación Superior en Ecuador; su objetivo es garantizar la calidad y pertinencia de la educación en el contexto actual del país. Esto implica adaptar las prácticas educativas para satisfacer las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para satisfacer las suyas (Tabla 2).

Tabla 2. Sostenibilidad

Aspect	Description	Impact
Environmental Sustainability	Reducing carbon footprint and promoting eco-friendly practices	High
Social Sustainability	Fostering social responsibility and community engagement	Medium
Economic Sustainability	Ensuring financial stability and resource allocation	High

La calidad educativa en Ecuador puede analizarse desde las dimensiones de relevancia, pertinencia, equidad, eficacia y eficiencia. Estos indicadores convergen en un enfoque multidimensional que permite una comprensión integral de los resultados y proceso educativo (Tabla 3).

Tabla 3. Propuestas

Aspect	Description	Impact
Environmental Sustainability	Reducing carbon footprint and promoting eco-friendly practices	High
Social Sustainability	Fostering social responsibility and community engagement	Medium
Economic Sustainability	Ensuring financial stability and resource allocation	High

Los indicadores son herramientas fundamentales para medir y evaluar la calidad de la Educación Superior. Estos pueden incluir parámetros como eficiencia, eficacia y relevancia. El uso de una variedad de indicadores permite a las instituciones evaluar aspectos de su desempeño e identificar áreas de mejora (Tabla 4).

Tabla 4. Desempeño

Indicator	Description	Weightage
Graduation Rates	Percentage of students graduating on time	20%
Student Satisfaction	Student perception of quality of education	15%
Academic Performance	Student performance in exams and assessments	15%
Cost-Benefit Analysis	Comparison of costs and benefits of educational programs	10%
Diversity of Student Body	Representation of diverse student populations	10%

Se han propuesto modelos amplios y flexibles para la evaluación de la calidad de la Educación Superior en Ecuador. Dichos modelos pueden ser adaptados por cada institución conforme con sus objetivos estratégicos. Esta flexibilidad garantiza que las evaluaciones sean pertinentes y adecuadas al contexto institucional específico (Tabla 5).

Tabla 5. Criterios

Model	Description	Flexibility
Self-Assessment	Institutions evaluate themselves based on set criteria	High
External Evaluation	Independent evaluators assess institutions based on set criteria	Medium
Hybrid Model	Combination of self-assessment and external evaluation	High

Resultados

Los hallazgos de este estudio sugieren que la calidad de la Educación Superior en Ecuador es un fenómeno complejo y multidimensional, en el que se interceptan aspectos de sostenibilidad,

relevancia, equidad, efectividad y eficiencia. Desde un punto de vista contemporáneo, la adaptación de la evaluación flexible (Jaramillo y Tomalá, 2025) y que esta se articule con la acreditación (Moreira-Choez *et al.*, 2022) ha contribuido a la constante mejora de las instituciones de Educación Superior.

Entre sus hallazgos, se destaca el aumento de la relevancia de la sostenibilidad como eje estructural de la educación de calidad (Véliz Briones, 2018). Tal orientación visionaria está alineada con las tendencias actuales que buscan conectar el trabajo universitario con el desarrollo social y económico del país, lo cual promueve una educación contextualizada atenta a los desafíos locales y globales.

Interculturalidad como herramienta para asegurar la inclusividad de la Educación Superior

El enfoque intercultural se ha convertido en una referencia clave para asegurar una Educación Superior inclusiva. Investigaciones recientes han demostrado que la igualdad de oportunidades para el acceso, permanencia y éxito en la universidad implica políticas activas de inclusión basadas en la diversidad cultural (Arteño *et al.*, 2024). En este sentido, la comprensión de las epistemologías indígenas y afrodescendientes emerge como una categoría clave útil para repensar la calidad educativa (Hooker, 2021).

Metodológicamente, se ha establecido la relevancia de enfoques integradores que utilicen criterios cualitativos y cuantitativos para la evaluación de las instituciones (Jaramillo y Tomalá, 2025). La autoevaluación y la acreditación no solo garantizan una calidad mínima, sino que operan para autorregular y promover la responsabilidad social entre las instituciones (Hernández Paz *et al.*, 2023).

Además, la llegada de nuevas tecnologías como la inteligencia artificial (IA) ha dado lugar a nuevas oportunidades, así como a desafíos. Se enfatiza especialmente su capacidad para personalizar la enseñanza, automatizar las tareas administrativas y mejorar la

retroalimentación educativa (Barcia Cedeño *et al.*, 2024). Sin embargo, ya se han detectado importantes deficiencias en la formación docente, ética y protección de datos, que necesitan encontrar soluciones inmediatas (Rodríguez Chávez, 2021; Prendes Espinosa y Cerdán Cartagena, 2021).

En general, los resultados destacan que una mejor calidad en la Educación Superior de Ecuador solo se logrará con base en tres principios: un tipo de evaluación participativa y ajustable, una formación académica comprometida con la diversidad cultural, y una incorporación consciente de nuevas tecnologías.

Conclusión

En resumen, la ruta hacia una mejor calidad de la Educación Superior en Ecuador debe tener en el centro una visión articulada de sostenibilidad, interculturalidad, innovación tecnológica y mejora continua. Los sistemas de evaluación y acreditación deben ser agilizados, el profesorado debe ser capacitado en competencias interculturales y digitales, y deben incorporarse enfoques inclusivos que hagan referencia a la idiosincrasia propia de la diversidad epistémica de las comunidades del país.

Referencias

Arteño, R. R., Illicachi-Guzñay, J., y Chiriboga-Cevallos, A. A. (2024). Interculturalidad e igualdad en la Educación Superior: una revisión sistemática. *Reicomunicar, 7*(13). https://doi.org/10.46296/rc.v7i13edespab.0246

Barcia Cedeño, E. I., Tambaco Quintero, A. R., Angulo Quiñónez, O. G., Prado Zamora, M. E., y Valverde Prado, N. G. (2024). Análisis de tendencias y futuro de la inteligencia artificial en la Educación Superior: perspectivas y desafíos. *Revista Científica Arbitrada Ciencia Latina, 8*(1). https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i1.9637

Hernández Paz, D., Cordero Castro, A., y Baca Ruiz, R. (2023). Evaluación y acreditación para el aseguramiento de la calidad de la Educación Superior en México. *Revista Venezolana de Gerencia, 28*(103), 456–473.

Hooker, J. (2021). Diversidad epistémica e inclusión en la universidad: desafíos contemporáneos. *Revista de Estudios Interculturales, 6*(2), 89–106.

Jaramillo Bazurto, N. V., y Tomalá Chavarría, M. D. (2025). Evaluación de calidad para la acreditación educativa. *Revista Invecom, 5*(3), 1-15. http://www.revistainvecom.org

Moreira-Choez, J., Gómez-Balderrama, P., e Intriago-Sánchez, A. (2022). Evaluación y acreditación de instituciones de Educación Superior. *Revista Científica Multidisciplinaria Arbitrada Yachasun, 5*(2), 45-60.

Prendes Espinosa, M. P., y Cerdán Cartagena, F. (2021). Tecnologías avanzadas para afrontar el reto de la innovación educativa. *Revista Redalyc de Educación, 27*(3), 221-236.

Rodríguez Chávez, M. H. (2021). Sistemas de tutoría inteligente y su aplicación en la Educación Superior. *Educación y Tecnología, 33*(2), 77–91.

Véliz Briones, N. (2018). Evaluación de calidad en la Educación Superior ecuatoriana: desafíos y perspectivas. *Revista de Investigación Educativa del Ecuador, 3*(1), 33–45.

UNESCO (2021). Día Mundial del Acceso a la Educación Superior: Informe Global. UNESCO.

Más allá de los datos: análisis crítico de los métodos estadísticos en la investigación psicopedagógica y su poder transformador

Grace Natalie Tamayo-Galarza[1, 2], Iván Alejandro Rueda-Fierro[1], Verónica Alexandra Félix-Ruano[1]

Resumen

Este trabajo realiza un análisis documental comparativo entre cinco investigaciones actuales en el ámbito psicopedagógico que utilizaron métodos cuantitativos, con el fin de analizar de manera crítica la marcada prevalencia en el uso de métodos estadísticos lineales como el chi-cuadrado o las correlaciones en la interpretación del comportamiento estudiantil. Se utiliza un proceso de búsqueda cualitativa-interpretativa para sintetizar hallazgos sobre constructos centrales (es decir, atención focalizada, autoestima, identidad étnica, comunicación familiar e inclusión de la diversidad). Los hallazgos sugieren que, aunque estas herramientas pueden ser útiles para mapear asociaciones, existen serias limitaciones cuando se trata de procesos emocionales, variables cualitativas, tendencias no lineales y contextos capturados. Se concluye que es esencial reconsiderar los métodos de evaluación psicopedagógica, incorporando propuestas mixtas y longitudinales que tengan en cuenta la complejidad del sujeto educativo. Este artículo sugiere una trayectoria interpretativa alternativa que elude la solidez del análisis estadístico a favor de un

1 Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito, Ecuador. gntamayo@puce.edu.ec, larueda@puce.edu.ec, vafelix@puce.edu.ec

2 Instituto de Altos Estudios Nacionales, Quito, Ecuador.

discurso preocupado por dimensiones más matizadas (y humanas) y para posibles intervenciones educativas e investigaciones futuras.

Palabras clave: psicopedagogía, evaluación educativa, métodos estadísticos, chi-cuadrado, autoestima, atención selectiva, inclusión educativa, identidad cultural, revisión documental, diseño interpretativo.

Introducción

La evaluación del comportamiento estudiantil, en el ámbito psicopedagógico, históricamente se ha relacionado con el uso de instrumentos estandarizados y pruebas estadísticas que permiten establecer asociaciones entre variables como la autoestima, la atención, la identidad, la motivación o la inclusión. Sin embargo, queda una pregunta fundamental que nos invita a escribir sobre este tema: ¿son estos conceptos adecuados para comprender la complejidad de los seres humanos con su entorno educativo real? Esta investigación, por lo tanto, ha surgido de la necesidad de revisar de manera crítica las metodologías utilizadas en investigaciones recientes y presentar nuevos métodos de procedimiento que reconozcan la multidimensionalidad y no linealidad del comportamiento humano.

Muchas investigaciones se han enfocado en varios aspectos del desarrollo psicoeducativo. Por ejemplo, con la prueba d2 y la escala GENCAT, Zambrano Jordán (2024) encontró una relación positiva del enfoque de atención con la calidad de vida. Asimismo, Paucar Maqui (2024) mostró relaciones similares entre la comunicación familiar saludable y la alta autoestima en los adolescentes, utilizando estas dos escalas. En ambos casos se empleó el chi-cuadrado para evaluar asociaciones, pero las influencias contextuales o longitudinales en el desarrollo emocional quedaron sin abordar.

Otro enfoque, utilizado en un estudio de Vidaña Rivera (2024), presenta una intervención educativa para fortalecer la identidad étnica, como una metodología activa que presenta efectos positivos y duraderos sobre la autoestima en entornos multiculturales. Mientras tanto, Martínez y Escobar (2025) desarrollaron un análisis cualitativo descriptivo para analizar la inclusión de la diversidad sexual dentro de las prácticas pedagógicas y la relevancia de la preparación docente frente a actos discriminatorios. Ambos informes se apartaron del pensamiento puramente estadístico e incluyeron características como el seguimiento y la percepción subjetiva del cambio.

El trabajo de Pérez Ramos (2024) sobre el síndrome amotivacional y el consumo de cannabis también presenta la importancia actual de considerar que, a pesar de la alta incidencia de síndromes en los estudiantes, no se establece tal relación según el nivel de consumo. Por ello, nos vemos obligados a tener en cuenta las variables que escapan de lo estadísticamente convencional, acompañadas de considerar el lugar emocional o contexto familiar.

Todos estos estudios comparten la misma preocupación: cómo interpretar lo que un estudiante está haciendo cuando la puntuación del test no está disponible. Mientras que pruebas como el chi-cuadrado, las correlaciones y los análisis de frecuencia permiten descubrir patrones, son limitadas en su capacidad para capturar trayectoria emocional, cultura o cualquier cambio a lo largo del tiempo.

Este estudio desea llenar los vacíos metodológicos señalados en estudios previos en tal contexto, particularmente examinando de manera crítica y comparativa una revisión que, lejos de ser solo un resumen de hallazgos, cuestionó y sugirió nuevos caminos interpretativos. El hecho de no trabajar con una muestra propia, sino con datos indexados en la literatura analizada, nos lleva a un enfoque llamado revisión documental comparativa o revisión documental con una vista interpretativa; nos permitió entender la consistencia, profundidad y amplitud de los instrumentos utilizados.

Metodológicamente, se determinó localizar investigaciones que incluyeran algún tipo de prueba psicométrica, intervención educativa y análisis empíricos o estadísticos avanzados. Esta elección surge de que es necesario presenciar el comportamiento humano e interpretarlo desde diferentes puntos de vista y de cómo puede beneficiarse de una visión integradora a través de un enfoque mixto.

Finalmente, este no es un estudio destinado a refutar los métodos actuales; más bien, pretende complementarlos y mejorarlos. La revisión visual ofrece nuevas vías para el trabajo continuo de vincular el modelado cuantitativo al uso de herramientas cualitativas, el análisis longitudinal, el seguimiento emocional y la participación y generatividad de estudiantes y profesores. Es un ejemplo que ha sido citado por autores como Cerezo Ramírez (2021) y Hernández Sampieri *et al.* (2022), Pérez Gómez (2019), Coll y Martín (2020); la educación no se puede traducir en números, sino que es una construcción vital, dinámica, profundamente humana.

Metodología

Varios estudios publicados en los últimos diez años (Zambrano Jordán, 2024; Paucar Maqui, 2024; Vidaña Rivera, 2024; Martínez y Escobar, 2025) abordan variables pertinentes, como la autoestima, la atención, la identidad cultural o la inclusión, y aplican escalas fiables, así como pruebas estadísticas ampliamente aceptadas. No obstante, al observar de cerca, podemos ver que la mayoría de estos trabajos adoptan enfoques cuantitativos, generalmente orientados de manera lineal, que podrían comprometer la comprensión profunda de los fenómenos investigados. A la luz de esta observación, la pregunta principal a la que apunta esta producción de conocimiento de riesgo es cómo reimaginar marcos metodológicos a través de los cuales se interpreta el comportamiento estudiantil; asimismo, plantea cómo pensar en posibilidades más comprensivas, sensibles y específicas a cada lugar.

Tipo de estudio

Este es un estudio de revisión documental comparativa con un enfoque cualitativo-interpretativo que propone analizar críticamente un conjunto de investigaciones psicopedagógicas recientes. Su objetivo es reconocer en ellas intersecciones metodológicas comunes, registrar limitaciones o vacíos y ofrecer nuevas perspectivas para ampliar la comprensión de los procesos educativos.

Línea de investigación

La investigación se sitúa dentro de la línea temática de evaluación psicopedagógica e innovación metodológica del desarrollo socioafectivo con especial atención a los modelos de comprensión del comportamiento estudiantil en escenarios multiculturales y de vulnerabilidad.

Estrategia metodológica

El enfoque se basó en una estrategia de revisión estructurada que consistió en los siguientes pasos:

- Búsqueda deliberada: se rastrearon cinco estudios representativos de 2024 y 2025, que abordaron las principales variables del desarrollo educativo: atención, autoestima, identidad étnica, comunicación familiar, inclusión y motivación.
- Categorización temática: después de cada artículo, el descriptor principal, el instrumento y el método estadístico fueron categorizados en cuatro secciones.
- Análisis comparativo: se desarrolló una tabla comparativa (Tabla 1), que facilitó la identificación de similitudes, diferencias y limitaciones metodológicas comunes entre los estudios.

- Reflexión: el análisis se utiliza para argumentar a favor de metodologías más profundas, menos lineales y más emotivas.

Técnicas e instrumentos

No se usaron herramientas con los participantes, ni se emplearon instrumentos de investigación: se utilizó una matriz de tabulación para evaluar lo siguiente:

- Claridad de la variable bajo estudio
- Instrumento y significancia de las partes relevantes
- Homogeneidad del análisis estadístico
- Intervención o no intervención
- Factores situacionales a considerar
- Evaluación desde la perspectiva no lineal o mixta de la capacidad

Enfoque interpretativo

Se adhiere a una lógica hermenéutica y crítica, y el interés no es solo resumir lo que revelan los hallazgos de la investigación, sino interpretar sus limitaciones, silencios y potencialidades, incluso desde una perspectiva holística sobre el sujeto de la educación. Diferentemente a una revisión sistemática exclusivamente descriptiva, este enfoque presenta una lectura con una voz reflexiva que intenta trazar caminos metodológicos que dialoguen con la complejidad humana.

Resultados de la experimentación comparativa

Con el fin de comparar métodos estadísticos, procesos y conclusiones alcanzadas por varios estudios psicopedagógicos, se im-

plementaron sistemas de comparación. Se tomaron en cuenta las variables estudiadas, los instrumentos utilizados, el tipo de análisis realizado y su respectiva procedencia.

Tabla 1. Comparación de estudios psicopedagógicos relevantes

Estudio	Variable principal	Instrumentos	Análisis estadístico	Hallazgos clave
Zambrano Jordán (2024)	Atención focalizada y calidad de vida	Test d2, escala GENCAT	Correlación, chi-cuadrado	Se encontró correlación significativa directa entre atención y calidad de vida.
Paucar Maqui (2024)	Comunicación familiar y autoestima	Escala FCS y escala Rosenberg	Chi-cuadrado de independencia	Comunicación familiar alta se asoció con mayor autoestima en adolescentes.
Martínez y Escobar (2025)	Inclusión sexual y estrategias didácticas	Encuestas a docentes	Análisis correlacional descriptivo	Docentes capacitados mostraron mayor inclusión LGBTIQ+ en sus aulas.
Pérez Ramos (2024)	Cannabis y síndrome amotivacional	Cuestionario estructurado	Frecuencias y comparación	Alta prevalencia del síndrome, pero sin correlación significativa con consumo.
Vidaña Rivera (2024)	Identidad étnica y autoestima	Escala multigrupo y escala de autoestima	Chi-cuadrado y ACM	La intervención tuvo impacto positivo en identidad y autoestima adolescentes.

La Tabla 1 muestra un resumen comparativo de cinco estudios recientes sobre psicopedagogía para observar similitudes, diferencias metodológicas y los principales resultados relacionados con el análisis del comportamiento de los estudiantes y sus determinantes psicosociales.

Lo siguiente proporciona una representación de cómo cada investigación abordó la complejidad del comportamiento humano:

- Suposiciones lineales: aplicación del modelo de regresión, correlación directa.
- Reconocimiento de la multicausalidad: mediante análisis de regresión múltiple, intervención.
- No linealidad o trayectorias variables: para ACM o pruebas no paramétricas.

La mayoría de los estudios se basan en modelos lineales o correlacionales; excepto Vidaña Rivera (2024) y Martínez y Escobar (2025), que tienen en cuenta el contexto y la no linealidad como factores relevantes.

Los estudios de Zambrano y Paucar (2024) confirmaron o validaron hipótesis de asociación mediante la aplicación de chi-cuadrado. Sin embargo, el comportamiento de los estudiantes solo se consideró en términos de correlaciones muy básicas y no se tuvieron en cuenta las trayectorias de cambio o las experiencias en el contexto.

En el trabajo de Vidaña Rivera, se incluyó una intervención y un seguimiento longitudinal que permitió detectar no solo las correlaciones sino también los efectos duraderos sobre la identidad y la autoestima. Este método parece ser más sensible al desarrollo no lineal del comportamiento adolescente.

La falta de correlación entre consumo y síndrome en el estudio de Pérez y Ramos (2024) no desacredita el problema. Se subraya la relevancia de otras variables no consideradas en este modelo (resistencia, entorno emocional, presión de grupo), a favor de modelos más complejos. En contraste, el estudio de Martínez y Escobar (2025) es el único que incluye la voz del docente; considera a la inclusión sexual no como una variable aislada, sino como una construcción social mediada por la formación, actitud y entorno institucional.

Esta confrontación confirma que podemos encontrar relaciones significativas entre variables, ya que las variables conductuales y demográficas parecen hacerlo, empleando modelos lineales y pruebas como el chi-cuadrado, que, sin embargo, son inadecuados para describir todo el fenómeno psicopedagógico. La intervención, el análisis cualitativo, las técnicas multivariadas (ACM o análisis de percepción) fueron más productivas para proporcionar una comprensión más profunda, más acorde con la complejidad humana.

Discusión

Los hallazgos obtenidos de comparar la investigación llevada a cabo recientemente en el ámbito psicopedagógico son una profunda reflexión sobre la manera de analizar el comportamiento humano en el aula. Aunque sus variables son variadas —enfoque atencional, autoestima, comunicación familiar, uso de cannabis, identidad étnica, pertenencia a la escuela—, el objetivo es el mismo: conocer al estudiante en sí mismo, en sus muchas dimensiones etológicas, sociales y tensionales.

Una de las características más llamativas es la prevalencia del enfoque tradicional, el uso de instrumentos estandarizados y pruebas estadísticas como chi-cuadrado, correlación y análisis de frecuencias. Sin duda, estos métodos son útiles para revelar asociaciones significativas entre las respectivas variables. Por ejemplo, la investigación realizada por Zambrano Jordán (2024) demuestra que hay una relación directa entre la atención focalizada y la calidad de vida; por su parte, Paucar Maqui (2024) prueba que una buena comunicación en la familia está conectada con un mayor nivel de autoestima en los estudiantes de secundaria. Ambos resultados confirman lo que se sugiere en la teoría psicopedagógica: que la atmósfera emocional y la gestión atencional influyen en el bienestar y el rendimiento.

Sin embargo, al examinar más detenidamente estudios como el de Vidaña Rivera (2024) o Martínez y Escobar (2025), se descubre un matiz que está empezando a resonar con más fuerza en el campo: la necesidad de incorporar múltiples dimensiones contextuales, culturales y longitudinales. Así, Vidaña (2024) trasciende la mera correlación entre identidad y autoestima y explora las repercusiones de una experiencia pedagógica sostenida en jóvenes que tomaron conciencia de su ascendencia. La brillantez de esta técnica es que no solo juzga cómo se sienten los estudiantes respecto a sí mismos, sino cómo cambia ese sentimiento después de haber tenido una experiencia significativa.

En contraste con estas perspectivas más amplias, la investigación digital que mantiene una cadena lineal de causa y efecto parece limitada: no puede dar cuenta de caminos variados en el procesamiento de variables, la naturaleza ondulatoria de las emociones o las numerosas reacciones que sorprenden. Tal es el caso del estudio de Pérez Ramos (2024), que a pesar de establecer una alta prevalencia de síntomas de síndrome amotivacional en estudiantes que consumen cannabis, no establece una relación de consumo con el grado de motivación. La ausencia de una conexión numérica no descarta la experiencia subjetiva de los estudiantes, pero sugiere que hay algo que la visión estadística estándar no está capturando. Quizás no es cuánto cannabis se fuma sino con qué marco emocional y social, qué historias se cuentan los jóvenes sobre el placer, la liberación, el escape o la desconexión.

Desde este punto de vista, es razonable diseñar un estudio experimental como el nuestro. Uno de los objetivos de la intervención dirigida, el seguimiento longitudinal y el análisis mixto (cuantitativo y cualitativo) no es solo confirmar relaciones entre variables, sino ver cómo y por qué se presentan los cambios. No se trata de confirmar teorías asentadas, sino de abrir espacios para una exploración más matizada de los giros y curvas, los silencios y resistencias, y la chispa de la experiencia estudiantil.

Este es otro aspecto destacado de esta investigación y, por lo tanto, permite que respondamos a los objetivos del estudio. La atención no es solo una facultad cognitiva, sino también una capacidad afectiva de estar en el ahora por encima de las distracciones internas, de los dramas personales o familiares. La autoestima no es solo una puntuación en una escala, sino un espejo interno hecho con las miradas de los demás, las palabras de los padres, las representaciones del propio cuerpo y de la historia a la que uno pertenece. La identidad étnica no es una casilla demográfica, sino un profundo sentido de lugar y dignidad.

En este sentido, depender de valores estadísticos como las desviaciones estándar, las pendientes o los coeficientes nos ayuda a identificar tendencias, pero no a comprender por completo la condición humana. Como sugieren la neurociencia afectiva y la psicología cultural, a veces una pequeña acción lo cambia todo y otras, a pesar de intervenciones significativas, nada resultará de manera diferente. Por lo tanto, hay una necesidad de que la psicopedagogía promueva una evaluación flexible, sensible y contextualizada.

Conclusiones

El análisis resumen de las principales investigaciones en el campo psicopedagógico en tiempos recientes nos permite afirmar nuestra tesis. Vemos cómo la investigación también se está enfocando, cada vez más, en las influencias que determinan el desarrollo completo del estudiante.

Investigaciones como la de Zambrano Jordán (2024), al correlacionar atención focalizada con calidad de vida, o la de Paucar Maqui (2024), que es capaz de vincular comunicación familiar con autoestima, generan datos importantes sobre las relaciones que existen entre las variables cognitivas, emocionales y sociales. Sin embargo, la mayoría de estas investigaciones, desde un punto de vista metodológico, todavía están centradas en un enfoque

lineal cuantitativo, que no puede dar cuenta de la complejidad dinámica del comportamiento humano, aunque sea útil para asociar.

En este escenario de pensamiento, la contribución de Vidaña Rivera (2024) destaca un cambio metodológico, debido tanto a la propuesta de una intervención educativa como al enfoque longitudinal y multivariado. Su investigación muestra que, al ir más allá de los enfoques puramente matemáticos de la educación, también surgen otras perspectivas sobre la autoidentidad, el valor propio y cómo los estudiantes se transforman en y a través de su aprendizaje. De la misma manera, el estudio de Martínez y Escobar (2025) pertenece a un enfoque relacional y contextual, que asume que el conocimiento docente, las actitudes y las estrategias hacia la inclusión sexual también se basan en sus creencias, experiencia o formación emocional del personal docente, contribuyendo a las acciones educativas (Martínez y Escobar, 2025).

No obstante, en estas contribuciones, los inconvenientes son la pobre integración de enfoques mixtos, la falta de incorporación de trayectorias emocionales y culturales en el análisis de datos y la falta de consideración del estudiante como un sujeto activo y en evolución, más allá de una fuente de respuestas categorizables. En muchas ocasiones, se cree que las conexiones entre variables son simples e inmutables, pero como evidencian las conclusiones alcanzadas por Pérez Ramos (2024), los comportamientos (siendo falta de motivación uno) podrían depender de varias raíces no lineales, contextuales y simbólicas.

El estudio actual presenta un desafío metodológico que apunta precisamente a eso. A través de la integración de un diseño cuasiexperimental, intervenciones en el campo, instrumentos psicométricos confiables, registros emocionales y un componente para análisis no lineales, sugiere una manera más comprensiva y respetuosa de entender al estudiante. No proponemos abandonar el modelo estadístico clásico, sino incorporar herramientas para tratar con la trayectoria, el tenor-dirección y el entorno emocional del sujeto.

En conclusión, la propuesta que se presenta en este artículo reitera la necesidad de inclinarse hacia una psicología más humanizada, sensible y adaptativa, que permita no solo medir, sino también comprender y acompañar en los procesos de desarrollo personal, cognitivo y social de los estudiantes. De esta forma, y solo de esta forma, se producirán evidencias más útiles, diagnósticos más justos e intervenciones genuinamente significativas.

Referencias

Ardila, R. (2019). *La psicología del aprendizaje*. McGraw-Hill.

Becoña, E. (2006). *Bases teóricas de la prevención de drogodependencias*. Pirámide.

Bisquerra, R. (2009). *Psicopedagogía de las emociones*. Síntesis.

Carvajal, S., y Méndez, L. (2018). Calidad de vida y salud mental en adolescentes. *Revista de Psicología Contemporánea, 14*(2), 45-61.

Cerezo Ramírez, F. (2021). *Evaluación educativa en contextos sociales complejos*. Ediciones Morata.

Coll, C., y Martín, E. (2020). *Psicología de la educación y prácticas inclusivas*. Graó.

Contreras, L. (2017). Diversidad sexual y políticas educativas. *Revista Educación y Sociedad, 35*(3), 257-274.

De la Cruz, R. (2022). Comunicación familiar y clima emocional. *Revista Electrónica de Psicología Educativa, 12*(1), 99-112.

Escudero, T., y Martínez, P. (2018). *La atención educativa a la diversidad*. Narcea.

Fernández, A. M., y Morales, P. (2016). *Test d2: Manual de aplicación y baremos*. TEA Ediciones.

GENCAT (2006). *Escala de calidad de vida GENCAT*. Departamento de Acción Social, Generalitat de Catalunya.

Gómez, P., y Navarro, I. (2020). Educación e identidad cultural en contextos indígenas. *Revista Interamericana de Educación, 43*(1), 21-37.

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., y Baptista, M. P. (2022). *Metodología de la investigación*. McGraw-Hill Education.

INEC (2020). *Estadísticas sobre el consumo de sustancias psicoactivas en adolescentes ecuatorianos*. Instituto Nacional de Estadística y Censos.

Lamas, M. (2019). *Diversidad sexual y educación afectiva*. Fondo de Cultura Económica.

López, S. R. (2021). Desigualdades culturales en la autoestima de estudiantes indígenas. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos, 17*(4), 101-123.

Ministerio de Educación del Ecuador (2023). *Normativa sobre inclusión educativa en instituciones públicas*.

Montero, I., y León, O. (2007). Guía para nombrar los diseños de investigación en Psicología. *International Journal of Clinical and Health Psychology, 7*(3), 847-862.

Moreno, J. (2018). Factores familiares y autoestima en adolescentes. *Revista de Psicología Educativa, 22*(3), 215-228.

Ortega, L. (2021). *Neuroeducación y funciones ejecutivas*. Editorial UOC.

Pérez Gómez, A. (2019). *Educarse en la incertidumbre: Hacia una pedagogía crítica*. Ediciones Morata.

Pichardo, M. C., y Justicia, F. (2013). *Autoestima: Evaluación y programas de intervención*. Pirámide.

Pineda, R., y Ayala, M. (2020). Atención selectiva y rendimiento académico. *Revista Colombiana de Psicología, 29*(1), 87-105.

Pozo, J. I., y Monereo, C. (2009). *Psicología del aprendizaje universitario*. Morata.

Rodríguez, M. (2019). Inclusión educativa en estudiantes LGBTIQ+. *Revista de Investigación Educativa, 37*(2), 289-308.

Rosenberg, M. (1965). *Society and the adolescent self-image*. Princeton University Press.

Sánchez, J. (2017). Identidad étnica y pertenencia cultural en jóvenes latinoamericanos. *Revista de Estudios Sociales, 60*, 110-125.

Sarason, S. B. (1996). *Revisiting the culture of the school and the problem of change*. Teachers College Press.

UNESCO (2021). *Lineamientos para la inclusión y la equidad en la educación*. Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura.

Valdivieso, L., y Orbe, A. (2015). *Educación emocional en la escuela básica*. Universidad de Cuenca.

Vera, A., y Ramírez, D. (2023). Escenarios para la prevención del consumo de cannabis en secundaria. *Revista Científica de Educación y Sociedad, 9*(1), 33-47.

Zambrano Jordán, S. J. (2024). Relación entre la atención focalizada y la calidad de vida en estudiantes. Tesis de licenciatura. Universidad Técnica de Ambato.

CAPÍTULO II

INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA
Innovación disruptiva: inteligencia artificial y tecnologías emergentes

Introducción

El segundo capítulo de este libro está dedicado a uno de los bloques clave en la construcción del proceso moderno de desarrollo, que es el nexo que conecta a la ciencia, la ingeniería y la tecnología con el progreso humano. Este eje temático articula múltiples voces, disciplinas, enfoques y usos que consideran la complejidad del presente y la creciente urgencia de hallar respuestas nuevas que sean receptivas, éticas y sostenibles frente a los desafíos que enfrentamos como sociedad.

Forma el marco racional que suscita preguntas y desarrolla teorías, cuya verdad objetiva se forma en observaciones, experimentos y evaluaciones. La ingeniería, en contraste, es el arte de convertir el conocimiento en dispositivos prácticos, estructuras, herramientas y sistemas, convirtiendo ideas en realidad. La tecnología, entonces, es la manifestación —práctica, social y económica— de esta interacción, que impacta directamente en las formas en que nos comunicamos, trabajamos, nos movilizamos, aprendemos y conectamos.

Este capítulo comprende trabajos que abordan la creación de nuevas tecnologías y una comprensión de las estructuras por las cuales son evaluadas críticamente. Se cubre la inteligencia artificial y el aprendizaje automático, los nuevos desarrollos en infraestructura digital, la automatización de procesos, la innovación educativa y la sostenibilidad tecnológica. Los trabajos reunidos aquí proporcionan una amplia variedad de reflexiones, experimentaciones y aplicaciones dedicadas a hacer nuestros entornos técnicos y organizacionales más eficientes, más equitativos y más adaptables.

El carácter social de la tecnología también se percibe fuertemente en este conjunto de investigaciones. En lugar de perspectivas utópicas o instrumentales y neutrales en cuanto a valores, abordan dilemas éticos, consecuencias políticas, brechas de acceso y compensaciones entre innovación y responsabilidad. La ciencia e ingeniería no es meramente la producción de técnicas, sino también la configuración de espacios de decisión y conflicto en los cuales se disputan diferentes visiones del futuro, modelos de desarrollo y formas de vida.

El capítulo también subraya la necesidad de conectar los enfoques interdisciplinarios que vinculan el conocimiento técnico con la reflexión social y humanística. De hecho, en un mundo en el que las tecnologías de automatización y digitales están redefiniendo los sistemas de trabajo, educación y el trabajo en general, simplemente debemos preguntarnos cómo asegurar que los avances, como estos, beneficien a todos los miembros de nuestras diversas comunidades, no solo a aquellos ya posicionados como suficientemente privilegiados. Es en este sentido que los trabajos incluidos aquí tienden hacia la inclusión digital, la sostenibilidad ecológica, la accesibilidad tecnológica y la justicia epistémica.

Otro tema de especial relevancia es ver el contexto latinoamericano como un escenario resiliente propicio para la innovación con identidad territorial. La ciencia y la tecnología no solo importan soluciones, sino que producen unas que reflejan sus propias realidades, condiciones de infraestructura y herencias culturales. Este capítulo evidencia esta capacidad de nuestras comunidades académicas y profesionales para generar conocimientos tecnológicos situados, relevantes y transformadores que pueden dialogar, sin contravenir con estándares internacionales, sin perder de vista las demandas locales.

Por último, este capítulo nos anima a reconsiderar la educación científica y tecnológica. En un entorno que cambia tan rápidamente, existe una necesidad urgente de establecer competencias en

pensamiento computacional, resolución de problemas complejos, diseño ético y trabajo colaborativo. Los resultados compilados en esta sección no se tratan solo de hallazgos y directrices; son sugerencias metodológicas y formativas que pueden convertirse en catalizadores para el desarrollo de políticas públicas, programas académicos y empresariales.

Colectivamente, los artículos en este capítulo mostrarán cuán poderosa es la sinergia de ciencia, ingeniería y tecnología para dar forma a nuestro entorno y redefinir la cambiante naturaleza de las interacciones de las personas con los sistemas tecnológicos, para el mejoramiento de la humanidad en salud, seguridad y calidad de vida, y en el avance de la sociedad a través de un desarrollo innovador y sostenible. Al desafiar una ciencia miope, sin propósito e ineficaz, este apartado propone un redescubrimiento de una que tiene propósito, para contrarrestar la desigualdad, efectiva en la resolución de problemas y consciente de su relación con la sociedad a la que sirve.

Inteligencia artificial en el contexto educativo de Ecuador: aplicaciones y desafíos éticos

Juan López-Goyez[1], Jorge Mina-Ortega[2], Alfonso González-Briones[3], Luis Sanipatin[4], Javier Montalvo[5]

Resumen

Esta investigación presenta una revisión sistemática sobre las aplicaciones e implicaciones éticas que genera la inteligencia artificial en Educación Superior en Ecuador a partir de artículos obtenidos en SCOPUS. La adopción de la IA se encuentra en una fase exploratoria en el país, en donde los investigadores la revisan bajo diversos enfoques, como la detección de plagio, el aprendizaje adaptativo y la gestión académica. El objetivo de esta investigación es analizar el impacto actual de la inteligencia artificial en el proceso de enseñanza y aprendizaje, identificando beneficios, desafíos éticos y perspectivas futuras. Los hallazgos evidencian que herramientas como Turnitin, *chatbots* educativos y plataformas como Fliki AI y ChatGPT están siendo implementadas con éxito, para mejorar la interacción estudiante y docente, la creación de

1 Carrera de Computación, Facultad de Industrias Agropecuarias y Ciencias Ambientales, Universidad Politécnica Estatal del Carchi, Tulcán, Carchi. juan.lopez@upec.edu.ec

2 Carrera de Alimentos, Facultad de Industrias Agropecuarias y Ciencias Ambientales, Universidad Politécnica Estatal del Carchi, Tulcán, Carchi. jorge.mina@upec.edu.ec

3 Grupo de investigación BISITE, Departamento de Informática y Automática, Facultad de Ciencias, Universidad de Salamanca, Castilla y León, España. alfonsogb@usal.es

4 Carrera de Administración de Empresas, Facultad de Comercio Internacional, Integración, Administración y Economía Empresarial, Universidad Politécnica Estatal del Carchi, Tulcán, Carchi. luis.sanipatin@upec.edu.ec

5 Carrera de Logística y Transporte, Facultad de Comercio Internacional, Integración, Administración y Economía Empresarial, Universidad Politécnica Estatal del Carchi, Tulcán, Carchi. javier.montalvo@upec.edu.ec

contenido educativo y la personalización del aprendizaje. El modelo i4C destaca como marco pedagógico efectivo para integrar IA en el desarrollo de competencias de emprendimiento e investigación. Sin embargo, se identifican desafíos relacionados con la privacidad de datos, sesgos algorítmicos y brechas de acceso tecnológico, destacando la necesidad de capacitar a los docentes en el uso efectivo de estas tecnologías. En las investigaciones se abordan propuestas para establecer marcos éticos, políticas y estrategias para mantener el equilibrio entre innovación tecnológica y desarrollo de habilidades humanas.

Palabras clave: ChatGPT, desafíos éticos, Ecuador, Educación Superior, inteligencia artificial.

Introducción

La aplicación de la inteligencia artificial (IA) ha evolucionado constantemente en la Educación Superior, transformando los paradigmas tradicionales de enseñanza y aprendizaje y las estrategias didácticas empleadas en los diferentes ambientes de aprendizaje. A través de modelos y aplicaciones, la IA tiene la capacidad de procesar big data con datos académicos, personalizar el aprendizaje y automatizar procesos complejos (Ríos Hernández *et al*., 2024). En el contexto ecuatoriano, se evidencia que la IA ofrece soluciones para optimizar la gestión académica, mejorar los resultados de aprendizaje, desarrollar nuevas competencias y reducir brechas educativas, generando nuevas posibilidades pedagógicas al personalizar la experiencia educativa y brindar asistencia personalizada en las diferentes áreas de conocimiento (Aparicio-Izurieta, 2024).

Entre las herramientas de IA más relevantes se encuentran sistemas de detección de plagio como Turnitin, que emplean algoritmos de comparación textual y procesamiento de lenguaje natural (PLN). Adicionalmente, se utilizan plataformas de IA generativas como ChatGPT y Fliki AI para la creación de contenido educativo

interactivo, así como la incorporación de *chatbots* para apoyar la comunicación entre estudiantes y docentes, mediante respuestas inmediatas y personalizadas; así, se permite a los docentes centrarse en aspectos creativos y estratégicos de su planificación curricular.

En Ecuador, estudios recientes demuestran que la integración de la IA está incrementando la motivación estudiantil y facilitando el acceso a recursos educativos de calidad (Cabrera-Solano *et al.*, 2025; George-Reyes *et al.*, 2024). Sin embargo, el uso de IA en Educación Superior genera incertidumbres y cuestiones éticas con respecto a la privacidad y anonimización de los datos de estudiantes y docentes, así como posibles sesgos en los algoritmos que pueden generar exclusiones y desigualdades, afectando particularmente a grupos históricamente marginados. Estos aspectos exigen marcos normativos robustos y auditorías técnicas periódicas para garantizar equidad y transparencia.

Otro desafío crítico es la dependencia excesiva de la IA, que afecta a la autonomía humana en la toma de decisiones y al desarrollo del pensamiento crítico. Estos dilemas plantean la necesidad de políticas públicas que equilibren la innovación con la inclusión (Ríos Hernández *et al.*, 2024). Esta investigación plantea contribuir, al ser una revisión sistemática de la literatura, para resaltar las preguntas de investigación: i) IA aplicada en la Educación Superior de Ecuador ii) desafíos y limitaciones de la IA en la Educación Superior de Ecuador.

Metodología

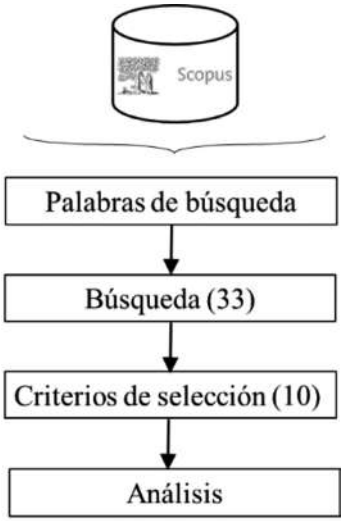
En esta sección se presenta la descripción de la metodología. Se realizó una revisión sistemática de la literatura, con la finalidad de identificar, evaluar y combinar la evidencia de estudios disponibles en SCOPUS, a través de preguntas de investigación. En la Tabla 1 se presentan las preguntas de investigación que permitieron describir el problema, ampliar el conocimiento de los hallazgos y proporcionar nuevos resultados.

Tabla 1. Preguntas de investigación

N.°	Pregunta de investigación	Justificación
P1	¿Cuáles son las tecnologías y aplicaciones de la IA empleada en la Educación Superior de Ecuador?	Determinar contexto y analizar las tendencias actuales en el área temática y el país.
P2	¿Cuáles son los principales desafíos y limitaciones identificados en la investigación sobre IA en Ecuador?	Identificar tendencias y regulaciones actuales en el área temática.

A continuación, se presenta el protocolo utilizado para la revisión de la literatura realizada en cuatro fases: i) definición de preguntas de investigación y palabras de búsqueda (ver Tabla 1), ii) búsqueda de documentos, iii) selección de artículos científicos en función de los criterios de inclusión y exclusión y iv) extracción de información de los artículos descargados (Figura 1).

Figura 1. Protocolo usado para la búsqueda y revisión



Este apartado presenta el proceso de selección de artículos y los criterios aplicados a los resultados de búsqueda, considerando de exclusión e inclusión. En la fase 1 se estructuró la cadena de búsqueda en función de las preguntas de investigación establecidas: artificial intelligence AND higher education AND in Ecuador. En la fase 2, se ejecutó la búsqueda aplicando los criterios de inclusión; se obtuvieron 33 artículos de la base de SCOPUS. Los criterios de inclusión fueron artículos científicos en informática y educación y de acceso abierto. En la fase 3 se establecieron los criterios de exclusión, descartando artículos técnicos y de revisión bibliométrica, informes que no estén relacionados con las palabras clave y que no pertenezcan a la región de Ecuador. Además, se utilizó la herramienta Rayyan como apoyo en el proceso de revisión. Finalmente, se revisaron 10 artículos para responder a las preguntas de investigación propuestas (Tabla 2).

Tabla 2. Artículos seleccionados en la revisión sistemática de la literatura

N.°	Título	Año	Referencia
A1	Analysis of Artificial Intelligence Applied in Virtual Learning Environments in Higher Education for Ecuador	2022	(Toapanta *et al.*, 2022)
A2	Acceptance of Educational Artificial Intelligence by Teachers and Its Relationship with Some Variables and Pedagogical Beliefs	2024	(Cabero-Almenara *et al.*, 2024)
A3	Enhancing EFL Higher Education through Fliki Videos: An Artificial Intelligence Implementation Approach	2025	(Cabrera-Solano *et al.*, 2025)
A4	Developing scientific entrepreneurship and complex thinking skills: creating narrative scripts using ChatGPT	2024	(George-Reyes *et al.*, 2024)
A5	Unveiling the core constructs: A statistical approach to evaluating user experience with Chatbots in higher education (A case study from a university in Ecuador)	2024	(Seraquive *et al.*, 2024)

N.°	Título	Año	Referencia
A6	Perceptions of Latin American Students on the Use of Artificial Intelligence in Higher Education	2024	(Ríos Hernández *et al.*, 2024)
A7	Preferences towards artificial intelligence in Ecuadorian university professors	2024	(Aparicio-Izurieta, 2024)
A8	Innovations in Introductory Programming Education: The Role of AI with Google Colab and Gemini	2024	(Llerena-Izquierdo *et al.*, 2024)
A9	On data protection regulations, big data and sledgehammers in Higher Education	2019	(García-Vélez *et al.*, 2019)
A10	Analysis of the implementation of artificial intelligence in the detection and prevention of academic plagiarism in a university environment	2024	(Tacuri *et al.*, 2024)

Resultados

P1: IA aplicada en la Educación Superior de Ecuador

En lo que respecta a la primera pregunta de investigación, en Ecuador la IA se ha implementado en diferentes niveles de estudio para prevenir y detectar plagio, empleando la herramienta Turnitin, que utiliza algoritmos de comparación textual y PLN, para garantizar la originalidad académica (Tacuri *et al.*, 2024). Estas tecnologías son adoptadas por las Instituciones de Educación Superior para mantener estándares de integridad, aunque su uso plantea desafíos éticos, como la interpretación adecuada de resultados y la privacidad de los datos. Además, se han integrado sistemas de tutoría inteligente (ITS), que personalizan el aprendizaje mediante recomendaciones basadas en el desempeño individual, adaptándose a diferentes estilos de aprendizaje (García-Vélez *et al.*, 2019).

Otra aplicación son los *chatbots* educativos, que brindan asistencia inmediata a estudiantes mediante respuestas automatizadas

y gestión de consultas frecuentes. Estas herramientas, analizadas bajo el Modelo de Aceptación Tecnológica (TAM), han demostrado mejorar la eficiencia en la comunicación entre alumnos y docentes. Sin embargo, su implementación requiere equilibrar la automatización con la interacción humana, para evitar la despersonalización en el proceso de aprendizaje. Plataformas como Fliki AI se utilizan para la enseñanza de inglés (EFL), al generar videos educativos interactivos que apoyan el aprendizaje (Cabrera-Solano *et al.*, 2025).

La adopción de IA generativa, como ChatGPT y Gemini —de Google Colab—, herramientas que han permitido crear contenidos para la enseñanza de programación, han impulsado el desarrollo de habilidades complejas, como el pensamiento crítico y el emprendimiento, empleando modelos pedagógicos como el i4C. Es importante mencionar que su uso requiere supervisión para evitar problemas de plagio, dependencia tecnológica o sesgos en la información generada. Se están explorando sistemas de predicción de rendimiento basados en algoritmos como el Multi-Layer Perceptron (MLP), que analizan datos históricos para identificar estudiantes en riesgo y generar procesos de seguimiento académico efectivos (García-Vélez *et al.*, 2019; Llerena-Izquierdo *et al.*, 2024; Seraquive *et al.*, 2024).

Asimismo, la IA es empleada en el proceso de seguimiento académico, bajo el enfoque de la analítica del aprendizaje (Learning Analytics) y los sistemas de recomendación curricular, que adaptan recursos educativos según las necesidades específicas de cada estudiante (Cabero-Almenara *et al.*, 2024). En la Tabla 3 se presenta un detalle de los principales hallazgos sobre tecnologías de IA y su uso en Educación Superior, destacando su integración al proceso de enseñanza y aprendizaje a través de la articulación de la tecnología con las teorías educativas, modelos y estrategias didácticas (Toapanta *et al.*, 2022).

Tabla 3. Uso de la IA en el proceso de enseñanza aprendizaje en Educación Superior de Ecuador

Tecnología de IA	Uso	Teoría/Modelo/ Estrategia	Referencia
Turnitin	Detección y prevención de plagio con retroalimentación formativa	Ética académica y honestidad intelectual	(Tacuri *et al.*, 2024)
Chatbots (Google Forms, EFA/CFA)	Asistencia virtual y comunicación personalizada en tiempo real	Modelo de Aceptación Tecnológica (TAM)	(Seraquive *et al.*, 2024)
Fliki AI	Aprendizaje interactivo de EFL a través de generación de videos para enseñanza de inglés	Aprendizaje adaptativo y multimodal	(Cabrera-Solano *et al.*, 2025)
ChatGPT	Aprendizaje basado en proyectos (ABP), a través de la generación de guiones narrativos para emprendimiento	Modelo i4C (Identificar, Idear, Inventar, Informar)	(George-Reyes *et al.*, 2024)
Gemini + Google Colab (GenAI)	Enseñanza de programación con IA generativa	Constructivismo en educación STEM	(Llerena-Izquierdo *et al.*, 2024)
Sistemas de tutoría inteligente	Personalización del aprendizaje	Teoría del aprendizaje autorregulado	(Ríos Hernández *et al.*, 2024)
MLP (Multi-Layer Perceptron)	Predicción de rendimiento académico	Learning Analytics	(García-Vélez *et al.*, 2019)
Modelos generativos de IA	Creación colaborativa de contenido interactivo	Teoría del aprendizaje social (Bandura)	(George-Reyes *et al.*, 2024)
Herramientas de evaluación automatizadas	Retroalimentación inmediata en tareas	Evaluación formativa continua	(Cabero-Almenara *et al.*, 2024)
Sistemas de recomendación basados en IA	Adaptación curricular dinámica	Diseño Universal para el Aprendizaje (DUA)	(Ríos Hernández *et al.*, 2024)

P2: Desafíos y limitaciones de la IA en la Educación Superior de Ecuador

Para el caso de la segunda pregunta de investigación, en la revisión de la literatura se identificó que hay una brecha de acceso y equidad en la implementación de tecnologías de IA, ya que existen limitantes en infraestructura tecnológica e inversión pública. Adicionalmente, IA generativas como Gemini o Fliki AI presentan barreras de adopción por su dependencia de conexiones estables a internet y dispositivos de gama media-alta en las aulas de clase (Llerena-Izquierdo *et al*., 2024). Esta situación afecta particularmente a poblaciones rurales y de bajos recursos, limitando el acceso equitativo a la IA. Se identificó que las plataformas utilizadas no están adaptadas a contextos multiculturales, con desempeño inferior en el procesamiento de contenidos en lenguas locales (Cabrera-Solano *et al.*, 2025).

Con respecto a la privacidad de datos, se evidencia la ausencia de protocolos para el manejo de datos sensibles de estudiantes, especialmente en sistemas predictivos, como MLP que analizan variables socioeconómicas. También se detectaron sesgos algorítmicos en herramientas de detección de plagio y *chatbots*, con un 25% de falsos positivos en trabajos con referencias culturales locales (García-Vélez *et al.*, 2019). Solo el 20% de las instituciones cuenta con comités éticos para supervisar estas tecnologías, evidenciando una grave falta de gobernanza de seguridad de la información. Las limitaciones técnicas y formativas emergen como otro desafío central (George-Reyes *et al.*, 2024). El 90% de las soluciones implementadas son desarrolladas fuera de Ecuador, con escasa adaptación a los sistemas educativos nacionales y entornos virtuales de aprendizaje como Moodle, mientras que el personal docente carece de capacitación para integrar la IA en su labor docente (Seraquive *et al.*, 2024).

Las investigaciones evidencian que se ha generado una disminución en habilidades de investigación con los estudiantes que utilizan IA generativa para realizar sus tareas. Para el caso de los sistemas de recomendación, al momento de su diseño e implementación, no se consideran saberes ancestrales (Tacuri *et al.*, 2024). En ese sentido, es pertinente desarrollar políticas públicas específicas y marcos de acción institucionales desde las Instituciones de Educación Superior, que garanticen el uso fiable y efectivo de la IA en el proceso de enseñanza y aprendizaje (Aparicio-Izurieta, 2024; Ríos Hernández *et al.*, 2024). En la Tabla 4 se presentan las consideraciones y propuestas éticas al implementar la IA en el proceso de enseñanza aprendizaje propuestas por los autores de los artículos revisados.

Tabla 4. Implementaciones de IA
en Educación Superior de Ecuador y sus implicaciones éticas

Uso principal de IA	Consideraciones éticas identificadas	Propuestas éticas de los autores	Referencias
Detección de similitudes textuales (Turnitin)	Privacidad de datos estudiantiles. Posibles falsos positivos en acusaciones de plagio	Transparencia en algoritmos. Capacitación docente para interpretar resultados	(Tacuri *et al.*, 2024)
Asistencia virtual automatizada	Reemplazo de interacciones humanas. Seguridad de datos personales	Diseño híbrido (IA + mentoría humana). Políticas claras de consentimiento informado	(Seraquive *et al.*, 2024)
Generación de videos educativos	Sesgos en contenido generado. Dependencia tecnológica	Auditorías periódicas de contenido	(Cabrera-Solano *et al.*, 2025)
Creación de guiones narrativos	Originalidad del trabajo estudiantil. Privacidad de *inputs* del usuario	Guías de uso crítico. Citar la IA como herramienta	(George-Reyes *et al.*, 2024)
Generación de código educativo	Plagio involuntario. Brecha de acceso a tecnología	Licencias educativas gratuitas	(Llerena-Izquierdo *et al.*, 2024)

Uso principal de IA	Consideraciones éticas identificadas	Propuestas éticas de los autores	Referencias
Tutorías inteligentes personalizadas	Discriminación algorítmica. Excesiva adaptación a ritmos individuales	Diversidad en datos de entrenamiento. Límites de personalización	(Ríos Hernández *et al.*, 2024)
Predicción de rendimiento (MLP)	Uso de datos sensibles. Personalización estudiantil	Anonimización de datos. Derecho a revisión humana de predicciones	(García-Vélez *et al.*, 2019)
Generación colaborativa de contenido	Autoría intelectual. Calidad de fuentes usadas por la IA	Protocolos de verificación humana	(George-Reyes *et al.*, 2024)
Evaluación automatizada	Despersonalización de la retroalimentación. Sesgos en rúbricas automatizadas	Combinar IA con evaluación formativa docente	(Cabero-Almenara *et al.*, 2024)
Sistemas de recomendación curricular	Homogeneización del aprendizaje	Participación docente en el diseño de IA	(Ríos Hernández *et al.*, 2024)

Limitaciones y trabajos futuros

Se identifican líneas prioritarias para la investigación futura sobre IA en la Educación Superior de Ecuador. Es necesario evaluar el impacto a largo plazo de herramientas como ChatGPT y Fliki AI, entre otras, en el desarrollo de habilidades de pensamiento crítico, redacción académica y comunicación efectiva, especialmente en el contexto de disciplinas humanísticas, de salud y científicas. Los hallazgos evidencian que es pertinente evaluar el impacto del uso de la IA en una estrategia didáctica; esto permitirá determinar el camino adecuado para una integración efectiva de la tecnología al proceso de aprendizaje, desarrollando modelos que promuevan el uso fiable de la IA.

Conclusión

Este estudio presenta una revisión sistemática de la literatura sobre el impacto de integrar la inteligencia artificial en los procesos

de enseñanza y aprendizaje en Educación Superior ecuatorianos. Destaca los enfoques recientes y tecnologías utilizadas, así como las consideraciones éticas; se evidencia que las investigaciones sobre IA se encuentran en fase exploratoria y existen pocas propuestas sobre la implementación de modelos propios de IA que permitan personalizar el aprendizaje, generar contenido interactivo y brindar asistencia a los estudiantes, considerando la diversidad cultural, lingüística y socioeconómica. De igual manera, las investigaciones consideran teorías y estrategias didácticas basadas en el constructivismo, conectivismo y cognitivismo al momento de aplicar la IA en el contexto educativo. Se sugiere en los estudios diseñar protocolos éticos, para la anonimización de datos, así como impulsar la investigación interdisciplinaria que evalúe el impacto social de estas tecnologías, con la finalidad de democratizar el conocimiento y elevar la calidad educativa.

Referencias

Aparicio-Izurieta, V. V. (2024). Preferences towards artificial intelligence in Ecuadorian university Professors. *Sapienza*, *5*(1). https://doi.org/10.51798/sijis.v5i1.730

Cabero-Almenara, J., Palacios-Rodríguez, A., Loaiza-Aguirre, M. I., y Rivas-Manzano, M. D. R. D. (2024). Acceptance of Educational Artificial Intelligence by Teachers and Its Relationship with Some Variables and Pedagogical Beliefs. *Education Sciences*, *14*(7). https://doi.org/10.3390/educsci14070740

Cabrera-Solano, P., Ochoa-Cueva, C., y Castillo-Cuesta, L. (2025). Enhancing EFL Higher Education through Fliki Videos: An Artificial Intelligence Implementation Approach. *World Journal of English Language*, *15*(1), 424–433. https://doi.org/10.5430/wjel.v15n1p424

García-Vélez, R. A., López-Nores, M., González-Fernández, G., Robles-Bykbaev, V. E., Wallace, M., Pazos-Arias, J. J., y Gil-Solla,

A. (2019). On data protection regulations, big data and sledgehammers in Higher Education. *Applied Sciences (Switzerland)*, *9*(15). https://doi.org/10.3390/app9153084

George-Reyes, C. E., Vilhunen, E., Avello-Martínez, R., y López-Caudana, E. (2024). Developing scientific entrepreneurship and complex thinking skills: creating narrative scripts using ChatGPT. *Frontiers in Education*, *9*. https://doi.org/10.3389/feduc.2024.1378564

Llerena-Izquierdo, J., Mendez-Reyes, J., Ayala-Carabajo, R., y Andrade-Martinez, C. (2024). Innovations in Introductory Programming Education: The Role of AI with Google Colab and Gemini. *Education Sciences*, *14*(12). https://doi.org/10.3390/educsci14121330

Ríos Hernández, I. N., Mateus, J. C., Rivera-Rogel, D., y Ávila Meléndez, L. R. (2024). Perceptions of Latin American Students on the Use of Artificial Intelligence in Higher Education. *Austral Comunicación*, *13*(1). https://doi.org/10.26422/aucom.2024.1301.rio

Seraquive, J. E. G., Álvarez-Muñoz, P., Palacios-Zamora, K., Gamboa, D. A. P., y Faytong-Haro, M. (2024). Unveiling the core constructs: A statistical approach to evaluating user experience with Chatbots in higher education (A case study from a university in Ecuador). *Journal of Infrastructure, Policy and Development*, *8*(10). https://doi.org/10.24294/jipd.v8i10.6381

Tacuri, J. C. T., Castillo, O. S. C., Soledispa, C. J. L., y Alvarado, V. D. L. (2024). Analysis of the implementation of artificial intelligence in the detection and prevention of academic plagiarism in a university environment. *Revista de Gestao Social e Ambiental*, *18*(8). https://doi.org/10.24857/rgsa.v18n8-072

Toapanta, S. M. T., Díaz, E. Z. G., Vizuete, O. M. Z., y Chávez, E. E. O. (2022). Analysis of Artificial Intelligence Applied in

Virtual Learning Environments in Higher Education for Ecuador. *Frontiers in Artificial Intelligence and Applications*, *363*, 436–443. https://doi.org/10.3233/FAIA220563

Preprocesamiento de datos en los sistemas de recomendación educativos: una revisión integral de literatura

Margarita Aucancela[1,2], Alfonso González-Briones[1], Pablo Chamoso[1]

Resumen

El mayor esfuerzo que demanda el desarrollo de un sistema de recomendación educativo se concentra en el preprocesamiento de datos. A través de este trabajo científico se pretende definir los métodos utilizados en el de los sistemas de recomendación educativos. Para ello, se utilizó la metodología de revisión integral seleccionando 54 artículos científicos procedentes de las bases de datos de SCOPUS y Web of Science. El preprocesamiento de datos de los sistemas de recomendación educativos demanda de dos actividades principales: la limpieza y la transformación de datos. Los nuevos métodos de limpieza de datos estructurados incluyen algoritmos como: Random Forest Regressor (RFR), la teoría de respuesta al ítem (IRT), el algoritmo del factor de valores atípicos local y el algoritmo de aprendizaje de refuerzo jerárquico. En la transformación se utilizaron algoritmos como: Autoencoders, PCA, ADL, t-SNE, UMAP, ICA, SVD, LDA y matriz de factorización no negativa. En la limpieza de datos no estructurados se eliminan palabras, símbolos especiales, signos de puntuación y espacios, mientras que en la transformación se convierte el texto a estructuras numéricas apropiadas para el análisis, se calcula la frecuencia de palabras, se cuenta

1 BISITE Research Group, Facultad de Ciencias, Universidad de Salamanca, Salamanca, España. alfonsogb@usal.es, chamoso@usal.es

2 Carrera de Medicina, Facultad de Salud Pública, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador. maucancela@espoch.edu.ec

el número de palabras, se convierte minúsculas a mayúsculas y se normaliza el texto. En el preprocesamiento de datos, además, se realizan análisis de datos para cumplir con los objetivos de desarrollo planteados por el sistema de recomendación.

Palabras Clave: algoritmos, datos estructurados, datos no estructurados, sistemas de recomendación, preprocesamiento de datos.

Introducción

Los sistemas de recomendación educativos utilizan algoritmos de aprendizaje automático para analizar patrones en los datos de los estudiantes y generar recomendaciones personalizadas (Li *et al.*, 2023). El desarrollo de los sistemas de recomendación educativos incluye una fase de preprocesamiento de datos (Fernández-García *et al.*, 2020). Este es uno de los pasos más cruciales en cualquier sistema de aprendizaje automático (Raschka *et al.*, 2022). Para Yanes *et al.* (2020), la mayor parte del esfuerzo de las investigaciones sobre aprendizaje automático aplicado consiste en preparar y formular los datos para que estén en un formato adecuado para los algoritmos de aprendizaje automático.

Una brecha significativa en el preprocesamiento de datos para los sistemas de recomendación educativos es la falta de enfoques estandarizados para garantizar la calidad y la consistencia de los datos. Los datos educativos a menudo provienen de diversas fuentes con distintos formatos y niveles de calidad. Por ello, a través de esta investigación, se pretende identificar los nuevos métodos para limpiar, normalizar e integrar datos educativos heterogéneos antes de introducirlos en algoritmos de recomendación.

El resto del artículo está estructurado de la siguiente manera: en la sección 2 se aborda la metodología utilizada; en la sección 3, los resultados; y en la sección 4 se tiene la discusión.

Metodología

Esta investigación utilizó como referencia la metodología de revisión integral (MSI), la cual combina los resultados de investigaciones cualitativas y cuantitativas (Crosseti, 2012). Propone los pasos observados en la Figura 1.

Figura 1. Pasos de la metodología de revisión integral (Valencia-Contrera, 2022)

El preprocesamiento incluye dos fases: limpieza y transformación de datos (López, 2022); de esta manera, se plantearon dos preguntas para esta revisión:

P1. ¿Cuáles son los nuevos métodos de limpieza de datos utilizados en los sistemas de recomendación educativos?

P2. ¿Cuáles son los nuevos métodos de transformación de datos utilizados en los sistemas de recomendación educativos?

En la etapa de táctica de búsqueda se formó una cadena con los siguientes términos: "(development process or data engineering)

AND (recommendation systems or recommender systems) AND (education) AND machine learning". Los criterios de elegibilidad se encuentran definidos en la Tabla 1.

Tabla 1. Criterios de inclusión, exclusión y validación

Criterios de inclusión	Criterios de exclusión	Criterios de validación
Artículos publicados a partir de 2018 hasta 2023 Artículos publicados en Web of Science (WoS) y SCOPUS Artículos publicados en inglés Artículos de acceso abierto	Artículos que no hayan sido retractados por la comunidad científica Artículos con un título claramente definido, debido a que las bases de datos científicas citan el libro de memorias de un congreso, mas no definen o citan un artículo específico, lo que dificulta su revisión	Artículos relacionados con los sistemas de recomendación, el machine learning y la educación

Una vez, definidos los criterios de elegibilidad se ejecutó la búsqueda; se obtuvieron 152 artículos, 129 artículos de la base de datos de WoS y 23 de la base de datos de SCOPUS. Después se aplicaron los criterios de inclusión, exclusión y validación y se tuvieron 54 artículos para la revisión final.

Resultados

Los sistemas de recomendación educativos preprocesan datos estructurados y no estructurados provenientes de fuentes heterogéneas. De esta manera, los métodos de limpieza y transformación difieren considerablemente en función de este criterio, demandando un alto nivel de conocimiento en el uso de los métodos apropiados para cada tipo de datos, así como el desarrollo de métodos más sofisticados para preprocesar la diversidad de datos.

P1. ¿Cuáles son los nuevos métodos de limpieza de datos utilizados en los sistemas de recomendación educativos?

La limpieza de datos es el proceso que elimina datos que no pertenecen a su conjunto; va de la mano con el análisis exploratorio de datos (EDA). Un EDA sirve para comprender la estructura y las características de los datos, formular hipótesis, guiar el proceso de preprocesamiento y validarlo; de esta manera, se asegura la calidad de los datos (Martín de Diego y Fernández, 2020). Utiliza varios métodos, como un análisis estadístico para identificar la estructura de los datos y sus características, un análisis de componentes principales, un análisis envolvente de datos, así como también algoritmos como Random Forest Regressor (RFR) para predecir con éxito los datos faltantes (Amin *et al.,* 2023), la teoría de respuesta al ítem (IRT) para la imputación de valores faltantes en la fase de entrenamiento (Pliakos *et al.*, 2019), el algoritmo del factor de valores atípicos locales (LOF) para detectar y eliminar los valores atípicos (Yan *et al.*, 2021), el algoritmo de aprendizaje de refuerzo jerárquico para eliminar los cursos ruidosos (Li *et al.*, 2023). Luego de realizar un EDA a los datos se emplean tareas de eliminación de datos, eliminación de características y exclusión o filtrado de datos. Cabe indicar que la eliminación de datos es a nivel de filas y la de características es a nivel de columnas. Por ejemplo, Yanes *et al.* (2020) eliminó las acciones que no se pueden aplicar (como "agregar más horas de crédito al curso") y las redundantes (Ezz y Elshenawy, 2020), por lo que eliminó los datos no válidos de 725 alumnos. Por su parte, Yan *et al.* (2021) eliminó las puntuaciones inferiores a 60. Wang *et al.* (2023) eliminó los comentarios de los usuarios si consideran que no cumplen. Embarak (2021), en cambio, eliminó todas las anomalías y NA. Para Xu y Deng (2023), la limpieza elimina los datos faltantes y el manejo de valores atípicos, los valores irrazonables.

La limpieza de datos no estructurados se enfoca en corregir errores o inconsistencias en los datos brutos y asegurar su calidad;

esto incluye eliminar palabras vacías, eliminar signos de puntuación, eliminar etiquetas, eliminar palabras, filtrar datos y eliminar variables, entre otras.

- Eliminar palabras vacías (Pardos *et al.*, 2019), (Samin y Azim, 2019), (Lazarevic *et al.*, 2022), (Althbiti *et al.*, 2021), (Ashrafi *et al.*, 2023), (Liu, 2022), (Yin *et al.*, 2021), (Baragash *et al.*, 2022)
- Eliminar signos de puntuación (Liu, 2022), (Lazarevic *et al.*, 2022)
- Eliminar etiquetas (Ashrafi *et al.*, 2023), (Li y Ye, 2020)
- Eliminar palabras (Pardos *et al.*, 2019), (Tomic *et al.*, 2023), (Samin y Azim, 2019), (Nicoll *et al.*, 2022), (Ashrafi *et al.*, 2023), (Baragash *et al.*, 2022)
- Filtrar datos (Wang *et al.*, 2023), (Samin y Azim, 2019), (Baragash *et al.*, 2022)
- Eliminar variables o características (Tian *et al.*, 2022), (Rathi y Deshpande, 2023)

El EDA para este tipo de datos incluye: el análisis factorial integral, que se utiliza para evaluar la calidad de cada corpus (Wang *et al.*, 2023); la frecuencia de palabras dentro de un corpus de texto, como la distribución de probabilidad (Jiang *et al.*, 2023); el análisis de conglomerados para identificar valores atípicos en el conjunto de datos del curso, estandarizar los vocabularios, poner en minúsculas las descripciones de los cursos, lematizar las descripciones de los cursos, eliminar palabras vacías y normalizar las descripciones (Althbiti *et al.*, 2021); la descomposición de valores singulares (SVD) y el análisis de componentes principales (PCA) para identificar factores latentes en el campo de la recuperación de información (Grota *et al.*, 2022)

P2. ¿Cuáles son los nuevos métodos de transformación de datos utilizados en los sistemas de recomendación educativos?

La transformación de datos se encarga de aplicar transformaciones y operaciones para convertir los datos en un formato adecuado para su análisis (Klettke y Störl, 2022); incluye el cambio de la estructura, formato o representación de los datos. La transformación en datos estructurados incluye las siguientes tareas:

- Selección de características (Dahdouh *et al.*, 2019), (Yanes *et al.*, 2020), (Ezz y Elshenawy, 2020), (Yan *et al.*, 2021), (Wang y Lv, 2022), (Wang *et al.*, 2023)
- Binarización de características (Nicoll *et al.*, 2022), (Ezz y Elshenawy, 2020), (Embarak, 2021)
- Codificación de características (Hussain *et al.*, 2019), (Ezz y Elshenawy, 2020), (Fernández-García *et al.*, 2020), (Li y Kim, 2021), (Volk *et al.*, 2020), (Ren *et al.*, 2019), (Singelmann *et al.*, 2019)
- Escalamiento de características (Fernández-García *et al.*, 2020), (Yan *et al.*, 2021)
- Estandarización de características (Ezz y Elshenawy, 2020)
- Normalización de características (Li y Ye, 2020), (Saxena *et al.*, 2023)
- Ingeniería de características (Fernández-García *et al.*, 2020), (Hussain *et al.*, 2019), (Dahdouh *et al.*, 2019), (Ezz y Elshenawy, 2020), (Yan *et al.*, 2021), (Volk *et al.*, 2020), (Kamila *et al.*, 2019), (Tibay *et al.*, 2019)
- Reducción de dimensiones (Pliakos *et al.*, 2019), (Yan *et al.*, 2021), (Fernández-García *et al.*, 2020), (Wang, 2022), (Amin *et al.*, 2023)
- Balanceo de datos (Fernández-García *et al.*, 2020), (Tomic *et al.*, 2023)
- Formato de datos (Xu y Deng, 2023), (Li *et al.*, 2023)

Con relación al tratamiento de datos categóricos y textuales, como ya se indicó, se utilizan técnicas propias del Procesamiento de Lenguaje Natural (NPL) como:

- Tokenización o segmentación de palabras (Althbiti *et al.*, 2021); (Ashrafi *et al.*, 2023); (Baragash *et al.*, 2022); (Diwan *et al.*, 2019); (Lazarevic *et al.*, 2022); (Samin y Azim, 2019), (Yin *et al.*, 2021), (Liu, 2022), (Tian *et al.*, 2022)
- División de oraciones (Nicoll *et al.*, 2022)
- Etiquetado de parte del discurso (POS) (Ashrafi *et al.*, 2023), (Nicoll *et al.*, 2022)
- Detección de idioma (Yin *et al.*, 2021)
- Normalización de texto (Althbiti *et al.*, 2021), (Ashrafi *et al.*, 2023)
- Análisis de dependencia (Nicoll *et al.*, 2022)
- Lematización (Damasceno *et al.*, 2022), (Althbiti *et al.*, 2021), (Diwan *et al.*, 2019), (Samin y Azim, 2019)
- Derivación (Baragash *et al.*, 2022), (Ashrafi *et al.*, 2023), (Althbiti *et al.*, 2021), (Lazarevic *et al.*, 2022), (Samin y Azim, 2019), (Pardos *et al.*, 2019)
- Generación de n-gramas (Baragash *et al.*, 2022), (Lazarevic *et al.*, 2022), (Nicoll *et al.*, 2022), (Samin y Azim, 2019), (Wang *et al.*, 2023)
- Reconocimiento de entidades (NER) (Nicoll *et al.*, 2022), (Ashrafi *et al.*, 2023)
- Vectorización por bolsa de palabras (BoW) (Pardos *et al.*, 2019)
- Vectorización por TF-IDF (Term Frequency-Inverse Document Frequency) (Bulathwela *et al.*, 2022), (Tian *et al.*, 2022), (Althbiti *et al.*, 2021), *(Ashrafi et al.*, 2023), (Damasceno *et al.*, 2022), (Baragash *et al.*, 2022), (Shou *et al.*, 2023)

- Vectorización por Word Embeddings: Word2Vec, Course2Vec, GloVe, skip-gram (Pardos *et al.*, 2019), (Diwan *et al.*, 2019), (Lazarevic *et al.*, 2022), (Damasceno *et al.*, 2022), (Ling y Shan, 2022), (Morozevich *et al.*, 2022)
- Vectorización por modelos preentrenados BERT y GPT(Ashrafi *et al.*, 2023)

Discusión

El objetivo principal de este trabajo fue identificar los nuevos métodos utilizados en el preprocesamiento de datos educativos heterogéneos antes de introducirlos en algoritmos de recomendación. Así, una adecuada limpieza de datos incide en el ahorro de tiempo y simplifica el desarrollo de los sistemas de recomendación.

Este trabajo, a diferencia de otras revisiones sistemáticas de literatura, pretende sintetizar y evaluar críticamente los enfoques existentes para el aseguramiento de la calidad de los datos y la estandarización en los procesos de preprocesamiento para los sistemas de recomendación educativa; se identifican los métodos utilizados para llevar a cabo el preprocesamiento de datos de los sistemas de recomendación educativos y las áreas para futuras investigaciones para mejorar la confiabilidad y la eficacia de estos sistemas en diversos contextos educativos.

Las futuras investigaciones se pueden enfocar en el uso de la ciencia de la decisión, la investigación operativa en el desarrollo de los sistemas de recomendación. Otra aplicación está en profundizar en los algoritmos de la computación evolutiva.

Referencias

Althbiti, A., Algarni, S., Alghamdi, T., y Ma, X. (2021). A personalized academic advisory recommender system (PAARS):

A case study. *Proceedings - 2021 4th International Conference on Information and Computer Technologies, ICICT 2021*, 270-278. https://doi.org/10.1109/ICICT52872.2021.00051

Ashrafi, S., Majidi, B., Akhtarkavan, E., y Hajiagha, S. H. R. (2023). Efficient Resume-Based Re-Education for Career Recommendation in Rapidly Evolving Job Markets. *IEEE Access*, *11*, 124350-124367. https://doi.org/10.1109/ACCESS.2023.3329576

Baragash, R. S., Aldowah, H., y Umar, I. N. (2022). Students' Perceptions of e-learning in Malaysian Universities: Sentiment Analysis Based Machine Learning Approach. *Journal of Information Technology Education: Research*, *21*, 439-463. https://doi.org/10.28945/5024

Bulathwela, S., Pérez-Ortiz, M., Yilmaz, E., y Shawe-Taylor, J. (2022). Power to the Learner: Towards Human-Intuitive and Integrative Recommendations with Open Educational Resources. *Sustainability (Switzerland)*, *14*(18). https://doi.org/10.3390/su141811682

Dahdouh, K., Dakkak, A., Oughdir, L., e Ibriz, A. (2019). Large-scale e-learning recommender system based on Spark and Hadoop. *Journal of Big Data*, *6*(1). https://doi.org/10.1186/s40537-019-0169-4

Damasceno, A. R. P., Carneiro, L. C., De Sampaio, J. V. F. T., Dantas, A. B. O., Magalhães, E., Maia, P. H. M., y Oliveira, F. C. M. B. (2022). A Recommendation System Framework for Educational Content Reinforcement in Virtual Learning Environments. *International Conference on Computer Supported Education, CSEDU - Proceedings*, *1*, 228-235. https://doi.org/10.5220/0011032000003182

Diwan, C., Srinivasa, S., y Ram, P. (2019). Automatic Generation of Coherent Learning Pathways for Open Educational Resources. *Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture*

Notes in Bioinformatics), *11722 LNCS*, 321-334. https://doi.org/10.1007/978-3-030-29736-7_24

Embarak, O. (2021). Towards an Adaptive Education through a Machine Learning Recommendation System. *3rd International Conference on Artificial Intelligence in Information and Communication, ICAIIC 2021*, 187-192. https://doi.org/10.1109/ICAIIC51459.2021.9415211

Ezz, M., y Elshenawy, A. (2020). Adaptive recommendation system using machine learning Algorithms for predicting student's best academic program. *Education and Information Technologies*, *25*(4), 2733-2746. https://doi.org/10.1007/s10639-019-10049-7

Fernández-García, A. J., Rodríguez-Echeverría, R., Preciado, J. C., Conejero Manzano, J. M., y Sánchez-Figueroa, F. (2020). Creating a recommender system to support higher education students in the subject enrollment decision. *IEEE Access*, *8*, 189069-189088. https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.3031572

Grota, A., Erritali, M., y Abdelali, E. (2022). Deep Learning Model for Educational Recommender Systems. *Lecture Notes in Business Information Processing*, *449 LNBIP*, 107-121. https://doi.org/10.1007/978-3-031-06458-6_9

Hussain, S., Muhsin, Z. F., Salal, Y. K., Theodorou, P., Kurtoğlu, F., y Hazarika, G. C. (2019). Prediction model on student performance based on internal assessment using deep learning. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, *14*(8), 4-22. https://doi.org/10.3991/ijet.v14i08.10001

Jiang, X., Bai, L., Yan, X., y Wang, Y. (2023). LDA-based online intelligent courses recommendation system. *Evolutionary Intelligence*, *16*(5), 1619-1625. https://doi.org/10.1007/s12065-022-00810-2

Klettke, M., y Störl, U. (2022). Four Generations in Data Engineering for Data Science. *Datenbank-Spektrum*, *22*(1), 59-66. https://doi.org/10.1007/s13222-021-00399-3

Lazarevic, S., Zuvela, T., Djordjevic, S., Sladojevic, S., y Arsenovic, M. (2022). Machine learning driven course recommendation system. *2022 21st International Symposium Infoteh-Jahorina, Infoteh 2022 - Proceedings*, *March*, 1-5. https://doi.org/10.1109/INFOTEH53737.2022.9751282

Li, D., Miao, S., Zhao, B., Zhou, Y., Feng, D., Zhao, J., y Niu, X. (2023). ConvHiA: convolutional network with hierarchical attention for knowledge graph multi-hop reasoning. *International Journal of Machine Learning and Cybernetics*, *14*(7), 2301-2315. https://doi.org/10.1007/s13042-022-01764-8

Li, J., y Ye, Z. (2020). Course Recommendations in Online Education Based on Collaborative Filtering Recommendation Algorithm. *Complexity*, *2020*. https://doi.org/10.1155/2020/6619249

Li, Q., y Kim, J. (2021). A deep learning-based course recommender system for sustainable development in education. *Applied Sciences (Switzerland)*, *11*(19). https://doi.org/10.3390/app11198993

Li, Y., Xiong, H., Kong, L., Zhang, R., Dou, D., y Chen, G. (2023). Meta Hierarchical Reinforced Learning to Rank for Recommendation: A Comprehensive Study in MOOCs. *Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, *13718 LNAI*, 302-317. https://doi.org/10.1007/978-3-031-26422-1_19

Ling, Y., y Shan, Z. (2022). Knowledge Concept Recommender Based on Structure Enhanced Interaction Graph Neural Network. *Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, *13368 LNAI*, 173-186. https://doi.org/10.1007/978-3-031-10983-6_14

Liu, Y. (2022). Application Optimization of University Aesthetic Education Resources Based on Few-Shot Learning from the Perspective of Ecological Aesthetic Education. *Computational Intelligence and Neuroscience*, *2022*. https://doi.org/10.1155/2022/4248778

López, F. J. T. (2022). *Ciencia de los datos con Python*. Ecoe Ediciones.

Martín de Diego, I. y Fernández, A. (2020). *Ciencia de datos para la ciberseguridad*. Ra-Ma Editorial.

MGO Crosseti. (2012). *Revisión Integrativa de la Investigación en Enfermería, el rigor científico que se le exige*.

Morozevich, E. S., Korotkikh, V. S., y Kuznetsova, Y. A. (2022). The development of a model for a personalized learning path using machine learning methods. *Business Informatics*, *16*(2), 21-35. https://doi.org/10.17323/2587-814X.2022.2.21.35

Nicoll, S., Douglas, K., y Brinton, C. (2022). Giving Feedback on Feedback: An Assessment of Grader Feedback Construction on Student Performance. *ACM International Conference Proceeding Series*, 239-249. https://doi.org/10.1145/3506860.3506897

Pardos, Z. A., Fan, Z., y Jiang, W. (2019). Connectionist recommendation in the wild: On the utility and scrutability of neural networks for personalized course guidance. *User Modeling and User-Adapted Interaction*, *29*(2), 487-525. https://doi.org/10.1007/s11257-019-09218-7

Rathi, S. R., y Deshpande, Y. D. (2023). Course complexity in engineering education using E-learner's affective-state prediction. *Kybernetes*, *52*(9), 3197-3222. https://doi.org/10.1108/K-09-2021-0806

Ren, Z., Ning, X., Lan, A. S., y Rangwala, H. (2019). Grade prediction with neural collaborative filtering. *Proceedings - 2019*

IEEE International Conference on Data Science and Advanced Analytics, DSAA 2019, 1-10. https://doi.org/10.1109/DSAA.2019.00014

Samin, H., y Azim, T. (2019). Knowledge Based Recommender System for Academia Using Machine Learning: A Case Study on Higher Education Landscape of Pakistan. *IEEE Access*, *7*, 67081-67093. https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2912012

Saxena, N. K., Chauhan, B. K., Gouri, S., Kumar, A., y Gupta, A. (2023). Knowledge-Based Recommendation for Subject Allocation Using Artificial Neural Network in Higher Education. *IEEE Transactions on Education*, *66*(5), 500-508. https://doi.org/10.1109/TE.2023.3296315

Shou, Z., Shi, Z., Wen, H., Liu, J., y Zhang, H. (2023). Learning Peer Recommendation Based on Weighted Heterogeneous Information Networks on Online Learning Platforms. *Electronics (Switzerland)*, *12*(9). https://doi.org/10.3390/electronics12092051

Singelmann, L., Swartz, E., Pearson, M., Striker, R., y Alvarez Vazquez, E. (2019). *Design and Development of a Machine Learning Tool for an Innovation-Based Learning MOOC*. 2019 IEEE Learning With MOOCS (LWMOOCS).

Tian, Y., Sun, Y., Zhang, L., y Qi, W. (2022). Research on MOOC Teaching Mode in Higher Education Based on Deep Learning. *Computational Intelligence and Neuroscience*, *2022*. https://doi.org/10.1155/2022/8031602

Tomic, B., Kijevcanin, A., Sevarac, Z., y Jovanovic, J. M. (2023). An AI-based Approach for Grading Students' Collaboration. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, *16*(3), 292-305. https://doi.org/10.1109/TLT.2022.3225432

Valencia-Contrera, M. A. (2022). Escala de evaluación de artículos con metodologías heterogéneas para revisiones integrativas. *Revista Cuidarte*, *13*(2). https://doi.org/10.15649/cuidarte.2744

Volk, N., Rojas, G., y Vitali, M. (2020). *UniNet: Next Term Course Recommendation using Deep Learning*.

Wang, L. (2022). Collaborative Filtering Recommendation of Music MOOC Resources Based on Spark Architecture. *Computational Intelligence and Neuroscience*, *2022*. https://doi.org/10.1155/2022/2117081

Wang, M., Chau, H., Thaker, K., Brusilovsky, P., y He, D. (2023). Knowledge Annotation for Intelligent Textbooks. *Technology, Knowledge and Learning*, *28*(1), 1-22. https://doi.org/10.1007/s10758-021-09544-z

Wang, M., y Lv, Z. (2022). Construction of personalized learning and knowledge system of chemistry specialty via the internet of things and clustering algorithm. *Journal of Supercomputing*, *78*(8), 10997-11014. https://doi.org/10.1007/s11227-022-04315-8

Wang, Q., Xiong, A., y Zhu, H. (2023). Design and Application of Online Courses under the Threshold of Smart Innovation Education. *IJACSA International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, *14*(6). https://doi.org/10.14569/IJACSA.2023.0140696

Xu, Q., y Deng, H. (2023). Research on education management system based on machine learning and multidimensional data modeling. *Applied Mathematics and Nonlinear Sciences*. https://doi.org/10.2478/amns.2023.1.00072

Yan, L., Yin, C., Chen, H., Rong, W., Xiong, Z., y David, B. (2021). Learning Resource Recommendation in E-Learning Systems Based on Online Learning Style. *Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, *12817 LNAI*, 373-385. https://doi.org/10.1007/978-3-030-82153-1_31

Yanes, N., Mostafa, A. M., Ezz, M., y Almuayqil, S. N. (2020). A machine learning-based recommender system for improving

students learning experiences. *IEEE Access*, *8*, 201218-201235. https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.3036336

Yin, H., Wu, H., y Tsai, S. B. (2021). Innovative Research on the Construction of Learner's Emotional Cognitive Model in E-Learning by Big Data Analysis. *Mathematical Problems in Engineering*, *2021*. https://doi.org/10.1155/2021/1460172

Innovación sostenible: sistema fotovoltaico de respaldo para una central hidroeléctrica en Ecuador

Juan Segura[1], Andrés Rubio-Proaño[2, 3], Edison Zambrano[1], Gary Chanataxi[1]

Resumen

La central hidroeléctrica El Estado, operada por Elepco S. A., en el cantón Pujilí, ha presentado cortes frecuentes de energía (15 al mes, totalizando 42.4 horas sin servicio). De estos, 7 cortes (4.65 horas) se deben a fallas en el Sistema Nacional Interconectado (SNI). Para mitigar estos problemas, se propone un sistema de respaldo con energía solar, que cubriría una demanda de 31.7 kW. Usando la metodología de ponderación de Holmes, se determinó que la energía solar es la mejor opción. El sistema reduciría las interrupciones en un 48% y su duración en un 11%, con una autonomía de 2 horas, eficiencia del 75% y un aprovechamiento del 93.48%, por un costo estimado de USD 206 617.92.

Palabras clave: sistema fotovoltaico, energías renovables, sistema de respaldo.

1 Ingeniería Industrial, Facultad de Ingenierías, Universidad Tecnológica Indoamérica, Quito, Ecuador. juansegura@uti.edu.ec, ezambrano16@indoamerica.edu.ec, gchanataxi @indoamerica.edu.ec

2 Centro de investigación en Mecatrónica y Sistemas Interactivos (MIST), Universidad Tecnológica Indoamérica, Quito, Ecuador. arubio5@indoamerica.edu.ec

3 Ingeniería en Tecnologías de la Información, Facultad de Ingenierías, Universidad Tecnológica Indoamérica, Quito, Ecuador.

Introducción

La energía eléctrica es el motor que impulsa las actividades productivas, sociales y educativas de las sociedades contemporáneas. La garantía de un suministro continuo y confiable no solo determina la calidad de vida de la población, sino que también condiciona el desarrollo económico de regiones enteras (Li *et al.*, 2019). No obstante, a pesar de los avances tecnológicos, muchas zonas rurales y periurbanas continúan enfrentando interrupciones frecuentes en el suministro, exponiendo la fragilidad de los sistemas de distribución actuales.

En respuesta a esta problemática, las energías renovables han adquirido un protagonismo creciente, consolidándose como una alternativa viable para diversificar la matriz energética y fortalecer la resiliencia del sistema (Lu *et al.*, 2019). Dentro de este espectro, la energía solar fotovoltaica destaca por su disponibilidad, su carácter modular y su constante reducción de costos, situándose como una de las tecnologías más prometedoras para garantizar el acceso equitativo a la energía (IRENA, 2021).

Ecuador ha realizado importantes avances en la generación hidroeléctrica, logrando que más del 90% de su producción provenga de fuentes renovables (Hernández *et al.*, 2019). Sin embargo, la dependencia casi exclusiva del Sistema Nacional Interconectado (SNI) ha dejado expuestas a ciertas localidades a interrupciones prolongadas causadas por fallas externas, como es el caso de la central hidroeléctrica El Estado en la provincia de Cotopaxi (Elepco S. A., 2021).

Tabla 1. Participación de la generación hidroeléctrica en Ecuador y consumo en Cotopaxi

Indicador	Valor 2021
Porcentaje energía hidroeléctrica nacional	78.5%
Consumo energético provincia Cotopaxi	2.02%
Producción central El Estado sobre total Elepco	15.8%

Frente a este escenario, surge la necesidad de diseñar sistemas de respaldo que permitan la operación autónoma de las plantas generadoras, incluso ante desconexiones de la red principal. La propuesta de este capítulo radica en aprovechar el potencial solar de la región para implementar una solución de energía fotovoltaica con almacenamiento, que garantice la continuidad del servicio y promueva un modelo energético más sostenible.

Este capítulo se estructura de la siguiente manera: en primer lugar, el marco teórico presenta los conceptos esenciales sobre energías renovables, sistemas de respaldo y tecnología solar; luego, en la metodología, se detalla el proceso de diseño y selección tecnológica; posteriormente, los resultados exponen los dimensionamientos, simulaciones y costos asociados; finalmente, la discusión y conclusiones analizan los beneficios esperados y las recomendaciones para futuras implementaciones.

Marco teórico

La humanidad enfrenta actualmente el reto de asegurar un acceso sostenible a la energía sin comprometer el medio ambiente ni agotar los recursos naturales. En este contexto, las energías renovables no solo representan una alternativa tecnológica viable, sino también una necesidad urgente para construir sociedades resilientes, equitativas y sostenibles. Comprender sus fundamentos, beneficios y aplicaciones en contextos locales resulta clave para diseñar soluciones energéticas eficaces.

Las fuentes renovables como la solar, eólica, hidroeléctrica, biomasa y geotérmica han ganado protagonismo a nivel global debido a su capacidad para reducir las emisiones contaminantes, según estudios de Li *et al.* (2019). En América Latina, la energía hidroeléctrica ha sido ampliamente adoptada y en Ecuador representa más del 90% de la generación eléctrica nacional (Hernández *et al.,* 2019), lo cual contribuye significativamente a la reducción de la huella de carbono y a la independencia energética.

Sin embargo, la infraestructura energética del país aún presenta desafíos, especialmente en zonas rurales. En el caso de la provincia de Cotopaxi, la Empresa Eléctrica Provincial ha reportado frecuentes desconexiones debido a debilidades en la red de transmisión del Sistema Nacional Interconectado (SNI), lo que afecta la continuidad y calidad del suministro eléctrico.

Para enfrentar esta problemática, se considera necesario el uso de sistemas de respaldo energético, tradicionalmente basados en combustibles fósiles. No obstante, las preocupaciones medioambientales y los avances tecnológicos han impulsado el desarrollo de sistemas de respaldo alimentados por energías renovables (Kalaivani *et al.*, 2019). Entre estas opciones, la energía solar fotovoltaica destaca por su abundancia, disponibilidad geográfica y reducción de costos: la Agencia Internacional de Energías Renovables (IRENA, 2021) señala una caída de más del 80% en su costo de generación durante la última década.

La eficiencia de los sistemas solares fotovoltaicos depende de factores como la radiación solar, la temperatura ambiente y las características técnicas de los paneles y de las baterías. Según Kiprakis y Jenkins (2019), para asegurar una generación estable y continua, es fundamental dimensionar adecuadamente tanto el campo solar como el sistema de almacenamiento, teniendo en cuenta la variabilidad diaria y estacional.

La selección de la tecnología más apropiada para sistemas de respaldo debe basarse en análisis objetivos. En este caso, se aplicó la metodología de ponderación de Holmes, que evalúa factores como madurez tecnológica, adecuación al entorno, costos y pertinencia. Los resultados indicaron que la energía solar es la mejor alternativa, destacándose por su alta adaptabilidad, bajo costo de operación y mantenimiento, así como por su bajo impacto ambiental.

Un componente esencial de estos sistemas es el almacenamiento mediante baterías, ya que garantiza la autonomía energética durante los periodos de interrupción. Zhang *et al.* (2020) enfatizan

que estos sistemas deben diseñarse con capacidad suficiente para soportar las cargas críticas por el tiempo necesario.

La continuidad del suministro eléctrico en zonas rurales no solo es importante desde el punto de vista técnico, sino también social y económico. Según Naciones Unidas (2015), el acceso confiable a energía forma parte del Objetivo de Desarrollo Sostenible 7, que promueve una energía asequible, segura y no contaminante para todos. Por tanto, implementar un sistema de respaldo fotovoltaico en la central hidroeléctrica El Estado no solo mejorará la calidad del servicio, sino que contribuirá a la sostenibilidad ambiental y al desarrollo equitativo de la región.

Tabla 2. Matriz de ponderación de alternativas energéticas (representará un cuadro comparativo detallando el puntaje de cada fuente: solar, eólica, hidroeléctrica, biomasa y geotérmica)

Alternativas	Desarrollo de la ciencia y tecnología	Ubicación geográfica	Costo de implementación	Aspectos específicos del sector	Peso final
Solar	0.03	0.12	0.17	0.06	0.37
Eólica	0.02	0.00	0.10	0.03	0.15
Geotérmica	0.00	0.05	0.04	0.02	0.11
Hidroeéctrica	0.03	0.12	0.10	0.06	0.31
Biomasa	0.00	0.05	0.00	0.01	0.06
Total	0.08	0.33	0.42	0.17	1.00

En síntesis, la transición hacia sistemas de respaldo energético basados en tecnología solar se fundamenta en su sostenibilidad, eficiencia y viabilidad económica. La revisión de literatura permite afirmar que la implementación de este tipo de soluciones, particularmente en regiones rurales como Cotopaxi, no solo atiende a una necesidad técnica, sino también responde a un imperativo ambiental y social. Estos antecedentes teóricos robustecen la pertinencia de la propuesta de investigación desarrollada en el presente capítulo.

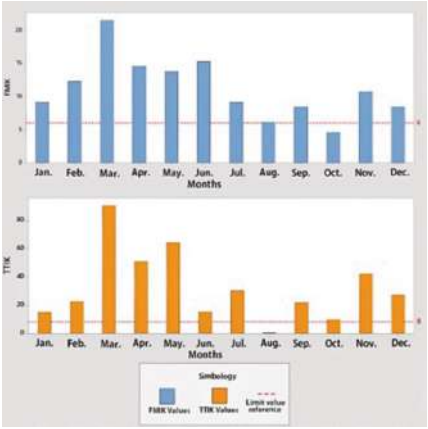
Metodología

Las energías renovables aplicadas a contextos rurales exigen una metodología adecuada que no solo debe garantizar la validez técnica de las soluciones propuestas, sino también su viabilidad operativa y su adaptabilidad al entorno específico. Es, por tanto, imprescindible una estrategia de trabajo que articule de manera coherente la recolección de datos, el análisis de alternativas, el diseño de sistemas y la validación de resultados.

Con esta perspectiva, la metodología de la presente investigación se ha organizado en etapas sucesivas: caracterización inicial de la central hidroeléctrica, evaluación de alternativas energéticas mediante criterios multicriterio, diseño técnico del sistema fotovoltaico de respaldo, y análisis de recursos y factores contextuales que influyen en la factibilidad del proyecto.

La primera actividad consistió en el levantamiento de información primaria sobre las condiciones operativas de la central hidroeléctrica El Estado. Para ello se realizaron visitas técnicas, entrevistas con el personal de operación y revisión de registros históricos de generación y desconexiones reportadas por Elepco S. A.

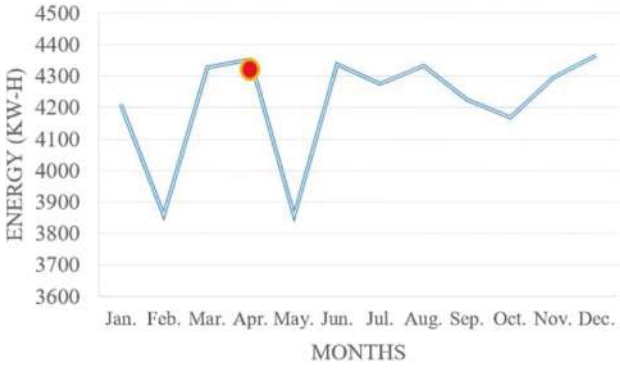
Figura 1. Esquema del levantamiento de información primaria



Posteriormente, se llevó a cabo un análisis de alternativas de energía renovable aplicables al contexto geográfico de Cotopaxi. Se desarrolló la metodología de ponderación de Holmes para comparar cinco alternativas (solar, eólica, hidroeléctrica, biomasa, geotérmica). El resultado se presenta en la Tabla 2.

En la tercera etapa, se procedió al diseño del sistema de respaldo fotovoltaico. Utilizando la herramienta Solargis para analizar el potencial solar del sitio, se determinaron los requerimientos de energía diaria, la cantidad de paneles fotovoltaicos necesarios y la capacidad del banco de baterías.

Figura 2. Esquema de cálculo de dimensionamiento del sistema



Durante todo el proceso, los principales actores —técnicos de planta, ingenieros de campo e investigadores universitarios— participaron activamente aportando información, validando supuestos y discutiendo alternativas de diseño.

Como métodos empleados se utilizaron: análisis documental, entrevistas semiestructuradas, evaluación multicriterio, cálculo ingenieril y simulación energética.

Los recursos involucrados incluyeron bases de datos de radiación solar, softwares de simulación (Solargis), información técnica de Elepco S.A. y asistencia de expertos en energías renovables.

Respecto a los factores contextuales, la disponibilidad de irradiación solar, el interés institucional de Elepco S. A. y la cooperación interinstitucional fueron factores facilitadores, mientras que la falta de planos actualizados y las limitaciones presupuestarias constituyeron desafíos relevantes.

En síntesis, la metodología implementada combinó la recolección rigurosa de información de campo, la aplicación de criterios de selección cuantitativos y el diseño técnico fundamentado en normativas internacionales. Esta estrategia permitió definir un sistema de respaldo energético viable, contextualizado y alineado a los principios de sostenibilidad que rigen la transición energética global.

Resultados

Los resultados se presentan en esta sección de la siguiente manera: caracterización energética inicial, resultados del análisis de alternativas, diseño del sistema fotovoltaico, y evaluación del impacto esperado tras la implementación.

Caracterización energética de la central El Estado

El levantamiento de datos realizado en la planta hidroeléctrica El Estado reveló una demanda promedio diaria de 145.07 kWh durante los meses de mayor consumo, con una potencia activa requerida de 31.7 kW. Estos valores son consistentes con la literatura, que destaca el uso de energía hidroeléctrica a pequeña escala como una solución efectiva para comunidades rurales (Hernández *et al.*, 2019).

La frecuencia de interrupciones por desconexiones del SNI alcanzó un promedio de 84 eventos anuales, superando los límites establecidos por la regulación nacional (ARCERNNR, 2021). Este hallazgo reafirma la necesidad de implementar un sistema de respaldo que garantice la continuidad del servicio.

Resultados del análisis de alternativas energéticas

La aplicación de la metodología de Holmes arrojó como resultado que la energía solar fotovoltaica obtuvo la mayor puntuación (0.37), superando a otras alternativas como la hidroeléctrica de respaldo (0.31) y la eólica (0.15) (Tabla 2).

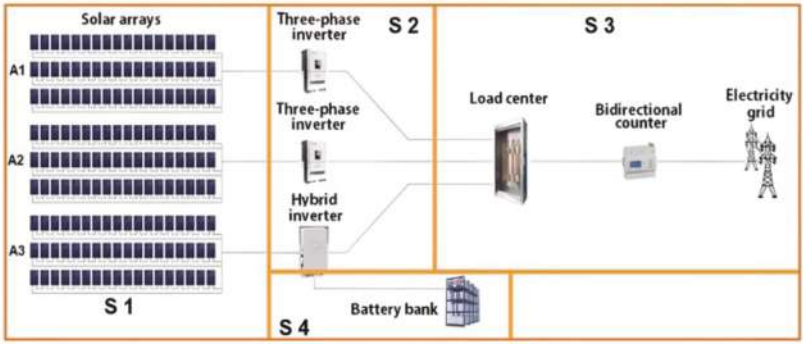
Dicho resultado coincide con las tendencias reportadas por la International Renewable Energy Agency (IRENA, 2021); señala la caída sostenida de los costos de los sistemas fotovoltaicos y su creciente competitividad a nivel global.

Diseño del sistema fotovoltaico de respaldo

El dimensionamiento realizado indica la necesidad de instalar 162 paneles solares de 370 W cada uno, configurados en tres arreglos. Se prevé una generación diaria de 193.43 kWh, suficiente para cubrir el consumo crítico identificado.

El banco de baterías se diseñó para garantizar una autonomía de dos horas en caso de desconexión total, con una capacidad acumulada de 7 700 Ah.

Figura 3. Esquema de dimensionamiento del sistema de respaldo



Evaluación del impacto esperado

Con la implementación del sistema fotovoltaico se estima una reducción del 48% en la frecuencia de interrupciones (FMIK) y del 11% en el tiempo total de interrupciones (TTIK), situándose dentro de los parámetros regulatorios. Adicionalmente, se proyecta un ahorro anual aproximado de USD 5 206.33 en costos de energía no suministrada, respaldando la sostenibilidad económica del proyecto.

Estos resultados permiten contrastar la propuesta con experiencias previas documentadas en la literatura (Rayd, 2018; Saborío, 2019); esto confirma la viabilidad técnica, económica y ambiental del sistema diseñado.

En conclusión, los resultados obtenidos validan el enfoque metodológico planteado y demuestran que la adopción de un sistema de respaldo fotovoltaico en la central hidroeléctrica El Estado no solo es factible, sino que además contribuye a la continuidad del servicio, la eficiencia energética y el cumplimiento de los objetivos de sostenibilidad planteados en la agenda nacional y global.

Discusión

La interpretación crítica de los resultados constituye un paso fundamental para validar la pertinencia de las soluciones propuestas y su posible replicabilidad en contextos similares. La discusión permite contrastar los hallazgos obtenidos con estudios previos, identificar similitudes y diferencias relevantes y aportar argumentos que robustezcan la validez de la propuesta metodológica implementada.

Esta sección se estructura en tres partes: análisis de la pertinencia del sistema de respaldo propuesto, comparación con estudios similares en la literatura, y reflexión sobre los factores contextuales que inciden en los resultados.

Análisis de la pertinencia del sistema fotovoltaico propuesto

Los resultados obtenidos muestran que el sistema de respaldo diseñado satisface plenamente las necesidades de continuidad operativa de la central hidroeléctrica El Estado. La capacidad de generación diaria y la autonomía del banco de baterías permiten cubrir los escenarios de desconexión detectados en el análisis de campo, alineándose con los planteamientos de Kiprakis y Jenkins (2019), quienes destacan la importancia de adaptar los sistemas de almacenamiento a los perfiles de carga específicos.

Figura 4. Comparación de energía generada vs. demanda crítica

Asimismo, la reducción proyectada en la frecuencia y duración de las interrupciones valida el enfoque metodológico utilizado; así, se respalda la hipótesis inicial de que un sistema fotovoltaico optimizado puede mejorar significativamente la calidad del suministro eléctrico (Zhang *et al.*, 2020).

Comparación con estudios similares

Comparado con el estudio de Rayd (2018) sobre alternativas energéticas para el Centro Histórico de Quito, el presente trabajo comparte la conclusión de que la energía solar fotovoltaica representa una de las opciones más viables en el contexto ecuatoriano, tanto por disponibilidad de recurso como por competitividad de costos.

Tabla 3. Comparación de criterios de selección de alternativas energéticas

Estudio	Principal energía seleccionada	Razones clave
Rayd (2018)	Solar fotovoltaica	Disponibilidad, costos, adaptabilidad
Estudio presente	Solar fotovoltaica	Radiación local alta, costos de inversión accesibles

A diferencia del estudio de Saborío (2019) en Costa Rica, donde se requerían sistemas de respaldo de mayor autonomía (hasta 12 horas) debido a condiciones climáticas adversas, en el presente caso, la autonomía de dos horas es suficiente, gracias a la menor duración promedio de las desconexiones en Cotopaxi (Elepco S. A., 2021).

También se observa coincidencia con IRENA (2021) respecto a la creciente competitividad económica de los sistemas solares, lo cual respalda la factibilidad financiera del proyecto planteado.

Factores contextuales que inciden en los resultados

Entre los factores que favorecieron al éxito del diseño destacan la alta disponibilidad de irradiación solar en la región (Solargis, 2023) y la colaboración activa de Elepco S. A., facilitando el acceso a información clave.

En contraste, limitaciones como la falta de planos actualizados y restricciones presupuestarias obligaron a priorizar tecnologías de probada eficiencia y disponibilidad en el mercado local, alineándose con las recomendaciones de Macías (2018) sobre el diseño de proyectos energéticos en entornos de recursos limitados.

En conclusión, se demuestra que el sistema de respaldo fotovoltaico propuesto es técnica y económicamente viable, responde adecuadamente a las necesidades detectadas y presenta una alta pertinencia contextual. Las similitudes y diferencias identificadas respecto a estudios previos enriquecen la comprensión del fenómeno y refuerzan la validez de la experiencia desarrollada.

Conclusión

A partir de este análisis, queda evidenciado que la transición hacia sistemas de respaldo energético basados en tecnología solar encuentra fundamentos sólidos en su sostenibilidad, eficiencia y viabilidad económica. La revisión de literatura confirma que este tipo de soluciones atiende simultáneamente a necesidades técnicas, sociales y ambientales, especialmente en regiones rurales como Cotopaxi.

El enfoque metodológico desarrollado, fundamentado en la recolección rigurosa de información, el análisis multicriterio y el diseño técnico normado, permitió definir un sistema energético de respaldo contextualizado y sostenible, adaptado a las particularidades del entorno. Los resultados obtenidos corroboran la hipótesis inicial; se demuestra que un sistema fotovoltaico correctamente dimensionado puede mejorar significativamente la continuidad del servicio eléctrico, optimizar la eficiencia energética y generar beneficios económicos a mediano plazo.

El contraste crítico con estudios similares refuerza la validez de la experiencia desarrollada, destacando la pertinencia del diseño propuesto frente a las condiciones específicas de la región. Las similitudes y diferencias identificadas enriquecen la comprensión del fenómeno y abren nuevas perspectivas para futuras implementaciones. En suma, el diseño e implementación de un sistema de respaldo solar en la central hidroeléctrica El Estado representa una solución técnica viable, económicamente atractiva y ambientalmente responsable; tiene potencial para ser replicada en otras instalaciones similares, contribuyendo de manera efectiva a los objetivos de transición energética y desarrollo sostenible.

Referencias

Elepco S. A. (2021). Balance energético 2021. *Empresa Eléctrica Provincial de Cotopaxi S. A.* https://elepcosa.com.ec/

Hernández, J. R., Vaca, E. I., y Lozada, M. R. (2019). Hydroelectricity development in Ecuador: Current status and future prospects. *Renewable and Sustainable Energy Reviews,* 102, 122–131. https://doi.org/10.1016/j.rser.2018.12.034

International Renewable Energy Agency (IRENA). (2021). Renewable Power Generation Costs in 2020. *IRENA*. https://www.irena.org/publications/2021/Jun/Renewable-Power-Costs-in-2020

Kalaivani, P. S., Radhakrishna, K. A., y Kannan, S. (2019). Solar Powered Intelligent Street Lighting System for Energy Efficiency. *IEEE Transactions on Smart Grid, 10*(2), 1420–1427. https://doi.org/10.1109/TSG.2017.2778422

Kiprakis, F. K., y Jenkins, N. (2019). Distributed Storage System Sizing for PV Power Systems Based on Voltage-Controlled Load Profiles. *IEEE Transactions on Sustainable Energy, 10*(4), 1602-1611. https://doi.org/10.1109/TSTE.2018.2879233

Li, M., Liu, Z., y Wang, L. (2019). Renewable energy: Status, prospects and suggestions. *Energy Procedia, 158*, 4079-4083. https://doi.org/10.1016/j.egypro.2019.01.752

Lu, K., Li, J., y Chen, X. (2019). A comprehensive review of green energy development in the world. *Renewable and Sustainable Energy Reviews, 107*, 12–20. https://doi.org/10.1016/j.rser.2019.02.016

Macías, M. (2018). *Análisis de alternativas energéticas para el servicio eléctrico del Centro Histórico de Quito y su incidencia en la eficiencia energética.* Universidad Indoamérica.

Rayd, M. (2018). *Análisis de las alternativas energéticas para el servicio eléctrico del Centro Histórico de Quito y su incidencia en la eficiencia energética.* Universidad Indoamérica.

Saborío, M. (2019). *Diseño de un sistema de respaldo energético con celdas fotovoltaicas para la reducción de la huella de carbono en la Planta Hidroeléctrica Platanar, San Carlos, Costa Rica*. Instituto Tecnológico de Costa Rica.

Solargis (2023). Datos meteorológicos y software para energía solar. *Solargis*. https://solargis.com/es

United Nations (2015). Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development. *United Nations*. https://sdgs.un.org/2030agenda

Zhang, X., Li, Y., y Gao, W. (2020). Battery Energy Storage System Sizing for Optimal Energy Management in Grid-Connected Photovoltaic Systems. *IEEE Transactions on Industrial Informatics, 16*(8), 5336–5345. https://doi.org/10.1109/TII.2019.2958253

Accesibilidad y usabilidad en aplicaciones móviles: un enfoque en usuarios con discapacidad visual

Ana Mercedes Montenegro-Rivera[1, 2], Juan Pablo López-Goyez[3], Carlos Andrés Obando-Villarreal[4]

Resumen

El artículo aborda la accesibilidad y usabilidad en aplicaciones móviles, con un enfoque en usuarios con discapacidad visual. El objetivo es proponer buenas prácticas para el diseño inclusivo de aplicaciones móviles para iOS. El enfoque es mixto, integrando una revisión sistemática de la literatura, aplicando encuestas a usuarios con discapacidad visual y entrevistas a desarrolladores especializados, además de la evaluación de una aplicación móvil para iOS, mediante rúbricas adaptadas y validadas por expertos, siguiendo estándares como WCAG y las Human Interface Guidelines de Apple. Los resultados evidencian desafíos relacionados con la accesibilidad en las aplicaciones móviles; sin embargo, se identifica que la aplicación evaluada cumple con alrededor del 90% de los criterios de accesibilidad y usabilidad analizados; destaca la compatibilidad con tecnologías de asistencia para mejorar la accesibilidad, la independencia y la calidad de vida de las personas con discapacidades como las visuales. El 100% de encuestados menciona que tiene problemas al interactuar con aplicaciones que tienen

1 Maestría en Ingeniería de Software, Universidad Politécnica Estatal del Carchi UPEC, Tulcán, Ecuador. ana.montenegro@upec.edu.ec

2 Carrera de Desarrollo de Software, Instituto Superior Tecnológico 17 de Julio, Urcuquí, Ecuador.

3 Carrera de Computación, Facultad de Industrias Agropecuarias y Ciencias Ambientales, Universidad Politécnica Estatal del Carchi, Tulcán, Carchi. juan.lopez@upec.edu.ec

4 iOS Developer, TALOV INC, Ibarra, Ecuador. andress.obando@gmail.com

tecnología de asistencia, por lo que han tenido que dejar de usar algunas. Se proponen buenas prácticas, que incluyen involucrar a usuarios con discapacidad visual desde las primeras etapas del desarrollo, integrar inteligencia artificial en el proceso de automatización y asegurar el cumplimiento de estándares técnicos, fomentando un entorno digital más inclusivo y accesible.

Palabras clave: accesibilidad, aplicación móvil, Apple, tecnología de asistencia, usabilidad.

Introducción

La accesibilidad y usabilidad de las aplicaciones móviles son aspectos cruciales en un mundo donde la tecnología se ha convertido en una parte integral de la vida cotidiana. Con el aumento en el uso de dispositivos móviles, es importante que estas herramientas sean diseñadas para ser inclusivas, permitiendo que todos los usuarios, especialmente aquellos con discapacidades visuales, puedan interactuar de manera efectiva y satisfactoria. La inclusión digital es un derecho y una necesidad en la sociedad actual, donde la tecnología juega un papel fundamental en la comunicación, el acceso a la información y la participación activa (Chen *et al.*, 2022; Di Gregorio *et al.*, 2022).

A pesar de los avances en el diseño inclusivo, muchas aplicaciones móviles siguen presentando barreras significativas que limitan el acceso equitativo. Los usuarios con discapacidades enfrentan desafíos comunes que pueden dificultar su experiencia —tales como la falta de descripciones adecuadas de elementos, un bajo contraste de texto, tamaños de objetivo táctil que no son apropiados e incompatibilidad de aplicaciones con tecnologías de asistencia, entre otras—. Estas barreras no solo afectan la usabilidad de las aplicaciones, sino que también pueden generar frustración y desmotivación en los usuarios, lo que resalta la urgente necesidad de realizar evaluaciones exhaustivas sobre la efectividad de estas herramientas en términos de accesibilidad y usabilidad (Yan y Ramachandran, 2019; Andrade *et al.*, 2024).

El diseño inclusivo presenta ciertos desafíos desde el contexto del desarrollo de software. Un factor común durante el proceso de desarrollo es que, por desconocimiento o por falta de conciencia social, los requisitos de usabilidad y la accesibilidad son poco considerados en las etapas del diseño. En este sentido, los equipos de desarrollo de software deben tomar en cuenta durante todo el ciclo del software tanto a las personas en condición de discapacidad como los estándares definidos por la W3C para la accesibilidad (Paniagua *et al.*, 2020).

El desarrollo de aplicaciones móviles inclusivas requiere un enfoque centrado en el usuario, como lo demuestra el caso de un desarrollador que, inspirado por experiencias personales y profesionales, decidió aplicar la tecnología para resolver problemas reales. Utilizó grupos focales con personas con discapacidades visuales para identificar necesidades específicas y diseñar funcionalidades efectivas mediante un proceso iterativo de prueba y error. Su experiencia resalta la importancia de escuchar directamente a los usuarios y de perseverar frente a desafíos técnicos, como la falta de conocimientos iniciales o la necesidad de cumplir con estrictos estándares de accesibilidad (C. Obando, comunicación personal, 10 de diciembre de 2024).

La presente investigación tiene como objetivo proponer buenas prácticas para el diseño inclusivo de aplicaciones móviles que utilizan los usuarios con discapacidades visuales, en términos de accesibilidad y usabilidad. Para esto, se realiza una exploración de las aplicaciones móviles para usuarios con discapacidad visual, con el fin identificar áreas de mejora en el diseño de aplicaciones móviles inclusivas. En este contexto, emerge la siguiente pregunta de investigación: ¿qué áreas de mejora presentan las aplicaciones móviles para usuarios con discapacidad visual en términos de accesibilidad y usabilidad?

Para alcanzar este objetivo, se propone una serie de objetivos específicos que incluyen la identificación de los obstáculos comunes que enfrentan los usuarios con discapacidades al interactuar con

aplicaciones móviles mediante una entrevista; el análisis del cumplimiento de las aplicaciones actuales con los estándares de accesibilidad y usabilidad, en este caso, mediante la evaluación de una aplicación móvil en el sistema operativo iOS de iPhone. Se considera el criterio y experiencia tanto de un experto en desarrollo inclusivo como de profesionales del área que realizan la evaluación mediante rúbricas.

Finalmente, con base en los hallazgos obtenidos se diseñan buenas prácticas para el diseño inclusivo en aplicaciones móviles. La contribución de esta investigación se basa en la propuesta de buenas prácticas para desarrollo inclusivo, que no solo servirán como guía para desarrolladores y diseñadores, sino que también contribuirán a crear un entorno digital más equitativo y accesible para todos los usuarios, independientemente de sus capacidades (Weichbroth, 2020; Newell *et al.*, 2011).

En esta investigación se consideran criterios de usabilidad para aplicaciones móviles, que se refieren a la facilidad con la que los usuarios pueden interactuar con una aplicación para lograr sus objetivos de manera efectiva y satisfactoria. Según la norma ISO 9241-11, la usabilidad se define a través de atributos como eficiencia, satisfacción y efectividad, que son esenciales para evaluar la calidad de la interacción del usuario (Weichbroth, 2020, 2024). Adicional, se considera el criterio de accesibilidad, que se usa para describir el grado hasta el cual un producto, dispositivo, servicio o ambiente está disponible para personas con diversas capacidades (Santana-Mansilla *et al.*, 2015).

Metodología

El presente estudio se llevó a cabo mediante una revisión sistemática de la literatura sobre los estándares de usabilidad y accesibilidad para interfaces gráficas en dispositivos móviles. Asimismo, se desarrolló la investigación de datos oficiales de la cantidad de personas con discapacidad visual en Ecuador.

La población de estudio se conformó por dos categorías: por un lado, usuarios que presentan un porcentaje de discapacidad visual, con la finalidad de obtener su percepción y entender las dificultades que enfrentan al usar aplicaciones móviles; por otro, desarrolladores, quienes permitieron identificar y validar elementos técnicos basados en estándares de accesibilidad y usabilidad de aplicaciones móviles. Esta combinación permitió obtener una visión integral de las prácticas de diseño inclusivo. El tipo de muestreo aplicado a esta población fue probabilístico no intencionado, debido a que se evalúan aplicaciones específicas y a un grupo de estudio determinado.

Se utilizó un enfoque mixto, combinando métodos cuantitativos y cualitativos, centrándose en aplicaciones móviles con modelos de IA embebidos dirigidas a personas con discapacidad visual. Como parte del proceso de investigación se realizó una entrevista a un desarrollador especializado en accesibilidad móvil, con la finalidad de recopilar directrices con base en su experiencia, que permitan analizar y mejorar la accesibilidad y usabilidad de aplicaciones móviles dirigidas a usuarios con discapacidades visuales; de esta manera, se contribuyó al diseño inclusivo. También se realizó una encuesta a usuarios con discapacidad visual, para recopilar datos sobre accesibilidad y usabilidad, así como para identificar problemas y sugerencias de mejora.

Se llevó a cabo la evaluación a una aplicación móvil para iOS que brinda soporte a personas con discapacidad visual. La accesibilidad se valoró a través del estándar WCAG (Web Content Accessibility Guidelines) y las Human Interface Guidelines de Apple, utilizando rúbricas adaptadas al grupo de estudio y validadas por juicio de expertos. La usabilidad a la aplicación móvil se valoró mediante una evaluación heurística utilizando el método de inspección visual, considerando los principios de efectividad, eficiencia y satisfacción del usuario.

Se aplicó la entrevista al desarrollador experto, la encuesta a los usuarios y evaluaciones a la aplicación móvil en el sistema

operativo iOS por parte de tres desarrolladores, considerando socialización y autorización del grupo de estudio a través de un consentimiento informado y manteniendo la confidencialidad en el tratamiento de datos e información obtenida. Finalmente, se diseñaron directrices bajo criterios de accesibilidad y usabilidad para desarrollar aplicaciones móviles orientadas a usuarios con discapacidad visual. Estas incluyen recomendaciones basadas en los estándares evaluados, los comentarios de los usuarios y las aportaciones obtenidas mediante la entrevista al experto. El detalle de la metodología empleada se presenta en la Figura 1.

Figura 1. Actividades para proceso investigación

Se utilizó Scrum como marco de trabajo, que se adaptó a las necesidades de la investigación mediante el Scrum Team que se presenta en la Tabla 1.

Tabla 1. Roles del Scrum Team

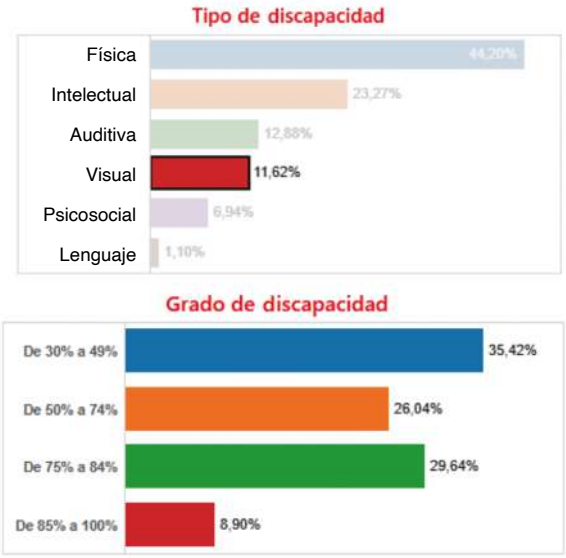
Rol	Integrantes
Scrum Master	Estudiante de maestría
Product Owner	Desarrollador app Apple
Developers	Tutor titulación, estudiante maestría
Stakeholders	Desarrolladores de software, usuarios con discapacidad visual.

Resultados

Personas con discapacidad visual en Ecuador

En Ecuador, según datos del Consejo Nacional para la Igualdad de Discapacidades (2023), el porcentaje de personas con discapacidad visual registradas es del 11.62%; están categorizadas por el grado de discapacidad, como se presenta en la Figura 2.

Figura 2. Registro de personas con discapacidad visual



Fuente: Consejo Nacional para la Igualdad de Discapacidades (2023)

Este indicador resalta la pertinencia de desarrollar aplicaciones móviles inclusivas para diferentes sistemas operativos, entre estos iOS, ya que el número de personas beneficiadas sería significativo. Además, muestra la importancia de fomentar un entorno digital que permita a todos los usuarios participar plenamente en la sociedad y ejercer sus derechos de manera equitativa, promoviendo la inclusión en el uso de la tecnología.

Obstáculos que enfrentan los usuarios con discapacidad visual

Se realizó una encuesta a tres personas con discapacidad visual con el objetivo de recopilar información sobre su experiencia al interactuar con aplicaciones en sus dispositivos móviles. Las personas encuestadas se encuentran en el rango de edades entre 31 a 46 años y utilizan dispositivos móviles con el sistema operativo Android y iOS. Los principales usos de las aplicaciones móviles por parte de los usuarios encuestados se centran en servicios de mensajería; sin embargo, el 100% de usuarios manifestó tener dificultades al usar aplicaciones móviles respecto a navegación, uso de lectores de pantalla con baja accesibilidad y texto demasiado pequeño o con bajo contraste. El 100% de encuestados menciona que tiene problemas al interactuar con aplicaciones que poseen tecnología de asistencia, por lo que han tenido que dejar de usar algunas. Los resultados de preguntas más relevantes para la presente investigación se detallan en la Tabla 2.

Tabla 2. Apreciaciones sobre aplicaciones móviles por personas con discapacidad visual

Pregunta	Respuesta 1	Respuesta 2	Respuesta 3
¿Qué mejoras sugeriría para las tecnologías de asistencia?	Que sean amigables, que entiendan mis necesidades de comunicación	Mejor interacción en lectura por voz	Letras grandes
¿Qué características de accesibilidad le gustaría ver en las aplicaciones móviles?	Que la app interactúe conmigo	Que entienda mensajes de lo cotidiano	Letras grandes
¿Qué mensaje le gustaría enviar a los desarrolladores de aplicaciones sobre la accesibilidad?	Que analicen mis necesidades al hacer estas aplicaciones	Que hagan aplicaciones que no sean lentas	Que entreguen información importante

En este sentido, se identificaron dificultades que enfrentan las personas con discapacidad visual al interactuar con aplicaciones móviles, como la satisfacción media con la accesibilidad en aplicaciones móviles que utilizan y que es difícil encontrar aplicaciones accesibles. De igual forma, proporcionan sugerencias a tomar en cuenta en el desarrollo de aplicaciones. Estas respuestas aportaron pautas para mejorar la accesibilidad y usabilidad de las aplicaciones móviles y que son parte de las buenas prácticas propuestas en la presente investigación.

Pautas proporcionadas por el desarrollador de aplicaciones móviles inclusivas

Como resultado de la entrevista al desarrollador especializado en accesibilidad móvil para iOS, se identificaron pautas que se detallan en la Tabla 3.

Tabla 3. Principales aportes de la entrevista con el desarrollador especializado

Aspecto	Aportes del entrevistado
Retos en la accesibilidad	Falta de conocimiento inicial sobre las necesidades de usuarios con discapacidades visuales.
Estrategias recomendadas	Involucrar a los usuarios desde las primeras etapas del desarrollo mediante pruebas iterativas.
Importancia de las normativas	Las WCAG y las Human Interface Guidelines son esenciales, pero requieren un enfoque creativo para su aplicación.
Accesibilidad como principio	La accesibilidad debe considerarse desde el inicio del diseño, no como un añadido posterior.

Para visualizar los recursos técnicos usados por el desarrollador, se generó una nube de palabras, que destaca los conceptos clave considerados durante el diseño e implementación de las aplicaciones. Se presenta en la Figura 3.

Figura 3. Nube de palabras de términos técnicos de desarrollo de aplicaciones móviles accesibles

En este sentido, se observa que el desarrollador adoptó un enfoque basado en métricas objetivas con el fin de asegurar el cumplimiento de los estándares de accesibilidad, así como la compatibilidad con tecnologías de asistencia específicas para iOS, particularmente aquellas orientadas a visión; estas fueron validadas empleando Accesibility Inspector, que es una herramienta de Apple que ayuda a identificar y corregir problemas de accesibilidad en aplicaciones para iOS.

Evaluación de accesibilidad y usabilidad a la aplicación móvil de prueba

Para evaluar el cumplimiento de los estándares de accesibilidad en la aplicación iOS, se aplicó una rúbrica basada en las Human Interface Guidelines de Apple y los criterios WCAG 2.1. De igual forma, se evaluó la usabilidad mediante una rúbrica basada en tres principios: efectividad, eficiencia, satisfacción del usuario. Esta evaluación fue realizada por tres desarrolladores de software con experiencia en desarrollo móvil, quienes analizaron la aplicación y emitieron su criterio desde su experiencia y profesionalismo.

Para medir el cumplimiento de cada criterio se planteó la rúbrica con cinco niveles de valoración, considerando el quinto como el de mayor cumplimiento. Los resultados demostraron que la aplicación cumple en promedio con más del 80% de accesibilidad. Los criterios evaluados más destacados luego de la interacción de los profesionales con la aplicación se detallan en Tabla 4.

Tabla 4. Resultados de evaluación accesibilidad

WCAG 2.1	Resultado	Human Interface Guidelines de Apple	Resultado
Mecanismos de entrada concurrentes (AAA) ¿La aplicación admite múltiples mecanismos de entrada (por ejemplo, toque y teclado)?	93.33%	El audio es claro y se puede ajustar el volumen independientemente del sistema. Las etiquetas de los elementos son descriptivas y útiles.	100%
Mensajes de estado (AA) ¿Los mensajes de estado (por ejemplo, notificaciones) se comunican de manera accesible (por ejemplo, a través de lectores de pantalla)?	93.33%	El contraste entre el texto y el fondo cumple con los estándares de accesibilidad (mínimo 4.5:1 para texto normal y 3:1 para texto grande).	93.33%
Contraste de no texto (AA) ¿Los elementos no textuales (iconos, botones, gráficos) tienen un contraste mínimo de 3:1 con el fondo?	93.33%	El contraste entre el texto y el fondo cumple con los estándares de accesibilidad (mínimo 4.5:1 para texto normal y 3:1 para texto grande).	93.33%

En cuanto a la usabilidad, la aplicación cumple en promedio con más del 90% de los criterios evaluados, con respecto a navegación, diseño de interfaz, funcionalidad, aspecto visual y respuesta ante errores. En este sentido y bajo el contexto de las observaciones realizadas por los profesionales, la aplicación en promedio tiene una tendencia favorable a la aceptación.

Con base en estos resultados, se concluye que las aplicaciones móviles pueden mejorar en términos de accesibilidad y usabilidad si se consideran las recomendaciones de buenas prácticas detalladas en esta investigación. De igual forma, en función de las pautas

evaluadas con promedio de cumplimiento bajo, se puede concluir que persisten barreras de accesibilidad y usabilidad que deben abordarse. En general, la recomendación es seguir trabajando desde la parte del desarrollo de software tomando como requisitos éticos y técnicos la tecnología que priorice la diversidad humana, como en este caso, las personas con problemas de baja visión o discapacidad visual.

Propuesta de buenas prácticas para aplicaciones móviles inclusivas

Una vez analizada la información desde el punto de vista técnico, se propone un conjunto de buenas prácticas; ellas buscan aportar a superar desafíos detectados:

- Diseño centrado en el usuario: Involucrar a personas con discapacidades en pruebas tempranas para refinar flujos de interacción.
- Cumplimiento técnico: Para el caso de iOS, usar herramientas como Accessibility Inspector para validar la app y seguir pautas de accesibilidad de Apple, para garantizar compatibilidad con tecnologías de asistencia (VoiceOver).
- Innovación con IA: Incluir la IA en las aplicaciones, ya sea como el caso de "Vision", con modelos de IA embebidos o el uso de IA en tiempo real.
- Promoción inclusiva: Destacar las funcionalidades accesibles en campañas de marketing, por ejemplo, en Apple Search Ads, para aumentar su visibilidad.

Conclusión

El diseño inclusivo de aplicaciones móviles representa un compromiso esencial para garantizar la equidad tecnológica y la participación plena de personas con discapacidad visual en un entorno digital. A pesar de los avances en accesibilidad, persisten barreras significativas que limitan la experiencia de los usuarios,

lo que evidencia la necesidad de adoptar enfoques centrados en el usuario, integrando estándares internacionales, como WCAG y las Human Interface Guidelines, desde las etapas iniciales de desarrollo. La evaluación realizada demuestra que es posible superar estos desafíos mediante la incorporación de herramientas especializadas, pruebas iterativas y la participación directa de los usuarios en el diseño.

Además, la integración de inteligencia artificial y tecnologías de asistencia como VoiceOver potencia la funcionalidad y personalización de las aplicaciones; de esta manera, promueve un entorno más accesible y adaptado a las necesidades individuales. Por tanto, las buenas prácticas propuestas no solo contribuyen a mejorar la accesibilidad y usabilidad, sino que también fomentan un cambio hacia un diseño tecnológico más inclusivo y sostenible.

Finalmente, esta investigación destaca la importancia de la colaboración entre desarrolladores, usuarios y expertos para cerrar las brechas de accesibilidad y construir un ecosistema digital que refleje los principios de equidad, inclusión y respeto por la diversidad. Crear aplicaciones móviles accesibles no es solo una cuestión técnica, sino un compromiso ético con la sociedad.

Referencias

Andrade, M. G. de, Rabelo, D. M. F., Martins, R. de S., y Viana, W. (2024). Investigating the accessibility of popular mobile Android apps: A prevalence, category, and language study. *Brazilian Symposium on Multimedia and the Web (WebMedia)*, 400-404. https://doi.org/10.5753/webmedia.2024.242041

Chen, S., Chen, C., Fan, L., Fan, M., Zhan, X., y Liu, Y. (2022). Accessible or Not? An Empirical Investigation of Android App Accessibility. *IEEE Transactions on Software Engineering*, *48*(10), 3954-3968. IEEE Transactions on Software Engineering. https://doi.org/10.1109/TSE.2021.3108162

Di Gregorio, M., Di Nucci, D., Palomba, F., y Vitiello, G. (2022). The making of accessible Android applications: An empirical study on the state of the practice. *Empirical Software Engineering*, *27*(6), 145. https://doi.org/10.1007/s10664-022-10182-x

Consejo Nacional para la Igualdad de Discapacidades (s. f.). Estadísticas de Discapacidad. *Consejo Nacional para la Igualdad de Discapacidades.* https://www.consejodiscapacidades.gob.ec/estadisticas-de-discapacidad/

Newell, A. F., Gregor, P., Morgan, M., Pullin, G., y Macaulay, C. (2011). User-Sensitive Inclusive Design. *Universal Access in the Information Society*, *10*(3), 235-243. https://doi.org/10.1007/s10209-010-0203-y

Paniagua L., A., Bedoya R., D., y Mera, C. (2020). Un método para la evaluación de la accesibilidad y la usabilidad en aplicaciones móviles. *TecnoLógicas*, *23*(48), 99-117. https://doi.org/10.22430/22565337.1553

Santana-Mansilla, P., Lescano, G., y Costaguta, R. (2015). *Accesibilidad de aplicaciones móviles para discapacitados visuales: Problemas y estrategias de solución*.

Weichbroth, P. (2024). Usability of Mobile Applications: A Consolidated Model. *IEEE Access*, *12*, 62378-62391. https://doi.org/10.1109/ACCESS.2024.3395528

Weichbroth, P. (2020). Usability of Mobile Applications: A Systematic Literature Study. *IEEE Access*, *8*, 55563-55577. https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.2981892

Yan, S., y Ramachandran, P. G. (2019). The Current Status of Accessibility in Mobile Apps. *ACM Trans. Access. Comput.*, *12*(1), 3: 13:31. https://doi.org/10.1145/3300176

Predicción de precipitaciones en Ecuador con modelos híbridos de regresión lineal y máquinas de vectores de soporte

Víctor Hugo Domínguez[1], Francisco Cañadas[2], José Luis Aguirre[3], Ángel Loaiza Villavicencio[4]

Resumen

Este estudio presenta una metodología híbrida para la predicción de precipitaciones en Ecuador, que combina regresión lineal y máquinas de vectores de soporte (SVM) aplicadas a series temporales cortas. Los datos de precipitación utilizados, obtenidos del portal Ecuador Open Data, presentan limitaciones de continuidad y cobertura; por ello, el enfoque híbrido permite captar tanto tendencias lineales como patrones no lineales bajo condiciones de alta variabilidad. La metodología incluye un preprocesamiento para tratar datos faltantes y aplicar transformaciones logarítmicas, seguido del desarrollo de modelos de regresión lineal y SVM. Las predicciones de ambos modelos se combinan mediante un promedio ponderado; así, se optimiza la precisión de las proyecciones. Los resultados experimentales indican que el modelo SVM es eficaz en la identificación de patrones complejos, mientras que el modelo híbrido logra la mejor precisión general al combinar la estabilidad de la regresión lineal con la sensibilidad de SVM. La validación cruzada temporal confirmó una reducción significativa del error

1 Ministerio del Ambiente, Loja, Ecuador. victor.dominguez@ambiente.gob.ec
2 Instituto de Altos Estudios Nacionales, Quito, Ecuador. franciscoalexis1@gmail.com
3 Rectorado, Facultad Psicología, Universidad Gran Rosario, Quito, Ecuador. jaguirre@ugr.edu.ec
4 Empresa Yara Internacional, Quito, Ecuador. angel.loaiza@yara.com

cuadrático medio (ECM) del modelo híbrido frente a los modelos individuales. Este enfoque resulta especialmente prometedor para predicciones climáticas en regiones con datos históricos limitados, como Ecuador, ofreciendo proyecciones más robustas para la planificación ante fenómenos climáticos.

Palabras clave: predicción climática, modelo híbrido, regresión lineal, máquinas de vectores de soporte, SVM, lluvia, Ecuador, series temporales cortas, validación cruzada, gestión de recursos hídricos.

Introducción

El cambio climático y la variabilidad de los patrones de lluvia plantean desafíos importantes para la gestión de recursos hídricos, la agricultura y la planificación urbana, especialmente en regiones como Ecuador. La predicción precisa de precipitaciones es esencial para anticipar períodos de sequía o lluvias intensas. Sin embargo, la escasez de datos históricos continuos y completos complica el uso de modelos predictivos convencionales.

En este contexto, los modelos climáticos híbridos han emergido como una solución prometedora, integrando enfoques estadísticos con algoritmos de aprendizaje automático para capturar patrones complejos en series de datos cortas y altamente variables. Este estudio se enfoca en desarrollar y aplicar un modelo híbrido para predecir la precipitación mensual en estaciones meteorológicas de Ecuador, combinando regresión lineal y SVM, con el objetivo de mejorar la precisión de las predicciones.

En las últimas décadas, los modelos híbridos que combinan enfoques estadísticos con técnicas de inteligencia artificial han demostrado un notable avance en la predicción de variables climáticas, especialmente en contextos donde los datos disponibles son limitados o altamente variables. La literatura especializada ha documentado múltiples aplicaciones exitosas de estos modelos, lo que

evidencia su capacidad para capturar tanto patrones lineales como no lineales, adaptándose a diversos tipos de series temporales.

Bazai *et al.* (2024) propusieron un modelo híbrido basado en la descomposición modal variacional (VMD) con redes neuronales convolucionales y LSTM (CNN-LSTM), logrando una alta precisión en series climáticas complejas. De manera similar, Slater *et al.* (2023) integraron modelos estadísticos tradicionales con algoritmos de inteligencia artificial; destacaron una mejora considerable en comparación con los modelos climáticos convencionales, particularmente en entornos de alta variabilidad. En regiones semiáridas, Gyamerah y Owusu (2024) demostraron la efectividad del enfoque CEEMDAN-ANN para predecir precipitaciones donde las condiciones meteorológicas son irregulares y extremas.

Otro avance notable es el modelo SOPDEL desarrollado por Zhou *et al.* (2023), el cual logró capturar patrones espaciotemporales en series climáticas prolongadas, siendo útil para predicciones robustas a largo plazo. En el análisis de sequías, Vo *et al.* (2023) emplearon el modelo LSTM-CM, que combina redes de memoria a largo plazo con datos climáticos tradicionales, proporcionando predicciones confiables en situaciones críticas. En estudios más antiguos, Zhang (2003) demostró que los modelos ARIMA combinados con redes neuronales (ARIMA-ANN) son efectivos en fenómenos periódicos como la actividad solar.

La versatilidad de los modelos híbridos también se ha evidenciado en el trabajo de Esfahani y Friedel (2014), quienes aplicaron un enfoque estadístico combinado con redes neuronales artificiales (ANN) para abordar predicciones en escenarios de cambio climático. Asimismo, Li *et al.* (2022) propusieron un enfoque que integra clasificación y regresión, logrando equilibrar los errores típicos de ambos métodos en predicciones a corto plazo.

En el campo de la energía y la meteorología, varios estudios han probado la eficacia de modelos híbridos. Voyant y Muselli (2012) desarrollaron un modelo ARMA-ANN para datos de radiación

solar, mientras que Zhang *et al.* (2013) propusieron un modelo profundo LSTM-MLP para predicciones climáticas a corto plazo. Wu y Chen (2014) también destacaron la estabilidad de modelos híbridos en la predicción de velocidad del viento. Ahmed y Deo (2021) aplicaron un modelo híbrido para prever la generación de energía fotovoltaica, útil en la gestión de recursos energéticos. Zhang y Zhang (2018) utilizaron una combinación LSTM-GRU que permite capturar flujos hídricos a corto y largo plazo.

Swapna y Sudhakar (2018) desarrollaron un modelo híbrido en cuatro etapas adaptable a diferentes series hidrológicas, mientras que Krasnopolsky y Fox-Rabinovitz (2006) mejoraron las previsiones de precipitación con un modelo ANN específico. Zhang y Nie (2018) reforzaron la modelación climática numérica mediante un enfoque híbrido complejo, y Grover *et al.* (2015) aplicaron redes LSTM para la predicción de la temperatura superficial terrestre.

Por su parte, Di y Yang (2014) presentaron un modelo híbrido profundo adecuado para zonas multiclima; Venkatachalam y Trojovský (2022) aplicaron modelos impulsados por datos para prever radiación solar en entornos energéticos complejos. Lazos y Sproul (2015) propusieron una optimización híbrida para la gestión energética en edificaciones, mientras que Di y Wang (2021) validaron la fiabilidad de modelos híbridos de corto plazo para pronóstico meteorológico. Gyamerah y Osei (2020) desarrollaron un modelo ML híbrido específico para predicción solar con bajo margen de error, y Almasri y Aziz (2021) aplicaron un enfoque similar para regiones semiáridas, capturando patrones específicos de baja precipitación.

En un enfoque más inteligente, Kang y Yeh (2019) introdujeron un modelo híbrido que mejora la precisión de predicciones en distintas zonas climáticas mediante técnicas adaptativas. Finalmente, Roper y Melecio (2022) desarrollaron un modelo ANN-climático híbrido que permite equilibrar condiciones áridas y estacionales, aportando una solución eficiente en regiones de alta variabilidad climática.

En conjunto, estos estudios coinciden en destacar flexibilidad, precisión y adaptabilidad de los modelos híbridos, los cuales han superado en múltiples escenarios a los enfoques tradicionales, especialmente en contextos donde las series de datos climáticos son incompletas, cortas o presentan alta variabilidad estacional. Esta línea de investigación se consolida como una de las más prometedoras en la modelación climática moderna, con aplicaciones prácticas en planificación hídrica, agricultura, energía renovable y gestión del riesgo climático.

Metodología: modelo de predicción híbrido para series cortas de clima (MPH-STC)

Etapas:

Preprocesamiento de datos

- Interpolación y estimación de valores faltantes
- Normalización y transformación logarítmica
- Selección de características relevantes (precipitación, temperatura, humedad relativa)

División de datos por estacionalidad

- Clasificación entre periodos estacionales y no estacionales
- Uso de transformaciones de Fourier para identificar patrones estacionales

Modelo híbrido

- LSTM para series estacionales y dependencias temporales
- SVM (núcleo RBF) para series no estacionales o altamente variables

Fusión de modelos

- Promedio ponderado adaptativo según el rendimiento histórico de cada modelo

Validación del modelo

- Validación cruzada temporal con ventanas móviles
- Métricas: ECM y coeficiente de determinación (R^2)

Proyección final y simulación de escenarios

- Simulaciones estocásticas ante escenarios de cambio climático
- Visualización mensual hasta diciembre de 2025

Experimentación

- **Transformación logarítmica** y **normalización**; aplicadas exitosamente.
- **Selección de características clave:** se descartó la altitud por baja correlación con las precipitaciones.
- **Análisis descriptivo:** se analizaron las estaciones M0001, M0002 y M0003, revelando variabilidad mensual y diferencias regionales.

Modelos predictivos

- **Regresión lineal:** tendencia leve a baja para 2025.
- **SVM:** captó oscilaciones no lineales.
- **Modelo híbrido:** promedio ponderado con mejor equilibrio entre estabilidad y sensibilidad.

Errores medios cuadrados (ECM)

- Regresión lineal: 1.317
- SVM: 0.825
- Modelo híbrido: 0.852

Conclusiones

- **Mejora en la planificación**: El modelo híbrido es útil para decisiones en sectores vulnerables al clima.
- **Robustez ante condiciones variables**: El modelo se adapta bien a series incompletas y variables.
- **Posibilidad de mejoras**: Se sugiere ponderación adaptativa y exploración de redes neuronales adicionales.
- **Aplicabilidad ampliada**: Puede adaptarse para otras variables climáticas en entornos similares.

Referencias

Ahmed, A. A. M., y Deo, R. C. (2021). Hybrid model for PV power generation forecasting. *Solar Energy*, 226, 91-103. https://doi.org/10.1016/j.solener.2021.07.002

Almasri, T., y Aziz, S. A. (2021). Intelligent hybrid climate prediction model. *Computers and Geosciences*, 145, 104556.

Bazai, S. U., Bhatti, M. A., y Basit, A. (2024). Hybrid Climate Forecasting: Variational Mode Decomposition and CNN with LSTM. *International Journal of Climate Studies*.

Di, C., y Wang, J. (2021). Hybrid approach for solar radiation forecasting. *Renewable Energy*, 168, 715-725.

Di, C., y Yang, X. (2014). Hybrid data-driven model for radiation prediction. *Energy, 68,* 453-459.

Esfahani, A. A., y Friedel, M. J. (2014). Forecasting climate-change with a hybrid model. *Climate Dynamics*, 45, 1881-1896.

Grover, A., Kapoor, A., y Horvitz, E. (2015). Deep hybrid model for weather prediction. *IEEE Transactions on Neural Networks, 26*(5), 1411-1423.

Gyamerah, S. A., y Osei, R. (2020). New hybrid model for rainfall in semi-arid regions. *Journal of Environmental Studies, 45*, 233-240.

Gyamerah, S. A., y Owusu, V. (2024). Short-and Long-term Weather Prediction Based on Hybrid CEEMDAN and ANN. *Environmental Systems Journal*.

Kang, Y., y Yeh, W. C. (2019). Hybrid model for seasonal rainfall forecasting. *International Journal of Climatology*, 39, 3391-3402. https://doi.org/10.1002/joc.6013

Krasnopolsky, V. M., y Fox-Rabinovitz, M. S. (2006). Complex hybrid models for numerical climate modeling. *Geophysical Research Letters, 33*(2), 78-85.

Lazos, D., y Sproul, A. B. (2015). Hybrid model for short-term horizon weather prediction. *Energy and Buildings, 99*, 105-115.

Li, D., Hu, S., Guo, J., Wang, K., Gao, C., y Wang, S. (2022). A new hybrid machine learning model for short-term climate prediction by performing classification prediction and regression prediction simultaneously. *Journal of Meteorological Research*. https://link.springer.com/article/10.1007/s13351-022-1214-3

Roper, J., y Melecio, S. (2022). Advances in hybrid modeling for climate prediction. *Climate Research Journal, 71*, 567-578.

Slater, L. J., Arnal, L., y Boucher, M. A. (2023). Hybrid forecasting: Blending climate predictions with AI models. *Hydrology and Earth System Sciences, 27*, 1865-1879. https://hess.copernicus.org/articles/27/1865/2023/

Swapna, M., y Sudhakar, N. (2018). Four-stage hybrid model for hydrological time series. *Water Resources Management, 32*, 2043-2056.

Venkatachalam, K., y Trojovský, P. (2022). Hybrid model for building energy management optimization. *Energy Reports, 8*, 72-85.

Vo, T. Q., Kim, S. H., y Nguyen, D. H. (2023). LSTM-CM: A hybrid approach for drought prediction with climate models. *Journal of Hydrology and Climate, 15,* 345-358.

Voyant, C., y Muselli, M. (2012). Numerical weather prediction with hybrid ARMA/ANN model. *Renewable Energy, 48,* 146-152. https://doi.org/10.1016/j.renene.2012.03.002

Wu, Y. K., y Chen, C. R. (2014). Short-term wind speed forecasting with hybrid model. *Journal of Wind Engineering, 39*, 168-175.

Zhang, G. P. (2003). Time series forecasting using a hybrid ARIMA and neural network model. *Neurocomputing, 50,* 159-175. https://doi.org/10.1016/S0925-2312(01)00702-0

Zhang, W., Wang, J., y Zhao, Z. (2013). Deep hybrid model for short-term weather forecasting. *Applied Energy, 102,* 381-389.

Zhang, X., y Nie, Z. (2018). Hybrid model for land surface temperature forecasting. *Earth Science Frontiers, 26*(2), 215-226.

Zhang, X., y Zhang, Q. (2018). Hybrid forecasting using LSTM and GRU for streamflow. *Journal of Hydrology, 565,* 153-168.

Zhou, Z., Tang, W., Li, M., Cao, W., y Yuan, Z. (2023). SOPDEL: A novel hybrid intelligent model for long-time-series climate prediction. *Remote Sensing, 15*(7), 1951. https://www.mdpi.com/2072-4292/15/7/1951

Análisis de texto emocional: clasificación de sentimientos negativos para una comprensión más profunda

Andrés Llambo-Chalan[1],
Gladys Natividad Llambo-Chalan[1]

Resumen

Las emociones son una parte integral de la vida humana. Influyen en los pensamientos, decisiones y acciones en casi todos los ámbitos. Comprender las emociones —cómo se sienten, se expresan, se regulan y su impacto— es esencial para mejorar la salud mental y promover el bienestar. Al profundizar en estas dinámicas, los investigadores pueden desentrañar las complejas capas de la experiencia emocional y ofrecer herramientas prácticas para gestionar las emociones en la vida cotidiana. Este estudio analiza texto utilizando el Método de Sentimientos NRC, una herramienta de análisis de sentimientos basada en léxicos desarrollada por el Consejo Nacional de Investigación de Canadá. Este método clasifica las palabras en categorías positivas, negativas o neutras según un léxico emocional. Aunque los resultados sugieren que el texto analizado tiende hacia la negatividad, estudios más detallados a nivel de oraciones individuales podrían arrojar conclusiones diferentes.

Palabras clave: análisis emocional, procesamiento de texto, clasificación de sentimientos

1 Instituto Superior Tecnológico UMA, Ambato, Ecuador. rectorado@uma.edu.ec, gerencia@grupokades.com

Introducción

Los avances recientes en neurociencia y psicología han proporcionado información clave sobre los mecanismos biológicos y cognitivos que subyacen a las emociones. Las respuestas emocionales están moldeadas por el cerebro —especialmente por estructuras como la amígdala y la corteza prefrontal— y por factores fisiológicos como la frecuencia cardíaca y la presión arterial. Además, las emociones influyen en la atención, la memoria y la toma de decisiones. No solo son provocadas por estímulos externos, sino que pueden surgir de reflexiones internas o sensaciones corporales. Las emociones son estados multifacéticos que integran dimensiones cognitivas, físicas y sociales (Hung y Alias, 2023; Ness-Maddox *et al.*, 2023).

Las personas experimentan una amplia gama de emociones. Los sentimientos positivos, como la felicidad, el amor y la emoción, promueven el bienestar; mientras que los negativos, como la ira, el miedo y la tristeza, actúan como señales de posibles amenazas o problemas. Por ejemplo, la ira puede ir desde una leve irritación hasta una furia intensa, dependiendo del contexto. De igual manera, el miedo puede variar desde un nerviosismo leve hasta un terror abrumador (Jamdade y Wange; Trevor *et al.*, 2023).

Las formas en que se expresan y gestionan las emociones también son significativas. La expresión emocional incluye movimientos faciales, gestos y tono de voz, mientras que la regulación emocional implica estrategias como atención plena, ejercicios de respiración o distracciones para mantener el equilibrio emocional (Davis *et al.*, 2023; Stellern *et al.*, 2023).

En los últimos años, el análisis de sentimientos se ha convertido en una herramienta poderosa en el campo del Procesamiento de Lenguaje Natural (PLN). Permite determinar si un texto expresa emociones positivas, negativas o neutras. Mediante técnicas como el análisis basado en léxicos y el aprendizaje automático, es posible

procesar grandes volúmenes de datos —como comentarios en redes sociales o reseñas de productos—, generando información útil para sectores como el marketing, la atención al cliente o la política (Hung y Alias, 2023; Wang *et al.*, 2023).

El concepto de *syuzhet* se refiere a cómo se estructuran los eventos y temas dentro de una narrativa. Utilizado en la narratología computacional, este enfoque analiza el impacto emocional de los elementos narrativos sobre los lectores y espectadores (Marks *et al.*, 2023; Naldi y Petroni, 2023).

Existen varias herramientas para medir sentimientos en textos. Por ejemplo, la escala binaria de Bing asigna -1 a los sentimientos negativos y +1 a los positivos. En cambio, la escala Afinn ofrece un rango más amplio, de -5 a +5, permitiendo evaluaciones emocionales más matizadas (Bala y Stancu, 2023; Sanan *et al.*, 2023). Clasificar emociones en textos ayuda a agrupar los sentimientos en categorías como alegría, tristeza, ira o sorpresa, brindando una comprensión más profunda del contenido emocional (Hung y Alias, 2023; Li *et al.*, 2023). Las técnicas avanzadas, incluyendo el aprendizaje supervisado y las redes neuronales profundas, han mejorado significativamente la precisión de estas clasificaciones (Bakkialakshmi y Sudalaimuthu, 2023).

Un método destacado es el de sentimientos NRC, desarrollado por el Consejo Nacional de Investigación de Canadá. Utiliza un léxico emocional para clasificar palabras como positivas, negativas o neutras. Su simplicidad y efectividad lo han convertido en una herramienta ampliamente reconocida en el análisis de sentimientos (Pradhan *et al.*, 2023).

Metodología

El análisis de texto comienza con la limpieza de datos, lo que incluye la eliminación de signos de puntuación, conjunciones y palabras innecesarias, para centrarse únicamente en los términos

significativos. Posteriormente, se aplica el vector *syuzhet*, seguido de los vectores bing y afinn, para examinar las capas de sentimiento.

Finalmente, el método de sentimientos NRC conecta el texto con sus categorías emocionales mediante un léxico cuidadosamente curado. Este asigna valores emocionales a las palabras con base en el NRC Emotion Lexicon. Dicho léxico mapea palabras a categorías emocionales y utiliza un algoritmo sencillo para contar los términos positivos, negativos o neutros dentro de un texto. Reconocido por su fiabilidad y simplicidad, este método constituye una herramienta fundamental en la investigación sobre análisis de sentimientos (Pradhan *et al.*, 2023).

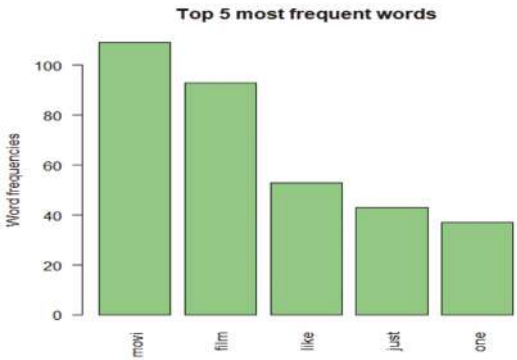
Experimentación

El análisis textual en este estudio se centró en comprender cómo las palabras reflejan emociones. Las etapas de preprocesamiento, como la limpieza de signos de puntuación y palabras vacías, garantizaron un análisis más claro. Los siguientes resultados ilustran los hallazgos obtenidos (véase la Tabla 1):

Tabla 1. Tabla de frecuencia de palabras

Palabra	Frecuencia
movi	109
film	93
like	53
just	43
one	37

Figura 1. Palabras frecuentes



La Figura 1 visualiza estas palabras frecuentes. Por ejemplo, "movi" aparece con mayor frecuencia, sin prefijos negativos como "no". Esto sugiere un sentimiento general positivo.

Figura 2. Análisis de nube de palabras

La Figura 2 presenta una nube de palabras que resalta otras de uso frecuente, ofreciendo una perspectiva más amplia para futuras investigaciones. La visualización incluye términos como "time", "carpent" y "want", que aparecen de forma destacada, lo que sugiere su posible relevancia respecto a los temas principales del texto.

Resulta interesante la inclusión de palabras como "want", que podría estar relacionada con raíces como "issue(s)", lo cual podría ayudar a descubrir capas más profundas de significado dentro del contenido. Al analizar cómo se conectan estos términos con otros en su contexto, es posible identificar temas subyacentes y áreas clave de enfoque.

Esta nube de palabras actúa como una herramienta complementaria a otros análisis basados en frecuencia, aportando claridad visual y ayudando a priorizar palabras para una exploración más profunda a nivel contextual o temático.

Tabla 2. Relación entre palabras

Palabra	Valor
first	0.33
kombat	0.26
margin	0.26
necessari	0.26
serious	0.26
unfamiliar	0.26
watcher	0.26
impress	0.26

La Tabla 2 muestra las palabras que están más comúnmente asociadas con los tres términos principales (el umbral inferior especificado fue corlimit = 0.25). Para ver menos palabras, se puede aumentar este valor; para ver más, se debe reducir.

Los resultados muestran que la raíz "first", relacionada con términos como "impress", aparece junto a la palabra "good" en el 33% y el 26% de los casos. Esto puede interpretarse como un contexto favorable para la palabra que más aparece ("movi"). El fenómeno sugiere que la mayoría de las respuestas, que podrían considerarse positivas, indica que los equipos "trabajan en conjunto".

El primer elemento del vector *syuzhet* tiene un valor de 0.75, según una evaluación visual. Esto muestra que las valoraciones de

sentimiento de la primera respuesta (línea) para todos los términos significativos del archivo de texto suman un total de 0.75.

Tabla 3. Vector bing

(1) 1 -2 0 0 0 1

Min. 1st Qu. Median Mean 3rd Qu. Max.

(2) -5.0000 -1.0000 0.0000 -0.1843 1.0000 4.0000

Tabla 4. Vector affin

(1) 3 -2 0 0 0 1

Min. 1st Qu. Median Mean 3rd Qu. Max.

(2) -14.0000 -2.0000 0.0000 -0.1591 1.0000 10.0000

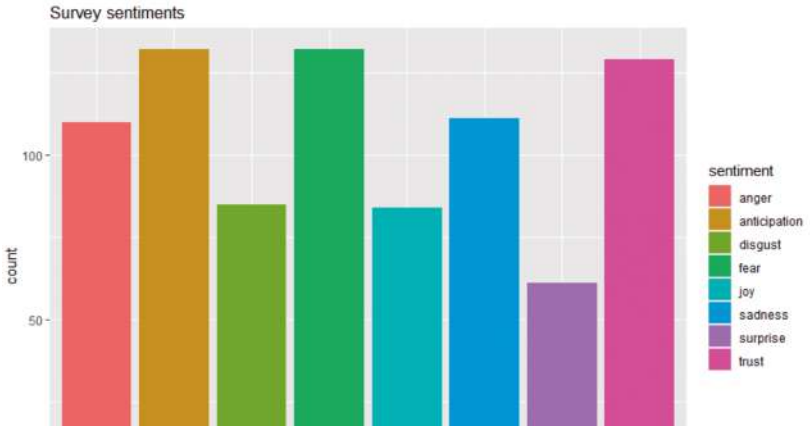
La Tabla 3 y 4 muestran que el valor mediano de las puntuaciones de sentimiento es superior a 0, lo que exhibiría que el sentimiento promedio general en todas las respuestas es positivo, según los datos resumidos de los vectores bing y afinn.

Tabla 5. Emociones

Index	ira	anticipación	disgusto	miedo	alegría	tristeza	sorpresa	confianza	negativo	positivo
0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	1
1	0	1	0	2	1	0	0	0	2	0
2	2	3	3	1	0	1	0	2	2	1
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	1	1	0	1	0	1	0	0	2	2
5	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0
9	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0

La Tabla 5 muestra que no hubo palabras que evocaran sentimientos de ira, disgusto, terror, tristeza o asombro. Se encontró una aparición de algunas asociadas a los sentimientos de anticipación y alegría. Los términos relacionados con la confianza se utilizaron en dos ocasiones, mientras que las palabras vinculadas con sentimientos negativos se emplearon solo una vez.

Figura 3. Sentimientos



La Figura 3 resalta con qué frecuencia aparecen en el texto palabras asociadas con emociones específicas. Las palabras vinculadas a la emoción positiva de *anticipación* se registraron aproximadamente 175 veces, superando significativamente los términos relacionados con la emoción negativa de *disgusto*, que aparecieron menos de 80 veces. Para comprender mejor el tono emocional del texto, comparar estas frecuencias como porcentajes del total de palabras significativas proporciona una visión más clara de la distribución general del sentimiento.

Conclusión

Las emociones son fundamentales en la vida humana; influyen en cómo pensamos, actuamos y tomamos decisiones. Comprender más profundamente las emociones —cómo se experimentan, se expresan y se regulan— puede desempeñar un papel crucial en la mejora de la salud mental y el bienestar general. La investigación continua en este campo multifacético ofrece oportunidades para desentrañar la complejidad de las emociones y desarrollar estrategias para gestionarlas mejor en la vida cotidiana.

La técnica *syuzhet*, que utiliza una escala decimal que va de -1 (muy negativo) a +1 (muy positivo), permite una evaluación matizada del sentimiento. Las estadísticas resumidas del vector *syuzhet* revelan una puntuación mediana de 0, lo que indica un sentimiento promedio neutral en el conjunto de datos.

A lo largo de este análisis se emplearon varios métodos para extraer ideas significativas del texto. La creación de una tabla de frecuencia de palabras y la generación de una nube de palabras ofrecieron representaciones visuales de los términos clave y su relevancia. El análisis de asociación de palabras basado en correlaciones añadió contexto, ayudando a identificar los temas dominantes. Se utilizaron cuatro métodos distintos para calcular puntuaciones de sentimiento, cada uno contribuyendo a medir la intensidad de las emociones positivas o negativas.

Referencias

Bakkialakshmi, V., y Sudalaimuthu, T. (2023). Anomaly Detection in Social Media Using Text-Mining and Emotion Classification with Emotion Detection. Paper presented at the Cognition and Recognition: 8th International Conference, ICCR 2021, Mandya, India, December 30–31, 2021. Revised Selected Papers.

Bala, D. E., y Stancu, S. (2023). Using Twitter Data and Lexicon-Based Sentiment Analysis to Study the Attitude Towards Cryptocurrency Market and Blockchain Technology. Paper presented at the Education, Research and Business Technologies: Proceedings of 21st International Conference on Informatics in Economy (IE 2022).

Davis, E. L., Parsafar, P., y Brady, S. M. (2023). Early antecedents of emotion differentiation and regulation: Experience tunes the appraisal thresholds of emotional development in infancy. *Infant Behavior and Development, 70*, 101786.

Hung, L. P., y Alias, S. (2023). Beyond Sentiment Analysis: A Review of Recent Trends in Text Based Sentiment Analysis and Emotion Detection. *Journal of Advanced Computational Intelligence and Intelligent Informatics, 27*(1), 84-95.

Jamdade, M. A., y Wange, M. (2022). An Exploratory Study to Assess the Efficacy of Pranayama From "Kumbhak Paddhati Text" in Anxiety Neurosis of Working Women. *European Journal of Molecular & Clinical Medicine, 9*(08).

Li, Z., Li, X., Xie, H., Wang, F. L., Leng, M., Li, Q., y Tao, X. (2023). A novel dropout mechanism with label extension schema toward text emotion classification. *Information Processing & Management, 60*(2), 103173.

Marks, E., Atkins, E., Garrett, J. K., Abrams, J. F., Shackleton, D., Hennessy, L.,... Leach, I. (2023). Stories of hope created together: A pilot, school-based workshop for sharing eco-emotions and creating an actively hopeful vision of the future. *Frontiers in Psychology, 13*, 8402.

Naldi, M., y Petroni, S. (2023). A Testset-Based Method to Analyse the Negation-Detection Performance of Lexicon-Based Sentiment Analysis Tools. *Computers, 12*(1), 18.

Ness-Maddox, H., Carlson, S. E., Dahl, A. C., Kennedy, P. C., Davison, M. L., Seipel, B., y Clinton-Lisell, V. (2023). Emotional

factors of causal coherence in text comprehension. *Contemporary Educational Psychology, 72*, 102141.

Pradhan, A., Senapati, M. R., y Sahu, P. K. (2023). Comparative analysis of lexicon-based emotion recognition of text. Paper presented at the Machine Learning, Image Processing, Network Security and Data Sciences: Select Proceedings of 3rd International Conference on MIND 2021.

Sanan, P., Kanade, T., y Batule, R. (2023). Sentiment Analysis Of Online Reviews Of Customers Towards A Health Food Drink (Hfd) Brand.

Stellern, J., Xiao, K. B., Grennell, E., Sanches, M., Gowin, J. L., y Sloan, M. E. (2023). Emotion regulation in substance use disorders: a systematic review and meta-analysis. *Addiction, 118*(1), 30-47.

Trevor, C., Renner, M., y Frühholz, S. (2023). Acoustic and structural differences between musically portrayed subtypes of fear. *The Journal of the Acoustical Society of America, 153*(1), 384-399.

Wang, D., Guo, X., Tian, Y., Liu, J., He, L., y Luo, X. (2023). TETFN: A text enhanced transformer fusion network for multimodal sentiment analysis. *Pattern Recognition, 136*, 109259.

Impacto de las emociones humanas desde la predicción, clasificación y reglas

Andrés Llambo-Chalan[1], Gladys Natividad Llambo-Chalan[1]

Resumen

Según estudios recientes, la mayor parte de la comunicación interpersonal es no verbal. Para analizar situaciones no verbales, observamos cómo las expresiones faciales, los gestos corporales y el contacto visual indican si una persona está diciendo la verdad. El propósito de esta investigación es determinar si un software es capaz de detectar emociones que luego puedan ser aplicadas como modelos para algoritmos de regresión, clasificación y reglas. Para ello, se utilizaron los algoritmos SMO, J48, Perceptrón Multicapa y un modelo de regresión lineal, seguidos de la validación de reglas estructurales mediante el método Apriori. Los hallazgos generales proporcionan información significativa que demuestra que la experiencia humana y la validación del software pueden ofrecer una base sólida para comprender el comportamiento emocional humano. Las siguientes secciones presentan la verificación, la experimentación y el estado del arte que sustentan las conclusiones de este estudio.

Palabras clave: emociones, clasificación, reglas.

1 Instituto Superior Tecnológico UMA, Ambato, Ecuador. rectorado@uma.edu.ec, gerencia@grupokades.com

Introducción

Según estudios recientes, la mayoría de la comunicación interpersonal es no verbal. Observar las expresiones faciales, los gestos físicos y el contacto visual es esencial para evaluar la comunicación no verbal. Como resultado, este tipo de comunicación se basa en señales inusuales, y a veces triviales, que pueden variar de un lugar a otro. No obstante, muchas de estas señales se consideran universales.

La comunicación no verbal se vuelve crítica en situaciones rápidas y sensibles al tiempo, especialmente cuando existe una amenaza. Por ejemplo, los agentes de policía deben desarrollar atajos perceptivos para identificar lo que representa un peligro y lo que no. Además, a menudo deben comunicarse en entornos peligrosos de manera decidida, directa y eficaz.

La forma más común de demencia, la enfermedad de Alzheimer, se estima que afecta hasta al 50% de los adultos mayores de 85 años. Hace no mucho tiempo, cuando planteamos por primera vez la pregunta: "¿Puede una computadora ser cuidador?", parecía algo retórica. Sin embargo, debido a los recientes avances tecnológicos y mejoras en inteligencia artificial, este cuestionamiento se ha vuelto más complejo por el peso de las expectativas sociales, los avances tecnológicos y los dilemas éticos (Whitehouse *et al.*, 2002).

A través del uso de expresiones humanas macro, micro y sutiles de alta fidelidad (2MSE) (ver Ekman), junto con invariantes contextuales y posibilidades del entorno, buscamos crear un entorno de entrenamiento en laboratorio (Gillies *et al.*, 1999). La contribución principal de nuestra propuesta al análisis de emociones radica en combinar lo macro (M), lo micro (M) y lo sutil (S), con el objetivo de obtener la representación más fiel posible de la emoción o sentimiento que una persona desea proyectar con su rostro.

Existen programas diseñados para detectar microexpresiones faciales humanas. El propósito de este artículo es comprobar si el software puede determinar emociones y si estas logran utilizarse

como modelos para algoritmos de regresión, clasificación y reglas. Se emplearon un modelo de regresión lineal, Perceptrón Multicapa, SMO y J48. Luego, se validaron las reglas estructurales con el algoritmo Apriori.

En términos generales, los resultados sugieren que la intervención de expertos y la validación del software pueden ofrecer indicadores de alto nivel para la interacción emocional humana. Para verificar los resultados propuestos, se presentan a continuación el estado del arte, la metodología, la experimentación y las conclusiones.

Estado del arte

Investigaciones publicadas el año pasado se centraron en la duración de las expresiones faciales y la capacidad para percibir emociones (o microexpresiones asociadas con el engaño). En dos experimentos, a los sujetos se les presentaron brevemente una de seis emociones básicas (entre 20 y 300 milisegundos) y se les pidió que identificaran la emoción real. Los resultados mostraron que la capacidad de los participantes para reconocer microexpresiones aumentaba con la duración de la expresión, alcanzando un pico a los 200 ms y estabilizándose después. También se indicó que el rendimiento de los participantes podía mejorar con preparación. Estos resultados sugieren que las habilidades de reconocimiento de microexpresiones pueden mejorarse y postulan que el límite superior para la aparición de microexpresiones no debería superar los 0.2 segundos (Shen *et al.*, 2012; Frank y Svetieva, 2014).

Otros estudios se enfocaron en las diferencias entre expresiones faciales honestas y falsas, en relación con la manifestación de emociones inconsistentes (y microexpresiones) entre 1/25 y 1/5 de segundo. A los participantes se les enseñaron imágenes que iban desde lo repulsivo y perturbador hasta lo alegre o neutral, y se les pidió que respondieran con una expresión verdadera o falsa (fingida, neutralizada o enmascarada). Las emociones neutralizadas presentaban una

tasa de parpadeo menor, mientras que las ocultas se asociaban con movimientos faciales más frenéticos y una mayor tasa de parpadeo. Resultaba más fácil fingir felicidad que emociones negativas.

Los observadores no entrenados solo lograban detectar parcialmente este engaño (aunque el 100% de los sujetos presentó "fugas emocionales" que duraron más de lo que se considera una microexpresión). Sin embargo, existen muchas otras expresiones emocionales que las personas muestran en su vida diaria y en diversos contextos: emociones combinadas o coalescentes (Porter y Brinke, 2008; Du *et al.*, 2014).

Reconocer microexpresiones es crucial para identificar el estado emocional genuino de una persona. Estas expresiones rápidas suelen ser difíciles de percibir. Para explorar la influencia de variables como el diseño, la motivación, la exposición y el apoyo en la observación de "microjuegos", se llevó a cabo un estudio con tres tipos de entrenamiento, con 306 participantes evaluados en intervalos de tres y seis semanas. El entrenamiento no solo ayudó a reconocer microexpresiones, sino que fue más efectivo cuando era guiado por un instructor capacitado que aplicaba diferentes estrategias (descripción, práctica, retroalimentación). Los hallazgos muestran el potencial de aplicación de las microexpresiones en áreas como la seguridad, la salud, los negocios y la interculturalidad (Hurley, 2012).

También se desarrollaron métodos novedosos para el reconocimiento automático de expresiones faciales (segmentación temporal) en secuencias de video largas, lo que permite identificar expresiones continuas y variables. Este método se enfoca en movimientos musculares faciales sutiles y difíciles de detectar. La magnitud de la tensión se calcula mediante una diferencia central y luego se divide en un campo de flujo visual estable y denso de la cara del sujeto. Este método se adaptó para funcionar con videos que muestran microexpresiones, dividiendo la cara en unidades más pequeñas y midiendo la tensión muscular en cada una (Shreve *et al.*, 2009; Polikovsky *et al.*, 2009).

Asimismo, hay investigaciones recientes sobre el reconocimiento automático de emociones en el habla. Este trabajo se centra en un tipo de expresión emocional poco explorado en este contexto: las emociones, tipo miedo, provocadas en situaciones extraordinarias (por ejemplo, circunstancias imprevistas que ponen en riesgo la vida humana). Estas investigaciones representan una nueva aplicación de la tecnología de reconocimiento emocional con fines de seguridad. Para ello, se construyó el corpus SAFE (análisis de situaciones en un corpus ficticio y emocional) basado en escenarios simulados tomados de películas. El corpus (Clavel *et al.*, 2008) incluye 400 elementos audiovisuales extraídos de siete horas de grabación.

Metodología

Como se mencionó en la introducción, los micropatrones son secuencias cortas de emociones humanas simples que se repiten con suficiente frecuencia. Para obtenerlos (por ejemplo: felicidad, ira, etc.), se necesita una serie de secuencias de casos positivos. Cada una de estas secuencias refleja el comportamiento emocional de una persona, etiquetando las actividades individuales observadas por segundo en un video como "feliz", "normal", "feliz", "feliz", "normal", "normal", o "normal".

Podría pensarse que el sistema HER es capaz de identificar este tipo de emociones humanas. Se analiza a una persona en video con base en las tablas de datos evaluadas por los expertos (en este caso, una persona viendo una película). Se utilizan modelos de regresión y algoritmos de clasificación para verificar la eficacia en la detección y procesamiento de emociones dentro de micropatrones.

La predicción se comprueba primero aplicando el modelo de regresión y, posteriormente, se contrasta con los modelos de clasificación para evaluar su aproximación al comportamiento emocional. El algoritmo Apriori utiliza una estructura de árbol hash y búsqueda en amplitud para contar eficientemente los conjuntos

de ítems candidatos. Genera conjuntos candidatos de longitud k a partir de conjuntos de longitud (k-1), eliminando aquellos con subpatrones poco frecuentes. Así, según el principio de clausura descendente, el conjunto candidato incluye todos los patrones frecuentes de longitud k. Luego se explora la base de datos de transacciones para identificar los patrones más frecuentes entre los candidatos.

Experimentación

Se trabajó con tres expertos que verificaron y analizaron las emociones obtenidas por el software HER. Las tablas con los resultados de los expertos se presentan a continuación:

Tabla1. Resumen de emociones

Emoción	Valor	Total	Positivo	Negativo
Ira	3	0	0	0
Desagrado	4	0	0	0
Miedo	8	1	0	1
Alegría	7	18	16	2
Tristeza	10	19	9	10
Sorpresa	5	5	1	4
Neutral	6	35	28	7

La Tabla 1 muestra los resultados de clasificación algorítmica. Los procesos de clasificación algorítmica fueron presentados como siguen en la Tabla 2:

Tabla 2. Comparación algorítmica

Perceptrón multicapa	Precisión	Recordación
Perceptrón multicapa	1	0.8
SMO	0.73	0.82
J48	0.95	0.92

Los resultados de la comparación algorítmica muestran radicalmente que el software puesto en funcionamiento se adapta a la colección de emociones, mientras los estudiantes ven una película.

Conclusiones

El objetivo de este trabajo es desarrollar un sistema que permita validar el comportamiento emocional de una persona mientras visualiza un video. Se aborda la afectación emocional como un fenómeno que puede ser desencadenado por estímulos audiovisuales, lo cual representa un aspecto relevante del estado emocional de una persona.

La predicción mediante un modelo de regresión lineal no puede determinarse claramente a partir de los resultados obtenidos. Sin embargo, mediante modelos de clasificación, es posible detectar patrones característicos del comportamiento humano (Tabla 2).

De igual manera, se observa una relación estimativa clara entre los expertos utilizando el algoritmo J48, donde el experto St2 presenta una fuerte relación predictiva con respecto a St1. Esto resulta interesante en cuanto al factor de coincidencia entre los expertos, ya que demuestra que es posible obtener un nivel de experticia confiable en la verificación del estado emocional humano.

Referencias

Clavel, C., Vasilescu, I., Devillers, L., Richard, G., y Ehrette, T. (2008). Fear-type emotion recognition for future audio-based surveillance systems. *Speech Communication*, *50*(6), 487–503. https://doi.org/10.1016/j.specom.2008.03.009

Du, S., Tao, Y., y Martinez, A. (2014). Compound facial expressions of emotion. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *111*(15), E1454–E1462. https://doi.org/10.1073/pnas.1322355111

Ekman, P. (1999). Basic emotions. En T. Dalgleish y M. J. Power (Eds.), *Handbook of cognition and emotion*. John Wiley & Sons.

Ekman, P., y Friesen, W. V. (1978). Facial action coding system: A technique for the measurement of facial movement. *Consulting Psychologists Press.*

Frank, M. G., y Svetieva, E. (2014). "Microexpressions and deception". En A. Freitas-Magalhães (Ed.), *Understanding facial expressions in communication* (pp. 227–242). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-05092-3_13

Gillies, M., y Dodgson, N. A. (1999). Eye movements and attention in interactive graphics. *Proceedings of the SIGGRAPH Symposium on Interactive 3D Graphics*, 13–17. ACM. https://doi.org/10.1145/300523.300526

Gonzalez, S. (2009). La inteligencia artificial aplicada a la videovigilancia revoluciona los sistemas de CCTV. *Seguritecnia*. http://www.borrmart.es/articulo_seguritecnia.php?id=1226&numero=324

Hurley, C. M. (2012). Do you see what I see? Learning to detect micro expressions of emotion. *Motivation and Emotion*, *36*(3), 371–381. https://doi.org/10.1007/s11031-011-9267-1

Polikovsky, S., Kameda, Y., y Ohta, Y. (2009). Facial microexpressions recognition using high-speed camera and 3D-gradient descriptor. *IEEE International Conference on Image Processing, 2009*, 1937–1940. https://doi.org/10.1109/ICIP.2009.5413605

Porter, S., y Brinke, L. T. (2008). Reading between the lies: Identifying concealed and falsified emotions in universal facial expressions. *Psychological Science*, *19*(5), 508–514. https://doi.org/10.1111/j.1467-9280.2008.02116.x

Shen, X.-b., Wu, Q., y Fu, X.-l. (2012). Effects of the duration of expressions on the recognition of microexpressions. *Journal of Zhejiang University-SCIENCE B (Biomedicine & Biotechnology)*, *13*(3), 221–230. https://doi.org/10.1631/jzus.B1100063

Shreve, M., Godavarthy, S., Manohar, V., y Goldgof, D. B. (2009). Towards macro- and micro-expression spotting in video using strain patterns. *IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition Workshops (CVPRW)* (pp. 23–30). IEEE. https://doi.org/10.1109/CVPRW.2009.5204224

Whitehouse, P. J., Maurer, K., y Ballenger, J. F. (2002). *Concepts of Alzheimer disease: Biological, clinical, and cultural perspectives*. Johns Hopkins University Press.

CAPÍTULO III

CIENCIAS DE LA TIERRA Y MEDIOAMBIENTE
Territorios sostenibles: enfoques interdisciplinares para la gestión ambiental

Introducción

Este capítulo está dedicado a uno de los dominios más urgentes y esenciales para la vida y la longevidad de nuestras civilizaciones: la ciencia de la Tierra y del medio ambiente. En un momento histórico en el que los impactos del cambio climático, la pérdida de biodiversidad, la escasez de agua, la deforestación, la contaminación y la urbanización desorganizada convergen para formar un retrato planetario de crisis ambiental, el papel de la ciencia como instrumento para comprender, anticipar e intervenir en procesos como estos es indispensable.

La ciencia de la Tierra, el estudio de la Tierra y sus procesos, es una disciplina versátil que se vincula con otras ciencias (geología, meteorología, hidrología, climatología, ecología, geografía física). Estas últimas ciencias consideran la estructura, dinámica e historia del planeta, y la interacción física entre la tierra y la vida. La información generada no solo es descriptible: tiene fines predictivos, estratégicos y regulatorios y ayuda a los gobiernos, empresas e incluso comunidades locales a tomar decisiones basadas en evidencia sobre la gestión del medio ambiente y el territorio.

Simultáneamente, la perspectiva ambiental abarca una visión más integral e interdisciplinaria que comprende aspectos sociales, culturales, económicos y éticos. El medio ambiente no puede reducirse a un conjunto de elementos naturales a controlar, sino que, por el contrario, es una red social atravesada por relaciones de poder, desigualdades estructurales y discursos culturales. La investigación que reunimos aquí, por lo tanto, no se centra específicamente en el medio ambiente en sus entidades físicas únicamente, sino también como objeto de reflexión política, educativa y filosófica.

En conjunto, los artículos presentados aquí realizan contribuciones sustanciales para la comprensión crítica de los territorios, entendidos desde la sostenibilidad, la resiliencia y la justicia ambiental. Investigan cuestiones como la gestión de los recursos naturales, la planificación urbana sostenible y los impactos del cambio climático en las poblaciones frágiles; asimismo, se centran en el papel de las tecnologías limpias, la relación con la cultura y el paisaje, así como el rol de la educación ambiental en los cambios de comportamiento individual y colectivo.

Este es uno de los aspectos más positivos de este capítulo: es un enfoque en el conocimiento ligado a la situación. Las preocupaciones ambientales no son monolíticas y deben abordarse con conciencia de las condiciones geográficas, sociales y económicas de un área específica. En este sentido, muchas de las revisiones que se enumeran aquí tienen lugar en países de ingresos bajos y medianos y, especialmente, en contextos latinoamericanos, otorgándoles validez contextual y atractivo práctico para los responsables de políticas.

Adicionalmente, se enfatiza la incorporación de nuevas metodologías en la adquisición, representación y análisis de datos ambientales. Desde la modelización geoespacial aplicada y la teledetección hasta el análisis de grandes datos climáticos, estos estudios muestran cómo tanto el diagnóstico como la proyección de la ciencia de la Tierra pueden beneficiarse del soporte tecnológico de vanguardia. Esta convergencia de la ciencia ambiental con tecnologías avanzadas ayuda a contrarrestar las amenazas de fenómenos naturales como inundaciones, sequías, deslizamientos de tierra, contaminación del aire e incendios forestales.

El capítulo requiere acción colectiva y sugiere que la sostenibilidad no solo es un tema científico, sino un tema moral para todos los niveles de la sociedad. Para este propósito, se destaca la importancia de la educación ambiental como estrategia de transformación cultural, el fortalecimiento de las comunidades locales en cuanto a la gestión de riesgos y el diseño de políticas públi-

cas que no solo ayuden a reducir los impactos, sino a prevenirlos gracias al ejercicio de una planificación responsable y participativa.

Finalmente, este capítulo nos dice que la Tierra es un sistema vivo, que puede ser moldeado por acciones humanas, pero que es un frágil, vivo y dinámico, capaz de cambiar de acuerdo con las decisiones locales, pero también globales, diarias e institucionales. Las ciencias de la Tierra y ambientales no son disciplinas aisladas y reduccionistas; más bien, son el corazón de una ciencia que es consciente de su papel social y está dirigida a asegurar la vida en todas sus variedades y el futuro de las próximas generaciones.

Aplicación Android Inteligente para el ciclo reproductivo del ganado con Flutter, Supabase e IA predictiva

Manuel William Villa-Quishpe[1], Jaime Hernán Acurio-Masabanda[1], Wilson Santiago Olovacha-Toapanta[1]

Resumen

Se describe el desarrollo de Estralac, una aplicación móvil para la gestión del ciclo reproductivo del ganado, que utiliza Flutter, Supabase e inteligencia artificial predictiva. Esta permite el monitoreo de ciclos estrales, la mejora de la eficiencia reproductiva y la planificación precisa de inseminaciones. La metodología de investigación combinó entrevistas con ganaderos y veterinarios con análisis de datos históricos del ciclo estral para alimentar modelos predictivos basados en ARIMA. La aplicación registra datos clave como ciclos estrales, muestras, información de veterinarios y partos. Sin embargo, los modelos de predicción evaluados, incluyendo uno lineal generalizado y un árbol de decisión, presentan un error relativo del 38%. El árbol de decisión muestra un menor tiempo de ejecución que el modelo lineal, pero ambos tienen la misma tasa de error. La correlación en la formulación de árbol de decisión es 0.000, lo cual significa que el modelo es incapaz de identificar correctamente los patrones en los datos. Dados los hechos de las pruebas, los atributos ni siquiera influencian el resultado de la predicción, sino la variable de temperatura y actividad, aparte. Aunque

1 Primera Universidad Técnica de Cotopaxi, Latacunga, Ecuador. manuel.villa@utc.edu.ec, jaime.acurio@utc.edu.ec, wilson.olovacha2238@utc.edu.ec

la aplicación presenta cierta promesa, los algoritmos en esta etapa de predicción requieren recogidas de datos y predisposición más eficaz para proveer una adecuada predicción.

Palabras clave: ciclo reproductivo, Flutter, inteligencia artificial predictiva, ARIMA, inseminación.

Introducción

Para Ramírez (2020), "el progreso humano fue posible gracias al producto del ganado, al menos desde que se dio la llegada de la agricultura"; es decir, que esta actividad es necesaria para el ser humano. Sin embargo, en la actualidad, existen formas más eficientes para las actividades ganadera; una de ellas es el uso de la tecnología. Según López *et al.* (2020), "mientras se extendían los conocimientos tecnológicos en nuestro continente, los productos se vieron afectados por las necesidades externas". Esto quiere decir que el uso de la tecnología en el contexto ganadero es necesario para mejorar la eficiencia y mitigar la carga laboral como se menciona en López *et al.* (2020).

Pese a que la producción animal ha tenido avances que no se pueden ignorar gracias a la mecanización, aún existe cierta incertidumbre sobre el uso de tecnología en el área ganadera; incluso, en muchos otros países ha representado un reto: para Troitiño *et al*. (2021), "se ha podido evidenciar un nuevo desafío que enfrenta la sociedad, viéndose obligada a adaptarse a los cambios tecnológicos que impactan en lo que conocemos como sociedad imperante".

Como afirma Hernández y Duana (2020), "al momento de realizar un trabajo investigativo, es imprescindible tener en cuenta las técnicas e instrumentos necesarios". Para la realización de la aplicación móvil usamos dos de las herramientas más comunes para la recolección de datos: la entrevista y la encuesta, en donde se hace uso de un cuestionario, el cual constituye de una serie de preguntas las cuales se aplican dentro de un contexto, como se menciona en Ávila *et al.* (2020).

Esta aplicación busca utilizar tecnología para llevar un seguimiento del ciclo reproductivo del ganado; según (Carvajal *et al.*, 2019), "la hembra experimenta un único momento del ciclo el cual es el celo, en donde la hembra es receptiva a la monta", es altamente necesario implementar un aplicativo móvil que permita una gestión de este proceso estral, debido a que, aunque es posible detectar este estado usando la vista, no es lo más efectivo y, hasta cierto punto, es susceptible a fallos (Carvajal *et al.*, 2019).

Se desarrollará una aplicación móvil, ya que según Sánchez-Velásquez *et al.* (2022), "en la época actual, los dispositivos móviles experimentaron un crecimiento notable debido a su facilidad y pocos requerimientos para llevar a cabo determinados procesos y actividades". El objetivo es desarrollar una aplicación para dar seguimiento y control al ciclo reproductivo del ganado, debido a que se volvió más eficaz el proceso de toma de datos y análisis predictivo de problemáticas en contra del hato ganadero. Actualmente, es accesible la utilización de aplicaciones móviles que apuntan al contexto del ganado como se menciona en Sánchez-Velásquez *et al.* (2022).

Materiales y métodos

La investigación se llevó a cabo en la Hacienda de San José de Píllaro, siguiendo un enfoque de métodos mixtos, ya que combina tanto la perspectiva cualitativa como la cuantitativa. Esto facilita un análisis total del fenómeno estudiado, al incorporar procesos sistemáticos, empíricos y críticos que ayudan en la recopilación, el análisis y la integración de datos.

Inicialmente, se llevaron a cabo entrevistas al dueño de la hacienda con la finalidad de identificar las necesidades y desafíos en el manejo del ciclo estral del ganado y cómo este influye directamente en la producción de leche. Esto ayudó a definir mejor las funcionalidades que debe tener la aplicación. Además, para

recabar más información se realizaron entrevistas a veterinarios. Por consiguiente, a través de estos instrumentos se recopiló información sobre los principales aspectos en el manejo del ciclo estral en el sector ganadero.

De igual manera se siguió un método de recolección de datos cuantitativos, los cuales se obtuvieron de datos históricos del ciclo estral del ganado como fechas de celo, duración de ciclos estrales y otros patrones reproductivos del ganado; estos fueron usados para alimentar un modelo predictivo basado en ARIMA. Según Urango (2024), "es un tipo de modelo, lo que se conoce como modelos autorregresivos y de promedios móviles" con el fin de prever futuros ciclos reproductivos, optimizando así la toma de decisiones de los ganaderos. Los datos fueron recolectados mediante observaciones directas.

Se optó por una metodología ágil para el desarrollo de la aplicación, seleccionando Extreme Programming (XP), popular por el enfoque que tiene frente a la colaboración, la mejora continua y la flexibilidad a cambios. Bucheli *et al.* (2021) explica que una metodología ágil fomenta la interacción entre personas como un punto esencial para el logro y éxito en desarrollo de software.

Como *frameworks* de desarrollo se utilizó Flutter, el cual es conocido por ser un multiplataforma y Supabase; como se explica en Tobar Vega (2022), "es un framework desarrollado con Dart que es un lenguaje de programación creado por Google cuyos comandos son similares a otros lenguajes como JavaScript, Java, C#". Esta aplicación simplificó la gestión del *backend* mediante su integración con PostgreSQL. Incluye funcionalidades para el seguimiento del ciclo estral y alertas predictivas basadas en IA.

Durante la fase de prueba, se aplicaron métodos cuantitativos para medir el rendimiento de la app (precisión del modelo ARIMA) y cualitativos, para recoger opiniones y sugerencias de mejora por parte de los usuarios. Se debe tomar en cuenta que al acoger una metodología mixta no solo se consiguió información sobre cómo

los usuarios experimentan la app sino también permitió asegurar que los modelos predictivos sean eficaces y se alineen a las necesidades del usuario.

En definitiva, se recolectaron y analizaron datos cuantitativos y cualitativos para integrarlos y discutirlos con la finalidad de extraer conclusiones de toda la información recogida y comprender mejor el fenómeno investigado. Además, se evaluó la precisión del modelo predictivo mediante métricas cuantitativas y se recolectó retroalimentación cualitativa de los usuarios para identificar áreas de mejora.

En la actualidad se vive una nueva era digital, en la cual los dispositivos móviles o con acceso a internet han causado un impacto significativo debido a la agilidad que pueden dar a los procesos en diferentes campos. Según Basantes.

> El uso de aplicaciones para control y registro de producción de leche para su ganado mostró una respuesta satisfactoria, un mejor rendimiento en la calidad de la misma, el dueño notó que, al usar el sistema, le quitó horas y horas de trabajo en comparación a cómo lo hacía tradicionalmente (Mendoza Zambrano, 2023; Caiza Quinatoa y Basantes Masapanta, 2021).

Herramientas

Flutter

La demanda de aplicaciones se sustenta en que sean rápidas, atractivas y de alto rendimiento; al satisfacer estas necesidades y otras más por parte de los usuarios, Flutter ganó popularidad siendo amigable y entendible, dándonos apertura para utilizar el código base de nuestras aplicaciones, permitiendo de esta manera llevarlas a distintas plataformas. Otro de sus factores clave que generó su adopción masiva tiene que ver con su facilidad de uso y curva de aprendizaje accesible, dado que tanto desarrolladores principiantes como experimentados aprovecharon todo su potencial.

Flutter es uno de los softwares desarrollados por Google y ha sido lanzado como un servicio en 2018 junto con otros componentes estándar de la interfaz de usuario, permitiendo una amplia variedad de bibliotecas. Asimismo, es muy útil el tema de desarrollar aplicaciones de escritorio. En general, las aplicaciones en Flutter tienen el mismo aspecto esperado sin que los desarrolladores deban tener en cuenta las características específicas del sistema (Flutter Documentation, 2024).

Este software utiliza uno de los motores gráficos llamado Skia, que facilita la creación de bibliotecas iterativas y prediseñadas que permiten concebir nuevas funciones. Crear y mantener todo actualizado es una tarea enorme, que solo puede realizar una empresa como Google (Skia Documentation, 2024). Todo en una aplicación Flutter es contenido, desde botones, menús, texto o cualquier otro elemento en la pantalla. Todos tienen sus propias relaciones para mostrar en la pantalla.

Ventajas

- Puede ejecutar múltiples plataformas de destino con una única base de código.
- Fácil aprendizaje del lenguaje de programación Dart.
- Amplia biblioteca de elementos de interfaz gráfica prediseñados.
- Pruebas de velocidad de recarga en caliente durante el desarrollo.
- Fuertes aplicaciones nativas en dispositivos móviles (Google Inc., s.f.).

Desventajas

- Cuando se actualiza el diseño de la aplicación, los módulos de Flutter deben actualizarse (Google Inc., s.f.).

- Al ser un lenguaje nuevo, no es muy extenso y cuenta con una comunidad reducida (Costa, 2020).

Dada la situación y disfrutando de las grandes ventajas de utilizar el *framework* móvil de Google y las sugerencias de Firebase que nos brinda una alta compatibilidad tanto con Android como con iOS, hacemos el mismo trabajo de desarrollar aplicaciones utilizando estos entornos. El desarrollo se hace en tu idioma, porque las aplicaciones son compatibles para ambos sistemas operativos (Firebase, 2022).

Este enfoque de trabajo está basado en la investigación documental sobre el desarrollo de aplicativos móviles, teniendo como objetivo una comprensión más crítica y sobre todo analítica de los cambios llamados energía e impacto. Cuando se producen nuevos conocimientos y comprensión sobre esta tecnología, Flutter, a su vez, nos permite realizar y ver los cambios aplicados en tiempo real sin la necesidad de recompilar nuestra aplicación. Esta es una de las características más utilizadas, dado que permitió que los usuarios mejoraran significativamente la productividad y la experiencia de desarrollo.

Desarrollar aplicaciones talentosas, complejas y duplicadas no solo implica una mayor probabilidad de que se produzcan eventos inesperados, sino que también multiplica enormemente su impacto en la agilidad del equipo. Es por eso que la motivación de este trabajo proviene de años dedicados al desarrollo de soluciones híbridas que parecían estar siempre detrás del mismo desarrollo nativo con base en el rendimiento y las capacidades. Esto hasta que apareció Flutter, mejorando la experiencia de los usuarios que se dedican al desarrollo de aplicaciones móviles (Firebase, 2022).

Supabase

Es una plataforma *backend* como servicio (BaaS) de código. Su principal objetivo es simplificar el desarrollo en la parte del

backend (Attallah, 2022). En cambio, el principal propósito de Supabase es crear la plataforma BaaS (Backend as a Service), la cual está construida sobre PostgreSQL. Esta permite crear aplicaciones web y móviles rápidamente, sin tener que gestionar un *backend* tradicional. Al igual que PostgREST y PostGraphile, Supabase genera automáticamente una API RESTful o GraphQL basada en el esquema de la base de datos ingresada.

Supabase utiliza tecnologías como PostgreSQL, la cual permite generar su API REST, lo que crea funcionalidades de la RLS (Row Level Security). A su vez, esto va a permitir que se definan reglas de acceso a nivel de filas en las tablas de la base de datos que hemos creado; esto con la finalidad de tener seguridad en el almacenamiento de datos.

Supabase ayudó y facilitó el desarrollo en la parte del *backend*, ya que usar la base de datos PostgRES resultó más factible para generar el esquema de la base de datos, ya que permite aprovechar las características avanzadas de BDD sin tener que administrar un servidor de *backend* completo.

IA predictiva

La inteligencia artificial predictiva es una rama de la IA que utiliza datos históricos y algoritmos avanzados de aprendizaje automático para identificar patrones y predecir eventos futuros o tendencias con base en probabilidades (Fernández *et al.*, 2022). Su objetivo principal es anticipar comportamientos, condiciones o resultados, permitiendo la toma de decisiones informadas y proactivas en áreas como negocios, salud, industria, finanzas y marketing. Esta tecnología se adapta y mejora continuamente mediante el análisis de nuevos datos, haciendo que las predicciones sean cada vez más precisas (Abeliuk, 2021).

Resultados y discusión

Explicación de la app

El funcionamiento de nuestra aplicación móvil es muy variado y de gran utilidad para las personas que quieran tener control y una solución integral para optimizar la gestión del ciclo estral del ganado. Esta permite el monitoreo de manera precisa de los ciclos estrales; asimismo, mejora la eficiencia reproductiva del ganado y facilita el planificar las inseminaciones y tener una organización adecuada para aumentar la producción de leche dentro de la hacienda.

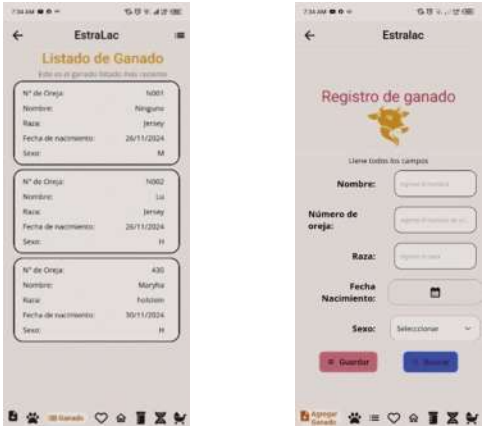
En un inicio, nuestra aplicación muestra un menú de opciones donde los usuarios pueden escoger qué tipo de datos y en qué entidad necesitan para realizar un registro, como calendario estral, registro de ganado, muestras, veterinario, ciclo estral y partos.

Dentro del calendario, los usuarios pueden buscar a través del número de oreja de la vaca cuándo es su fecha de inicio y de fin.

Resultados

Aplicación

Figura 1. GUI de registros de ganado



Subfigura a **Subfigura b**

Figura 2. Hacienda en San José de Píllaro

Modelos de predicción

Se realizará una comparación entre dos modelos de predicción: un modelo lineal generalizado y un árbol de decisión, evaluando tanto su precisión como su eficiencia. Se medirá el error relativo y el tiempo de ejecución de ambos modelos para identificar cuál tiene mejor desempeño en cuanto a tiempo de procesamiento. Se analizarán las métricas adicionales, como desviación estándar, tiempo de entrenamiento y *scoring* para obtener una visión más completa de cada modelo. Finalmente, se revisarán los coeficientes del modelo lineal para comprender el impacto de cada variable, independiente en la predicción, y se evaluará la complejidad y desempeño del árbol de decisión, con el objetivo de identificar cuál modelo ofrece un mejor equilibrio entre precisión y eficiencia.

Figura 3. Gráfico de barras de muestras

Nota: El modelo Decision Tree destaca por menor tiempo total (1 s) y de entrenamiento (1 ms) en comparación con el Generalized Linear Model (3 s total y 3 ms de entrenamiento). Ambos tienen resultados similares en error relativo, pero difieren en eficiencia temporal.

La Figura 3 muestra el error relativo y el tiempo de ejecución (Runtimes) para diferentes modelos evaluados:

- Generalized Linear Model: error relativo del 38%, tiempo total de ejecución 3.078 ms.
- Decision Tree: error relativo del 38%, tiempo total de ejecución 1.386 ms.

Se comparan diferentes métricas:

- Relative Error (error relativo): ambos modelos tienen el mismo valor, 38%.
- Standard Desviation (desviación estándar): ±0.4%.
- Gains (ganancias): marcado con ?, posiblemente indicando que no se calcularon.
- Total Time (tiempo total): el tiempo de procesamiento del Decision Tree es menor que el de Generalized Linear Model.
- Training Time (tiempo de entrenamiento): también es menor para el Decision Tree (1 ms frente a 3 ms).
- Scoring: 1 ms para ambos modelos.

Figura 4. Modelo lineal

Generalized Linear Model - Model

Attribute	Coefficient	Std. Coefficient	Std. Error	z-Value	p-Value
Activity_Level.Alto	0.022	0.022	?	?	?
Activity_Level.Bajo	0	0	?	?	?
Activity_Level.Medio	0	0	?	?	?
Activity_Level.MISSING	0	0	?	?	?
Progesterone_Level_ngmL	-0.000	-0.000	?	?	?
Estrogen_Level_ngmL	-0.000	-0.000	?	?	?
Body_Temperature_C	0.001	0.002	?	?	?
Intercept	7.916	7.951	?	?	?

Nota: Resumen de los atributos utilizados en un Generalized Linear Model, mostrando sus coeficientes y coeficientes estándar para variables como Activity Level (alto, bajo, medio, *missing*)

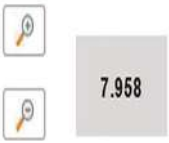
Nivel de actividad:

- Los niveles bajo, medio y *missing* no tienen impacto en el modelo (coeficiente = 0).
- Alto tiene un coeficiente de 0.022, lo que indica un leve impacto positivo.
- Progesterone Level ngmL y Estrogen Level ngmL: ambos tienen coeficientes negativos, pero insignificantes (-0.000).
- Body Temperature C: tiene un coeficiente positivo bajo (0.001). Esto sugiere que la temperatura corporal tiene un efecto positivo muy pequeño en la variable dependiente.
- Intercept (intersección): el valor de la intersección (7.916) representa el valor promedio de la variable dependiente cuando todas las variables independientes son 0.

Los resultados sugieren que la mayoría de los atributos tienen un impacto muy limitado en la predicción de la variable dependiente; excepto *activity level* alto y *body temperature C*, que tienen coeficientes positivos pero bajos.

Los valores faltantes en columnas como Std. Error, z-value y p-value limitan la interpretación estadística, ya que no es posible determinar la significancia de los coeficientes.

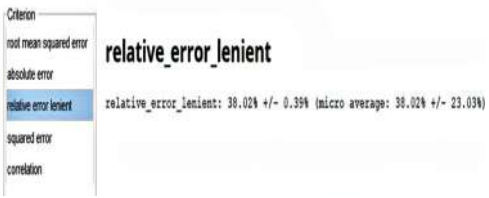
Figura 5. Árbol de decisión



Nota: Valor promedio de la variable dependiente del árbol de decisión, cuando todas las variables independientes son 0.

El árbol de decisión parece ser muy básico o no contiene suficiente complejidad en este nivel de visualización.

Figura 6. Desempeño



Nota: El análisis de rendimiento de un modelo de árbol de decisión indica una evaluación del error promedio cuadrático en la predicción del modelo.

- 4.328: El error promedio entre las predicciones y los valores reales, en las mismas unidades que la variable objetivo.
- ± 0.028: La variación o incertidumbre asociada al cálculo del RMSE. Este valor bajo indica que el modelo es consistente.
- Micro average: Representa el error promedio considerando todas las instancias, independientemente de las clases o grupos específicos. La incertidumbre es ± 0.000, lo que implica una estabilidad alta en este promedio.

Figura 7. Error absoluto

Nota: Se representa el rendimiento de un modelo de árbol de decisión. El valor mide el error absoluto promedio entre las predicciones del modelo y los valores reales.

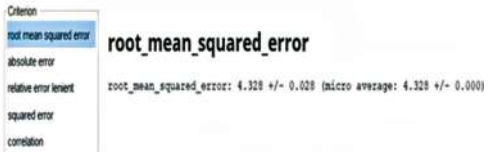
El error absoluto promedio de 3.742 significa que, en promedio, las predicciones del modelo están desviadas por aproximadamente 3.742 unidades respecto a los valores reales. Sin embargo, la incertidumbre mayor en el promedio micro (± 2.174) podría indicar variabilidad en subgrupos del conjunto de datos. Esto podría investigarse más a fondo.

Figura 8. Error relativo

Nota: Esta imagen nos muestra el criterio que mide el error relativo promedio considerando un enfoque más permisivo.

Aunque el error relativo es consistente en general (incertidumbre baja a nivel global), la variabilidad en el micropromedio indica que el modelo puede tener dificultades para predecir correctamente ciertas instancias o subgrupos.

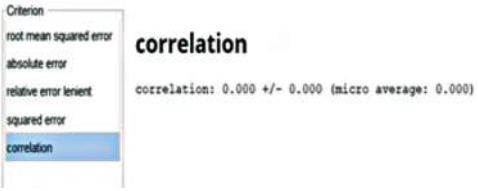
Figura 9. Error cuadrático



Nota: La imagen muestra una interfaz de evaluación de desempeño para un modelo de árbol de decisión.

En el menú lateral se presentan varios criterios, como "root mean squared error, absolute error, correlation, entre otros". En el panel derecho, se indica el valor del error cuadrático promedio como 18.729 ± 0.243, junto con el promedio micro: 18.729 ± 16.650. En promedio, las desviaciones entre las predicciones y los valores reales tienen una magnitud considerable, especialmente si se compara con el rango de la variable objetivo. El modelo tiene problemas para generalizar en algunas partes del conjunto de datos.

Figura 10. Correlación



Nota: La imagen muestra la evaluación del desempeño de un modelo de árbol de decisión utilizando el criterio de "correlation", seleccionado en el menú lateral. En el panel derecho, se informa que la correlación es 0.000 ± 0.000, junto con el micropromedio, que también es 0.000. Esto indica una ausencia total de correlación en los datos evaluados.

Una correlación de 0.000 sugiere que las predicciones del modelo no tienen una relación lineal con los valores reales de la variable objetivo. El modelo no está capturando adecuadamente los patrones en los datos. El modelo tiene bajo desempeño: la falta de correlación indica que el modelo no está funcionando bien en términos de capturar relaciones en los datos.

Conclusiones

En definitiva, la aplicación Estralac mejora la gestión del ciclo reproductivo del ganado al proporcionar herramientas predictivas y organizativas que permiten aumentar la eficiencia reproductiva y la producción de leche. El uso de Flutter y Supabase demuestra cómo las tecnologías modernas pueden integrarse en el sector ganadero, simplificando el desarrollo y permitiendo la implementación de soluciones móviles accesibles y funcionales para los usuarios. El impacto de la IA en los modelos de inteligencia artificial predictiva, como ARIMA, ofrece una herramienta poderosa para anticipar los ciclos reproductivos, optimizando recursos y reduciendo costos asociados a la planificación de la producción ganadera.

Referencias

Abeliuk, A. (2021). Historia y evolución de la inteligencia artificial. *Bits de Ciencia*, 14-21.

Attallah, N.° (2022). Use of a superbase ionic liquid for cellulose dissolution and regeneration upon cooling in the form of particles and films. Doctoral dissertation, The University of Helsinki.

Avila, H. F., Gonzales, M. M. y Silverio, L. (2020). La entrevista y la encuesta: ¿métodos o técnicas de indagación empírica? *Didasc@ lia: didáctica y educación*.

Bucheli, L. A., Cargua, M. P., Araujo, H. R. y Toasa, R. M. (2021). *Evaluación del desempeño de metodologías de desarrollo de software en aplicaciones móviles.* Editorial UISRAEL.

Caiza Quinatoa, M. C. y Basantes Masapanta, J. D. (2021). Desarrollo de una aplicación móvil con administración web para la gestión de la producción lechera de ganado bovino de la hacienda Mayrita ubicada en el cantón Mejía. B.S. Thesis, Ecuador: Latacunga: Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC).

Carvajal, A., Martinez, E. y Tapia, M. (2019). Aplicación móvil de gestión empresarial para fincas ganaderas, articulado con el programa de trazabilidad bovina. *Revista Ingeniería Solidaria*.

Costa, M. R. (2020). An overview of flutter and its ecosystem. *J Softw Eng Appl, 12*(3), 160-175.

Fernández, C. M., García, R. S. y Mendoza, V. R. (2022). Exploring the future of mobile app development with flutter and firebase. *Int J Softw Dev Inform Syst, 45*(1), 50–63.

Firebase (2022). Welcome to firebase for flutter! *Comput Sci Rev*. https://firebase.google.com/docs/flutter

Flutter documentation (2024). Flutter.dev. *Flutter documentation*. https://flutter.dev/docs

Google Inc. (s.f.). Flutter: Build beautiful apps for any screen. *Google Inc*. https://flutter.dev

Hernández, M. S. y Duana, A. D. (2020). Técnicas e instrumentos de recolección de datos. *Boletín científico de las ciencias económico administrativas del ICEA*.

López, M. A., Moraes, M. I. y Wilcox, R. (2020). Ganadería en el mundo americano: algunas reflexiones sobre tecnología, consumo e intercambio. *Mundo agrario*.

Mendoza Zambrano, L. D. (2023). Desarrollo de aplicación móvil para el control y producción de bovinos en la finca 4 hermanos sector La Esperanza cantón El Carmen. Ph.D. dissertation, Placeholder School.

Ramírez, J. F. N. (2020). Sobre algunos mitos y realidades de la ganadería. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria, 3*.

Sánchez-Velásquez, M. C., Rodríguez-Rodríguez, J. A., Coronel-Rojas, L. A. y Rico-Bautista, D. (2022). Control ganadero: Aplicación móvil para gestionar la información de producción de leche de vaca aplicado a la granja UFPSO. *Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação*, *E49*, 347-359.

Skia Documentation (2024). Aceptación tecnológica de una aplicación móvil para la gestión de negocios lecheros. *Placeholder Journal*. https://skia.org

Tobar Vega, L. D. (2022). Sistema web móvil para control del proceso de crianza y producción de ganado lechero en la finca "san Antonio" de la ciudad de Mira. Ph.D. dissertation, Pontificia Universidad Católica del Ecuador Ibarra. https://repositorio.puce.edu.ec/bitstreams/1b1da24f-86b6-4850-b12b-97379931a0c2/download

Troitiño, D. R. *et al.* (2021), La década digital de la unión europea: desarrollos e impactos sobre su ciudadanía y economía. *IDP. Revista de Internet, Derecho y Política, 34*, 1–14.

Urango, Y. E. M. (2024). Pronósticos del precio del ganado de primera calidad en subastar sa-montería: Una comparativa entre modelos de series de tiempo clásicos, redes neuronales artificiales y modelos híbridos. Ph.D. dissertation, Universidad de Córdoba. https://repositorio.unicordoba.edu.co/bitstreams/7ac5a632-c3ad-4b7f-b9e4-461422a15814/download

Conservando al oso andino: educación, innovación y leyes para un futuro sostenible

Carlos Bucheli-Escobar[1], Juan Pablo Santamaria[1,2]

Resumen

Este capítulo analiza cómo la educación, la innovación y la colaboración interdisciplinaria pueden fortalecer la conservación del oso andino (*Tremarctos ornatus*), una especie emblemática de Ecuador cuya población ha disminuido un 50% en tres décadas, quedando menos de 3 000 ejemplares debido a la minería, la deforestación (30% de pérdida de hábitat) y el cambio climático (IUCN, 2023; MAATE, 2023b). La Constitución de 2008, pionera en reconocer los derechos de la naturaleza, enfrenta desafíos de implementación, como el incumplimiento de sentencias y la falta de financiamiento (Corte Constitucional del Ecuador, 2021). Se examinan iniciativas educativas formales, como los estudios de Zapata-Ríos *et al.* (2021) sobre el rol ecológico del oso, y no formales, como el monitoreo Kichwa en Napo (Gualinga, 2023). Las innovaciones incluyen mapeo de conflictos mineros (Iniciativa Jukumari, 2023) y sentencias como Los Cedros y Estrellita (Corte Constitucional del Ecuador, 2021, 2022). La colaboración se evidencia en la consulta popular de Quito 2023, con un 68% de rechazo a la minería en el Chocó Andino (CNE, 2023). Una encuesta a 10 personas en Quito (marzo 2025) revela que el 100% valora la educación para la sostenibilidad, pero el 80% critica a las instituciones educativas; el 40% conoce al oso andino en contextos educativos, el 70% ve las

1 Universidad Tecnológica Indoamérica, Ambato, Ecuador. buchelicarlos65@gmail.com
2 Derecho, Facultad de Jurisprudencia y Ciencias Políticas, Universidad Tecnológica Indoamérica, Ambato, Ecuador. jahmpa@gmail.com

leyes como insuficientes, y el 90% está dispuesto a participar en iniciativas. Los resultados destacan la necesidad de currículums específicos, un aumento del 40% en el financiamiento del Plan Nacional del Oso Andino (MAATE, 2023a), y mecanismos para cumplir sentencias. Se recomienda fortalecer la educación con programas integrales, implementar políticas públicas que prioricen la conservación y fomentar alianzas multisectoriales para garantizar la supervivencia del oso andino como símbolo de sostenibilidad.

Palabras clave: oso andino, sostenibilidad, educación, innovación, derechos de la naturaleza.

Introducción

La pérdida de biodiversidad global —con un 68% de declive en poblaciones de vertebrados desde 1970— y el cambio climático, que amenaza con un calentamiento de 1.5 °C para 2030, exigen soluciones urgentes (IPCC, 2023; WWF, 2020). En este contexto, el oso andino (*Tremarctos ornatus*), único oso sudamericano, enfrenta una crisis crítica en Ecuador, donde su población ha caído un 50% en tres décadas, dejando menos de 3 000 ejemplares (IUCN, 2023). Las principales amenazas incluyen la minería (legal e ilegal, que afecta el 15% de su hábitat), la deforestación (30% de pérdida de bosques altoandinos) y el cambio climático, que altera la disponibilidad de frutos silvestres (MAATE, 2023). Como especie paraguas, el oso andino protege ecosistemas esenciales para más de 600 especies de plantas y animales, fuentes de agua para comunidades locales, y servicios ecosistémicos como la regulación climática (Zapata-Ríos, 2021). Su conservación es, por tanto, un imperativo ecológico y social.

Ecuador, un *hotspot* de biodiversidad, con 17% de las especies mundiales en solo el 0.2% del territorio global, ofrece un laboratorio único para la sostenibilidad (Mittermeier, 1998). Su Constitución

de 2008 (Arts. 71-74) reconoce los derechos de la naturaleza, un hito que ha inspirado sentencias como la del Bosque Protector Los Cedros, que prohibió la minería en hábitats del oso (Corte Constitucional del Ecuador, 2021). Sin embargo, proyectos extractivos como La Plata, que amenaza el Chocó Andino, y el incumplimiento de fallos judiciales revelan una brecha entre las leyes y su aplicación (El Comercio, 2023). Esta contradicción plantea la pregunta central: ¿Cómo puede el conocimiento transformador, generado a través de la educación, la innovación y la colaboración interdisciplinaria, cerrar esta brecha y salvar al oso andino?

El objetivo de este capítulo es analizar estas dinámicas, utilizando el caso del oso andino como un modelo para la sostenibilidad global. Se exploran iniciativas educativas formales (investigaciones académicas), no formales (monitoreo comunitario, educación escolar), innovaciones tecnológicas (mapeo de conflictos) y jurídicas (sentencias constitucionales), y esfuerzos colaborativos (consulta popular de Quito). Una encuesta a 100 personas (marzo 2025) proporciona datos empíricos sobre percepciones de educación, leyes y disposición a actuar. La relevancia de este estudio radica en su capacidad para ofrecer lecciones replicables en contextos de alta biodiversidad, demostrando cómo alinear conocimiento y acción puede proteger especies clave. El capítulo se organiza en secciones que detallan la metodología, los resultados de las iniciativas y la encuesta, y conclusiones con recomendaciones para educadores, investigadores y tomadores de decisiones.

Marco teórico

La sostenibilidad se define como el desarrollo que satisface las necesidades presentes sin comprometer las futuras (Brundtland, 1987). En este contexto, las especies paraguas como el oso andino son cruciales, pues su conservación protege ecosistemas enteros (Noss, 1990). La educación para la sostenibilidad, según UNESCO (2017), debe

ser transformativa, integrando conocimientos, valores y habilidades. La innovación, tanto tecnológica como social, es esencial para abordar desafíos complejos (Westley *et al.*, 2011). Finalmente, la colaboración interdisciplinaria, que une ciencia, derecho y saberes tradicionales, es clave para soluciones holísticas (Lang *et al.*, 2012).

Metodología

Este estudio emplea un enfoque analítico-reflexivo que integra métodos cualitativos y cuantitativos para examinar la conservación del oso andino desde tres ejes: educación, innovación y colaboración interdisciplinaria. El diseño mixto combina revisión documental, análisis de casos de estudio y recolección de datos empíricos mediante una encuesta; busca una comprensión holística de los desafíos y oportunidades en el contexto ecuatoriano.

Diseño del estudio

El estudio guarda un enfoque mixto que incluye análisis cualitativo y cuantitativo.

Análisis cualitativo: revisión de iniciativas educativas, innovaciones y esfuerzos colaborativos para identificar patrones, fortalezas y limitaciones. Se priorizan casos con impacto documentado en la conservación del oso andino.

Análisis cuantitativo: evaluación de datos de una encuesta para capturar percepciones sobre educación, sostenibilidad y leyes. El enfoque reflexivo conecta los hallazgos con el marco legal de Ecuador, donde los derechos de la naturaleza coexisten con desafíos de implementación (Corte Constitucional del Ecuador, 2021).

Selección de casos

Se seleccionaron casos basados en su relevancia, impacto y disponibilidad de fuentes verificables:

- Educación formal: estudios académicos sobre el rol ecológico del oso andino (Zapata-Ríos, 2021) y programas de formación como la Iniciativa Jukumari (2023), que capacita profesionales en mapeo de conflictos mineros.
- Educación no formal: iniciativas comunitarias, como el monitoreo Kichwa en Napo con cámaras trampa (Gualinga, 2023), y la integración de la Sentencia del Chocó Andino en currículums escolares para enseñar justicia climática (Corte Constitucional del Ecuador, 2023).
- Innovación tecnológica: herramientas de mapeo que identifican conflictos entre concesiones mineras y hábitats del oso, utilizadas en litigios y políticas públicas (Iniciativa Jukumari, 2023).
- Innovación jurídica: sentencias Los Cedros y Estrellita, que priorizan los derechos de la naturaleza y los animales (Corte Constitucional del Ecuador, 2021, 2022).
- Colaboración interdisciplinaria: la consulta popular de Quito 2023, que rechazó la minería en el Chocó Andino con un 68% de votos (CNE, 2023).

La selección se guio por la capacidad de los casos para ilustrar cómo el conocimiento se traduce en acción, con énfasis en la diversidad de actores (academia, comunidades, jueces, ciudadanos).

Adicionalmente, se diseñó una encuesta de cinco preguntas cerradas (respuestas "Sí" o "No") para evaluar percepciones sobre educación, sostenibilidad y conservación del oso andino:

- ¿Consideras que la educación es fundamental para promover la sostenibilidad?
- ¿Crees que las instituciones educativas en tu país están haciendo lo suficiente para enseñar sobre sostenibilidad?
- ¿Has aprendido sobre el oso andino (oso de anteojos) y su importancia ecológica en un contexto educativo?

- ¿Crees que las leyes actuales en tu país son suficientes para proteger especies como el oso andino?
- ¿Participarías en iniciativas educativas o comunitarias para apoyar la conservación del oso andino?

La encuesta se aplicó en marzo de 2025 a 100 personas , seleccionadas por conveniencia (estudiantes universitarios y profesionales; 60% mujeres, 40% hombres; edad promedio 25-35 años; con formación en ciencias sociales, ambientales o educación). Aunque la muestra es pequeña, ofrece una visión preliminar de un grupo con interés en sostenibilidad, relevante para el estudio.

Procedimientos

La encuesta se distribuyó digitalmente mediante Google Forms, con un consentimiento informado que garantizaba anonimato. Las respuestas se recopilaron en Google Sheets y se analizaron calculando porcentajes para cada pregunta, verificados manualmente para evitar errores. La revisión documental incluyó fuentes académicas (Google Scholar, Scopus), legales (sitios oficiales de la Corte Constitucional), y periodísticas (El Comercio), seleccionadas por su relevancia y actualidad (2018-2023). Los casos se analizaron cualitativamente mediante codificación temática, identificando tres temas: brechas educativas, limitaciones de implementación, y potencial colaborativo. Los datos de la encuesta se triangularon con los casos para validar las observaciones, asegurando coherencia.

Recursos y contexto

El estudio se realizó sin financiamiento externo, utilizando recursos digitales gratuitos (Google Scholar, Google Sheets, sitios gubernamentales). Los autores recopilaron y analizaron los datos manualmente, con apoyo de herramientas de análisis básico. El contexto ecuatoriano —con su Constitución de 2008 y amenazas como la minería (15% de los hábitats del oso afectados) y la

deforestación (30% de pérdida de bosques)— influyó en la selección de casos y preguntas (MAATE, 2023). Las limitaciones incluyen el tamaño reducido de la muestra, que restringe la generalización, la dependencia de fuentes secundarias para algunos casos y el acceso limitado a datos primarios de comunidades rurales debido a restricciones logísticas.

Análisis

Los datos de la encuesta se presentan en la Tabla 1 y la Figura 1 para visualizar tendencias. El análisis cualitativo identificó brechas en la educación (falta de currículums específicos), obstáculos en la implementación de innovaciones (déficit financiero) y oportunidades en la colaboración (movilización ciudadana). La triangulación aseguró que los hallazgos fueran consistentes con la encuesta, para proporcionar una perspectiva empírica sobre las percepciones públicas.

Resultados

Los resultados destacan avances y desafíos en la conservación del oso andino y en la educación ambiental, organizados en cinco subsecciones: educación formal, educación no formal, innovación tecnológica, innovación jurídica, y colaboración interdisciplinaria. Cada resultado está respaldado por una cita específica y los datos de una encuesta reciente complementan el análisis.

Educación formal

Las investigaciones académicas han consolidado al oso andino como una especie paraguas clave para los ecosistemas altoandinos. Estudios realizados en la Universidad San Francisco de Quito han documentado cómo los movimientos del oso facilitan la dispersión de semillas, beneficiando a más de 600 especies de plantas y animales, y asegurando servicios ecosistémicos como la

regulación hídrica (Zapata-Ríos, 2021). La Iniciativa Jukumari capacita a estudiantes y profesionales en el mapeo de conflictos mineros, generando datos que apoyan la conservación, pero su alcance está limitado por la falta de financiamiento y la escasa integración de este fenómeno en currículums universitarios nacionales (Iniciativa Jukumari, 2023). La encuesta revela que solo el 40% de los encuestados ha aprendido sobre conservación y sostenibilidad en contextos educativos, lo que indica una brecha significativa en la difusión de conocimientos científicos hacia estudiantes y profesionales (Encuesta, marzo 2025).

Educación no formal

Las iniciativas no formales muestran un potencial transformador para conectar conocimiento y acción. Las comunidades Kichwa de Napo han implementado monitoreo con cámaras trampa, generando datos sobre poblaciones de osos mientras fortalecen su identidad cultural y derechos territoriales, amparados por el Artículo 57 de la Constitución (Asamblea Nacional Constituyente, 2008). Este modelo ha inspirado a otras comunidades, pero enfrenta desafíos como la falta de acceso a tecnología y capacitación. En el ámbito escolar, algunos maestros han incorporado la enseñanza de los Objetivos de Desarrollo Sostenible, explicando a los estudiantes sobre justicia climática y los derechos de la naturaleza, aunque la desigualdad en el acceso educativo (especialmente en zonas rurales) limita su impacto (Corte Constitucional del Ecuador, 2023). La encuesta destaca que el 100% de los participantes considera la educación fundamental para la sostenibilidad, pero el 80% critica a las instituciones educativas por no hacer lo suficiente, reflejando una desconexión entre las iniciativas y su escalabilidad (Encuesta, marzo 2025).

Innovación tecnológica

El mapeo de conflictos mineros ha emergido como una herramienta clave para proteger los hábitats del oso. La Iniciativa

Jukumari ha desarrollado mapas que identifican superposiciones entre concesiones mineras y áreas críticas como el Chocó Andino, proporcionando evidencia para litigios y políticas públicas (Iniciativa Jukumari, 2023). Estos mapas han sido utilizados por organizaciones como Amazon Watch para denunciar proyectos extractivos, pero su implementación está restringida por la falta de financiamiento y acceso a tecnología en comunidades locales. El Plan Nacional del Oso Andino, que busca restaurar 100 000 hectáreas de bosque para 2033, enfrenta un déficit de financiamiento del 40%, lo que limita la adopción de estas innovaciones a gran escala (MAATE, 2023a). La deforestación, que ha reducido el 30% de los bosques altoandinos, agrava la urgencia de estas herramientas (MAATE, 2023b).

Innovación jurídica

El ámbito jurídico ha producido avances sin precedentes. La sentencia del caso Los Cedros prohibió actividades mineras en un hábitat clave del oso, estableciendo un precedente global al priorizar los derechos de la naturaleza sobre intereses económicos (Corte Constitucional del Ecuador, 2021). La sentencia Estrellita reconoció a los animales como sujetos de derechos, abriendo nuevas vías para proteger al oso andino contra el tráfico de fauna y la caza (Corte Constitucional del Ecuador, 2022). Sin embargo, proyectos como La Plata, que amenazan el Chocó Andino, muestran que el incumplimiento de fallos persiste (El Comercio, 2023). La encuesta indica que el 70% de los encuestados considera que las leyes actuales son insuficientes; destaca la necesidad de mecanismos de monitoreo y sanciones más estrictos (Encuesta, marzo 2025).

Colaboración interdisciplinaria

La colaboración entre academia, comunidades, sociedad civil y jueces ha generado resultados tangibles. La consulta popular de Quito en 2023, donde el 68% de los votantes rechazó la minería en

el Chocó Andino, fue un esfuerzo conjunto que involucró a científicos (proporcionando datos sobre el oso), abogados (litigando con base en la Constitución), y ciudadanos (movilizados tras campañas educativas) (CNE, 2023). Este caso, respaldado por la Sentencia del Chocó Andino, demuestra cómo la sinergia entre actores puede imponerse a intereses extractivos (Corte Constitucional del Ecuador, 2023). La encuesta refleja un fuerte potencial para la acción colectiva, con el 90% de los encuestados dispuestos a participar en iniciativas educativas o comunitarias para la conservación del oso (Encuesta, marzo 2025).

Figura 1. Encuesta sobre la educación y sostenibilidad

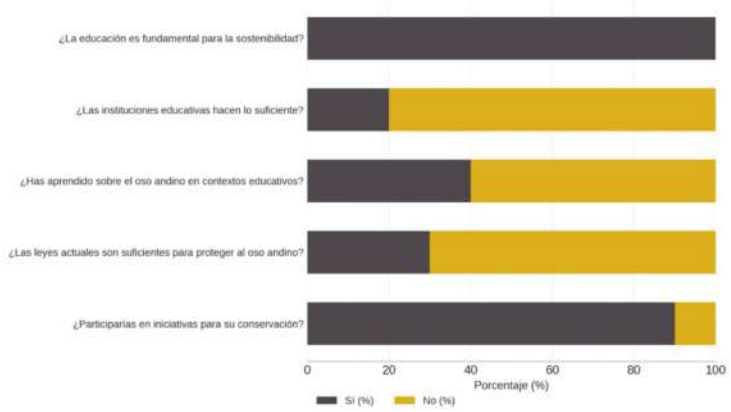


Tabla 1. Resultados de la encuesta sobre educación y sostenibilidad

Pregunta	Sí (%)	No (%)
¿La educación es fundamental para la sostenibilidad?	100	0
¿Las instituciones educativas hacen lo suficiente?	20	80
¿Has aprendido sobre el oso andino en contextos educativos?	40	60
¿Las leyes actuales son suficientes para proteger al oso andino?	30	70
¿Participarías en iniciativas para su conservación?	90	10

Nota. Encuesta realizada a 100 personas en Ecuador, marzo 2025.

Conclusión

La conservación del oso andino (*Tremarctos ornatus*) es uno de los desafíos y oportunidades para la sostenibilidad en un mundo en crisis. Con una población reducida a menos de 3 000 ejemplares en Ecuador debido a la minería (15% de hábitat afectado), a la deforestación (30% de bosques perdidos) y al cambio climático, la supervivencia de esta especie paraguas es un imperativo ecológico y social (IUCN, 2023; MAATE, 2023b). Los resultados de este estudio revelan que el marco legal pionero de Ecuador, que reconoce los derechos de la naturaleza desde 2008, es un punto de partida sólido, pero insuficiente sin un conocimiento transformador que lo active (Asamblea Nacional Constituyente, 2008). La educación es percibida como fundamental por el 100% de los encuestados; por ello, las instituciones educativas son criticadas por el 80%: solo el 40% ha recibido formación sobre conservación y sostenibilidad, lo que condena a una desconexión entre el conocimiento científico y la acción comunitaria (Encuesta, marzo 2025).

Las innovaciones tecnológicas, como el mapeo de conflictos mineros, han proporcionado herramientas críticas para litigios y políticas, pero el déficit de financiamiento del 40% en el Plan Nacional del Oso Andino y la falta de acceso a tecnología en comunidades rurales limitan su escalabilidad (Iniciativa Jukumari, 2023; MAATE, 2023a). Las innovaciones jurídicas, como las sentencias Los Cedros y Estrellita, han establecido precedentes globales, pero el 70% de los encuestados considera que las leyes son insuficientes debido al incumplimiento de fallos y a la persistencia de proyectos extractivos como La Plata (Corte Constitucional del Ecuador, 2021, 2022; El Comercio, 2023). La colaboración interdisciplinaria, ejemplificada por la consulta popular de Quito (68% contra la minería), demuestra el poder de unir academia, comunidades, abogados y ciudadanos; ha sido respaldada por el 90% de disposición a participar en iniciativas (CNE, 2023; Encuesta, marzo 2025).

Las implicaciones prácticas son claras y urgentes. Ecuador debe implementar reformas educativas integrales, incorporando módulos sobre el oso andino y los derechos de la naturaleza en el currículo de primaria, secundaria y universidad, con un enfoque práctico que conecte a los estudiantes con la conservación. Se recomienda establecer programas no formales, como talleres comunitarios en las zonas donde habita el oso y campañas de sensibilización en redes sociales para llegar a poblaciones rurales y urbanas. Financieramente, el Plan Nacional del Oso Andino requiere un aumento de al menos el 40% en su presupuesto, priorizando la restauración de corredores ecológicos como Llanganates, Sangay y el Chocó Andino. La implementación de sentencias judiciales debe fortalecerse mediante un organismo de monitoreo independiente, con poder para sancionar violaciones y garantizar el cumplimiento en proyectos mineros.

Las limitaciones del estudio incluyen el tamaño reducido de la muestra (10 encuestados), que refleja percepciones de un grupo urbano y educado, pero no de comunidades rurales o tomadores de decisiones. La dependencia de fuentes secundarias para algunos casos (ej. monitoreo Kichwa) también restringe la profundidad de los datos primarios. Futuras investigaciones deberían ampliar la muestra, incluyendo a comunidades indígenas y autoridades locales, y evaluar el impacto de reformas educativas en la conciencia ambiental. Asimismo, se recomienda estudiar la viabilidad de escalar iniciativas como el monitoreo Kichwa a nivel nacional, y analizar cómo las políticas de financiamiento pueden alinearse con los objetivos de conservación.

A nivel global, el caso ecuatoriano ofrece un modelo replicable para países con alta biodiversidad, como Colombia, Perú o Brasil, donde especies paraguas enfrentan amenazas similares. La integración de educación, innovación y colaboración interdisciplinaria puede transformar las leyes en acción, asegurando que el conocimiento no sea un fin en sí mismo, sino un medio para proteger

la vida. El oso andino, con su presencia silenciosa en los bosques nublados, es más que una especie en peligro: es un llamado a repensar nuestra relación con la naturaleza, honrando el legado de un planeta donde la biodiversidad y las comunidades puedan prosperar juntas.

Sí, podemos salvar al oso de anteojos con las leyes, pero no serán letras en un papel, sino pueblos movilizados, sociedad civil, jueces valientes y cámaras que capturan lo invisible las que escribirán este final. Como el oso que escala los páramos entre niebla y sol, Ecuador tiene ante sí un camino: honrar su Constitución o perder su alma verde. Con solo 3 000 osos sobreviviendo en las montañas, cada ley aplicada, cada hectárea reforestada y cada concesión denunciada son un latido más para este país que aún cree en sus raíces.

La respuesta está en nuestras manos, en las leyes que defendemos y en los bosques que no callan. Como escribió la bióloga Jane Goodall (1999): "No heredamos la Tierra de nuestros ancestros; la tomamos prestada de nuestros hijos".

Las leyes son muy importantes, pero la conciencia colectiva es el alma de toda esta lucha. Ecuador puede liderar un modelo donde los derechos de la naturaleza no sean poesía constitucional, sino acción. El oso de anteojos, con su mirada sabia entre el bosque nublado, nos interroga. ¿Seremos cómplices de su extinción o guardianes de su futuro? La respuesta no está en discursos, sino en leyes aplicadas, mandatos populares respetados, políticos conscientes, ciencia escuchada y pueblos unidos.

Referencias

Asamblea Nacional Constituyente (2008). *Constitución de la República del Ecuador*. Registro Oficial 449.

Corte Constitucional del Ecuador (2021). *Sentencia No. 1149-20-JH/21: Caso Bosque Protector Los Cedros*.

Corte Constitucional del Ecuador (2022). *Sentencia No. 253-20-JH/22: Caso Estrellita*.

Corte Constitucional del Ecuador (2023). *Sentencia No. 001-23-SIN-CC: Consulta Popular del Chocó Andino*.

Consejo Nacional Electoral (CNE) (2023). Resultados oficiales de la consulta popular sobre el Chocó Andino. *Consejo Nacional Electoral*. https://www.cne.gob.ec

El Comercio (2023, febrero 6). Victoria ambiental: Quito vota contra la minería en el Chocó. *El Comercio*. https://www.elcomercio.com

Goodall, J. (1999). *Reason for Hope: A Spiritual Journey.* Warner Books.

Gualinga, N. (2023). Monitoreo comunitario del oso andino en Napo: Integrando saberes Kichwa. *Revista Andina de Conservación, 12*(1), 45-52.

Iniciativa Jukumari (2023). Mapeo de conflictos mineros en hábitats del oso andino. *Iniciativa Jukumari*. https://jukumari.org

International Union for Conservation of Nature (IUCN) (2023). The IUCN Red List of Threatened Species: Tremarctos ornatus. *IUCN*. https://www.iucnredlist.org

Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica (MAATE) (2023a). Plan Nacional del Oso Andino 2023-2033. *MAATE*. https://www.ambiente.gob.ec

Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica (MAATE) (2023b). Informe Anual de Deforestación 2023. *MAATE*. https://www.ambiente.gob.ec

Zapata-Ríos, G., Araguillin, E., y Castellanos, A. (2021). The Andean bear as an umbrella species for Andean ecosystems. *Journal of Mammalogy, 102*(3), 678-689. https://doi.org/10.1093/jmammal/gyab012

Pirólisis de biomasa: un proceso de transformación termoquímica sustentable

Diego Venegas-Vásconez[1]

Resumen

El crecimiento acelerado de la urbanización y la globalización ha incrementado el consumo mundial de energía, generando una fuerte dependencia de los combustibles fósiles y sus impactos ambientales asociados. Frente a este escenario, la pirólisis de biomasa surge como una alternativa prometedora para la producción de energía y compuestos de valor agregado, con una considerable reducción en las emisiones de gases de efecto invernadero y en la huella hídrica. Este estudio aborda el análisis del proceso de pirólisis desde una perspectiva de ciclo de vida, destacando sus ventajas frente a otros métodos de conversión de biomasa. Se revisan los beneficios del biocarbón como medio de secuestro de carbono, la producción de combustibles limpios y el aprovechamiento de residuos agrícolas, forestales y algales. Finalmente, los resultados evidencian el potencial de la pirólisis como una tecnología carbono-negativa, viable para impulsar una transición energética sostenible y contribuir a la mitigación del cambio climático.

Palabras clave: pirólisis, sustentabilidad, análisis de ciclo de vida, biomasa.

1 Escuela de Ingenierías, Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ambato, Ambato, Ecuador. dfvenegasv@pucesa.edu.ec

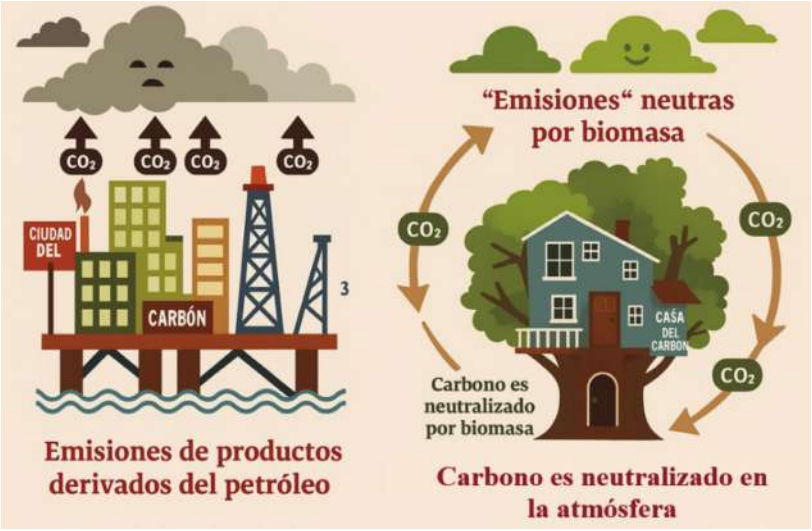
Introducción

La globalización y la urbanización han ocasionado un aumento significativo en el consumo de energía a nivel mundial (Zhang *et al.*, 2023). Actualmente, los combustibles fósiles se utilizan como una fuente de energía eficiente; sin embargo, tienen la desventaja de liberar contaminantes al medio ambiente (Zadeh *et al.*, 2020). Se prevé que para 2040 el consumo mundial de energía se incremente en un 23% para llegar a 516 EJ. Más del 80% de la energía producida actualmente proviene de combustibles fósiles, donde el petróleo, el carbón y el gas natural aportan con el 30.9%, 26.8% y 23.2%, respectivamente (Huang *et al.*, 2025). Además, se estima que el 12% del petróleo mundial se dedica actualmente a la producción de químicos que son precursores importantes de productos de valor agregado como fertilizantes, plásticos, cauchos, fibras y solventes (Deng *et al.*, 2023). Es conocido que la disponibilidad del petróleo a mediano y largo plazo es limitada; por lo tanto, el abastecimiento de sus productos derivados no está garantizado (Venegas-Vásconez *et al.*, 2024). Además, se atribuyen a la producción, extracción y refinación del petróleo problemas ambientales de contaminación producto de la concentración de dióxido de carbono y material particulado en la atmósfera y el cambio climático global (Liu *et al.*, 2025). Por ello, se están enfocando esfuerzos para impulsar la utilización de materias primas renovables como fuentes sostenibles para obtención de bienes energéticos, combustibles y productos químicos de interés industrial y comercial (Venegas-Vásconez *et al.*, 2023).

La biomasa es un residuo orgánico de base lignocelulósica y no lignocelulósica, que ha llamado la atención de los investigadores como materia prima alternativa en procesos de transformación que pueden generar productos que reemplacen a sus equivalentes de base petrolífera (Orejuela-Escobar *et al.*, 2024) (Figura 1). La biomasa leñosa (corteza, hojas y ramas del tronco principal) y los residuos agrícolas (paja de trigo y arroz, tallos de algodón y bagazo de caña de azúcar) se consideran biomasa lignocelulósica, mientras

que subproductos industriales que contienen materiales orgánicos, como lodos de aguas residuales y estiércol de animales, huesos y microorganismos como las algas, son considerados biomasa no lignocelulósica (Afraz *et al.*, 2024).

Figura 1. Emisiones de productos derivados del petróleo vs. emisiones de productos de biomasa

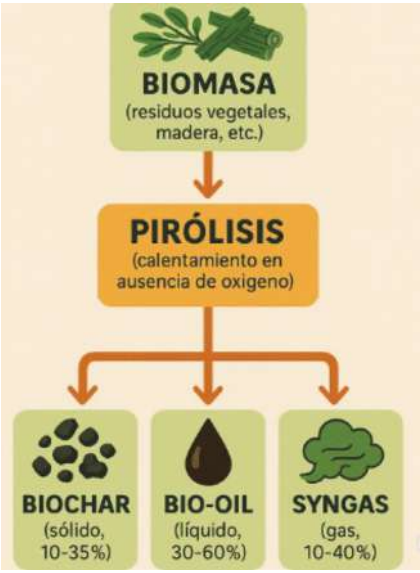


Fuente: Adaptado de Zhang *et al.* [1] generado por ChatGPT

La pirólisis es un proceso de descomposición termoquímica de materia orgánica en ausencia de oxígeno (Zarandi *et al.*, 2025) que resulta en la formación de tres productos primarios: gases condensables o bio-oil, biocarbón o biochar y gases no condensables e hidrocarburos ligeros (Karimi *et al.*, 2025) (Figura 2). La cantidad de cada uno de estos subproductos puede modificarse de acuerdo con las condiciones a las que se somete el proceso. La fracción líquida obtenida como resultado del proceso de pirólisis comprende compuestos orgánicos (aproximadamente 75-80% en peso) y agua (alrededor del 20-25% en peso), y se conoce como bio-oil, aceites de pirólisis o líquidos de pirólisis (Kaczor *et al.*, 2020). El bio-oil

puede utilizarse como combustible líquido (alternativo al fuel oil o al diésel) o como base para extraer productos de alto valor en la industria petroquímica (Hamza *et al.*, 2021). Los gases no condensables son utilizados como potenciales combustibles e intermedios de productos valiosos en la industria química de fertilizantes y en la refinación de petróleo (Mafat *et al.*, 2024). Los gases no condensables más comunes formados durante los procesos de pirólisis son: hidrógeno (H_2), monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO_2), acetileno (C_2H_2), metano (CH_4), y etileno (C_2H_4) (Yang *et al.*, 2023). La fracción sólida es conocida como biochar, el cual es un residuo carbonoso producido en las reacciones primarias y secundarias de pirólisis (Yao *et al.*, 2025). Entre las aplicaciones o utilidades más importantes se puede mencionar que es utilizado como combustible sólido en calderas, en el proceso de gasificación para obtener gas rico en hidrógeno mediante tratamiento térmico de agrietamiento, como material de adsorción, como soporte de catalizador y fertilizante para mejoras del suelo, entre otros usos (Yang *et al.*, 2023).

Figura 2. Productos de pirólisis de biomasa



La pirólisis y su impacto ambiental

Reducción de CO_2 eq

La pirólisis puede reducir significativamente las emisiones de carbono mediante la producción de biocarbón (biochar), el cual secuestra al carbono cuando este es aplicado al suelo como regenerador. Este proceso puede generar un resultado carbono-negativo, con reducciones de emisiones de hasta el 198.02% (Zongwei *et al.*, 2025). En comparación con otros sistemas derivados de biomasa, la pirólisis muestra un beneficio sustancial en la reducción de carbono. Por ejemplo, una planta de poligeneración pirolítica de biomasa tiene una emisión neta de carbono de 1.55 x 1 022 kg CO_2-eq/MJ, emisión inferior a la de muchos otros sistemas (Han *et al.*, 2013).

Producción de combustibles

La pirólisis de gas natural para producir hidrógeno puede resultar en una baja huella de carbono si se aprovecha o secuestra el subproducto de carbono (Schneider *et al.*, 2020). Además, la pirólisis de materiales de desecho como los plásticos puede producir combustibles con una huella de carbono significativamente menor en comparación con los combustibles fósiles convencionales (Das *et al.*, 2022).

Reducción de la huella hídrica

Los procesos de pirólisis generalmente tienen una huella hídrica menor en comparación con otros métodos de producción de biocombustibles. Por ejemplo, los biocombustibles producidos a partir de Arundo donax (una especie de caña) mediante pirólisis tienen una huella hídrica significativamente menor que los combustibles de aviación tradicionales (Zongwei *et al.*, 2025). En la producción de gas natural a partir de biomasa, Yao *et al.* (2022)

demostraron que el consumo directo de agua representa solo el 1.06% del uso total de agua. Entre los diversos procesos de conversión de biomasa en combustible, se ha demostrado que la pirólisis tiene una huella hídrica menor en comparación con otros métodos como la carbonización hidrotermal y digestión anaeróbica (Unrean *et al.*, 2018).

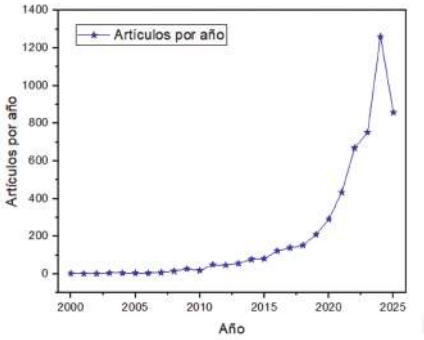
Análisis de ciclo de vida (ACV) del proceso de pirólisis

El ACV es una herramienta que estudia los impactos ambientales a lo largo del ciclo de vida de un producto, proceso o actividad. Considera toda su historia desde su origen hasta que termina siendo un residuo (Xia *et al.*, 2025). La pirólisis rápida para la producción de bio-oil tiene un potencial de calentamiento global (GWP, por sus siglas en inglés) de 0.0565 kg CO_2-eq/MJ, lo que indica una contribución positiva a la mitigación del cambio climático (Guo y Wang, 2014). La gasolina y el diésel producidos mediante pirólisis tienen menores emisiones de gases efecto invernadero (GEI) en comparación con los combustibles convencionales, con mejoras significativas cuando se utiliza electricidad derivada de biomasa (Hsu, 2012). El valor energético neto para la pirólisis rápida es 0.68 MJ/MJ, lo que sugiere un balance energético favorable (Guo y Wang, 2014). El tipo de biomasa utilizada (p. ej., residuos forestales o agrícolas) influye significativamente en los resultados del ACV. El forraje de maíz, por ejemplo, muestra una mayor reducción de emisiones de GEI que los residuos forestales (Dutta y Raghavan, 2014). Los procesos iniciales del ACV, como la producción y el transporte de materias primas, desempeñan un papel crucial en el impacto ambiental general (Vuppaladadiyam *et al.*, 2023). El propio proceso de pirólisis, incluyendo el uso de catalizadores y el aporte de energía, contribuye significativamente al impacto ambiental (Venegas-Vásconez *et al.*, 2024). Por ejemplo, el uso de catalizadores ZSM-5 en la pirólisis catalítica escalonada afecta significativamente el consumo de energía y las emisiones de GEI (Cao *et al.*, 2024).

Estado actual de la investigación de pirólisis e índices ambientales

El 23 de abril de 2025 se realizó una búsqueda de publicaciones en ScienceDirect, utilizando las palabras claves: pirólisis, biomasa, análisis de ciclo de vida y huella de carbono (Figura 3a). Se encontraron 5 284 artículos distribuidos entre 2000-2025. Se pudo observar un incremento sostenido en el número de publicaciones científicas relacionadas con la temática. El mapa de red mostrado en la Figura 3b se construyó en Vosviewer a partir de la búsqueda en la base de datos Scopus utilizando las mismas palabras clave: pirólisis, biomasa, análisis de ciclo de vida y huella de carbono. En el gráfico se pudieron identificar tres clústeres bien definidos (rojo, azul y verde). El primer clúster asocia a la pirólisis con conceptos como análisis de ciclo de vida, calentamiento global y residuos forestales. El segundo, los conceptos de desarrollo sustentable con bio-oil e impacto ambiental, y el tercer clúster asocia el concepto de biocombustibles con emisión de gases de efecto invernadero y dióxido de carbono.

Figura 3. a) Número de publicaciones por año en ScienceDirect
b) Mapa de correlación de palabras claves en Scopus



a) b)

Discusión

La dependencia de los combustibles fósiles continúa siendo predominante a pesar de las implicaciones ambientales que conlleva. La globalización y urbanización, al incrementar la demanda energética, exacerban la presión sobre fuentes no renovables como el petróleo, el gas natural y el carbón. Sabiendo que más del 80% de la energía aún proviene de estas fuentes, se evidencia la lentitud de la transición energética global, a pesar de las advertencias científicas y políticas. A esto se suma la producción de químicos industriales, lo que complejiza la dependencia de los derivados del petróleo. En este contexto, las materias primas fósiles se integran en diversas cadenas de valor industriales, más allá del ámbito energético. Su explotación más el aumento del CO_2 y otros contaminantes atmosféricos contribuyen directamente al cambio climático. Esto justifica científicamente la necesidad de transitar hacia sistemas energéticos más limpios.

La introducción de la biomasa como una alternativa renovable plantea un camino prometedor. Sin embargo, la eficacia de esta transición dependerá del desarrollo tecnológico de procesos como la pirólisis, gasificación y otros mecanismos de conversión térmica y química, además de una evaluación sistemática a través de metodologías como el análisis de ciclo de vida (ACV). Este análisis permite evaluar el impacto ambiental de los procesos de aprovechamiento de biomasa, desde la extracción de materia prima hasta el fin de su vida útil, considerando aspectos como consumo energético, emisiones y residuos generados. Se visualiza la urgencia de migrar hacia sistemas energéticos sostenibles, con base en datos actualizados sobre el consumo energético global y la dependencia continua de los combustibles fósiles. La pirólisis se vuelve una tecnología clave para la transición energética y la economía circular. Entendida como la descomposición térmica de materiales orgánicos en ausencia de oxígeno, presenta ventajas importantes frente

a otros sistemas de conversión energética. Muestra un potencial para reducir significativamente las emisiones netas de carbono, especialmente a través de la producción y el uso de biochar para el secuestro de carbono. Esta característica la convierte en una alternativa carbono-negativa, superando incluso a otros sistemas derivados de biomasa en cuanto a eficiencia ambiental.

Adicionalmente, el aprovechamiento de residuos —tanto biomásicos como plásticos—mediante pirólisis no solo permite generar combustibles de menor huella de carbono, sino que contribuye a la valorización energética de desechos, lo cual se alinea con los principios de sostenibilidad y economía circular. La producción de hidrógeno mediante pirólisis de gas natural, siempre que se maneje adecuadamente el subproducto de carbono, representa una vía para descarbonizar sectores difíciles de electrificar. La reducción de la huella hídrica en comparación con otros métodos de producción de biocombustibles cobra especial importancia en el contexto del cambio climático, donde la disponibilidad de agua dulce es cada vez más limitada. Así, los procesos pirolíticos emergen como soluciones más resilientes frente al estrés hídrico global.

Finalmente, desde el punto de vista metodológico, es esencial acompañar el desarrollo de estas tecnologías con un análisis de ciclo de vida (ACV) riguroso, que permita cuantificar no solo las emisiones directas, sino también los impactos indirectos asociados al uso de recursos, emisiones fugitivas y transporte. Solo a través de una evaluación sistémica será posible comparar objetivamente los beneficios netos de la pirólisis frente a otras tecnologías emergentes y tradicionales.

Conclusiones

El aumento proyectado del consumo energético y la dependencia de fuentes fósiles representan un desafío significativo para la sostenibilidad ambiental y energética global. En este contexto,

la pirólisis se presenta como una tecnología clave en la transición energética, con potencial para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, producir combustibles alternativos y valorizar residuos orgánicos e inorgánicos. El uso de biocarbón derivado de pirólisis para el secuestro de carbono puede lograr reducciones significativas en la huella de carbono, alcanzando incluso escenarios carbono-negativos. La pirólisis muestra una huella hídrica más baja que otros procesos de producción de biocombustibles, lo que la hace especialmente atractiva en contextos de escasez hídrica. Para una correcta evaluación de los beneficios ambientales y económicos de la pirólisis, es indispensable aplicar herramientas como el análisis de ciclo de vida, permitiendo decisiones basadas en evidencia científica y holística.

Referencias

Afraz, M. *et al.* (2024). Production of value added products from biomass waste by pyrolysis: An updated review. *Waste Manag. Bull., 1*(4), 30-40. doi: 10.1016/j.wmb.2023.08.004.

Cao, B. *et al.* (2024). Sustainability of biomass pyrolysis for bio-aromatics and bio-phenols production: Life cycle assessment of stepwise catalytic approach. *Energy Convers. Manag.*, 319. doi: 10.1016/j.enconman.2024.118912.

Das, S. Liang, C. y Dunn, J. B. (2022). Plastics to fuel or plastics: Life cycle assessment-based evaluation of different options for pyrolysis at end-of-life. *Waste Manag.*, 153, 81–88. doi: 10.1016/j.wasman.2022.08.015.

Deng, W. *et al.*, (2023). Catalytic conversion of lignocellulosic biomass into chemicals and fuels. *Green Energy Environ., 8*(1), 10-114. doi: 10.1016/j.gee.2022.07.003.

Dutta, B. y Raghavan, V. (2014). A life cycle assessment of environmental and economic balance of biochar systems in Quebec.

Int. J. Energy Environ. Eng., 5(2-3), 1-11. doi: 10.1007/s40095-014-0106-4.

Guo, L. y Wang, S. (2014). Life cycle assessment of biomass fast pyrolysis technology. *Taiyangneng XuebaoActa Energiae Solaris Sin.*, *35*(8), 1517-1522.

Hamza, M. *et al.* (2021). A review on the waste biomass derived catalysts for biodiesel production. *Environ. Technol. Innov.*, 21, 101200. doi: 10.1016/j.eti.2020.101200.

Han, F. *et al.* (2013). Carbon footprint of a biomass-based pyrolytic polygeneration plant in China. International Conference on Power Engineering 2013, ICOPE 2013.

Hsu, D. D. (2012). Life cycle assessment of gasoline and diesel produced via fast pyrolysis and hydroprocessing. *Biomass Bioenergy*, 45, 41–47. doi: 10.1016/j.biombioe.2012.05.019.

Huang, K., Xiao, Y., Xu, S., Zhang, J. y Du, L. (2025). Two-stage catalytic upgrading of volatiles from pine sawdust pyrolysis to boost hydrocarbon-rich bio-oil. *Renew. Energy*, 243, 122510. doi: 10.1016/j.renene.2025.122510.

Kaczor, Z., Buliński, Z. y Werle, S. (2020). Modelling approaches to waste biomass pyrolysis: a review. *Renew. Energy*, 159, 427-443. doi: 10.1016/j.renene.2020.05.110.

Karimi, M., Simsek, H. y Kheiralipour, K. (2025). Advanced biofuel production: A comprehensive techno-economic review of pathways and costs. *Energy Convers. Manag. X*, 25, 100863. doi: 10.1016/j.ecmx.2024.100863.

Liu, Y., Wu, X., Sun, Y., Wang, X. y Shao, T. (2025). Enhancing conversion and selectivity control in liquid-film dielectric barrier discharge plasma for bio-oil upgrading. *Biomass Bioenergy*, 196, 107738. doi: 10.1016/j.biombioe.2025.107738.

Mafat, I. H., Surya, D. V., Rao, C. S., Kandya, A. y Basak, T. (2024). A review on the role of various machine learning algorithms in microwave-assisted pyrolysis of lignocellulosic biomass waste. *J. Environ. Manage*, 371, 123277. doi: 10.1016/j.jenvman.2024.123277.

Orejuela-Escobar, L., Venegas-Vásconez, D., y Méndez, M. Á. (2024). Opportunities of artificial intelligence in valorisation of biodiversity, biomass and bioresidues – towards advanced bio-economy, circular engineering, and sustainability. *Int. J. Sustain. Energy Environ. Res.*, 13(2), 105-113.

Schneider, S., Bajohr, S., Graf, F. y Kolb, T. (2020). State of the Art of Hydrogen Production via Pyrolysis of Natural Gas. *ChemBioEng Rev.*, 7(5), 150-158. doi: 10.1002/cben.202000014.

Unrean, P., Lai Fui, B. C., Rianawati, E. yAcda, M. (2028). Comparative techno-economic assessment and environmental impacts of rice husk-to-fuel conversion technologies. *Energy*, 151, 581-593. doi: 10.1016/j.energy.2018.03.112.

Venegas-Vásconez, D. *et al.* (2023). Analytical Pyrolysis of Pinus radiata and Eucalyptus globulus: Effects of Microwave Pretreatment on Pyrolytic Vapours Composition. *Polymers, 15*(18), 3790. doi: 10.3390/polym15183790.

Venegas-Vásconez, D., Ayabaca-Sarria, C., Tipanluisa-Sarchi, L. y Alejandro-Martín, S. (2024). Microondas como pretratamiento de biomasa lignocelulósica: Influencia del tiempo y la potencia de microondas en la eliminación de humedad. XVI Congreso Iberoamericano de Ingeniería Mecánica, Concepción, Chile, 1-9.

Venegas-Vásconez, D., Orejuela-Escobar, L., Valarezo-Garcés, A., Guerrero, V. H., Tipanluisa-Sarchi, L. y Alejandro-Martín, S. (2024). Biomass Valorization through Catalytic Pyrolysis Using Metal-Impregnated Natural Zeolites: From Waste to Resources. *Polymers*, 16(13), 1912. doi: 10.3390/polym16131912.

Vuppaladadiyam, A. K. *et al.* (2023). Bio-oil and biochar from the pyrolytic conversion of biomass: A current and future perspective on the trade-off between economic, environmental, and technical indicators. *Sci. Total Environ.*, 857. doi: 10.1016/j.scitotenv.2022.159155.

Xia, S., Jiang, H., Zhou, H., Sun, Q., Yang, Q. y Yang, H. (2025). Life cycle assessment of the environmental sustainability of biomass pyrolysis polygeneration with a High-Aspect-Ratio reactor. *Fuel*, 386, 134321. doi: 10.1016/j.fuel.2025.134321.

Yang, J. *et al.* (2023). Pyrolysis and hydrothermal carbonization of biowaste: A comparative review on the conversion pathways and potential applications of char product. *Sustain. Chem. Pharm.*, 33, 101106. doi: 10.1016/j.scp.2023.101106.

Yao, B. *et al.* (2025). Microwave-assisted pyrolysis of spent bleaching clay: A study of pyrolysis characteristics, kinetics, and intrinsic mechanism. *Chem. Eng. J.*, 513, 162613. doi: 10.1016/j.cej.2025.162613.

Yao, D. *et al.* (2022). Carbon footprint and water footprint analysis of generating synthetic natural gas from biomass. *Renew. Energy*, 186, 780–789. doi: 10.1016/j.renene.2022.01.014.

Zadeh, Z. E., Abdulkhani, A., Aboelazayem, O. y Saha, B. (2020). Recent Insights into Lignocellulosic Biomass Pyrolysis: A Critical Review on Pretreatment, Characterization, and Products Upgrading. *Processes*, *8*(7). doi: 10.3390/pr8070799.

Zarandi, M. *et al.* (2025). Exploring the environmental and economic benefits of hybrid natural gas and biomass conversion to liquid fuels. *Int. J. Hydrog. Energy*, 105, 1309–1319. doi: 10.1016/j.ijhydene.2025.01.290.

Zhang, H. *et al.* (2023). Biomass directional pyrolysis based on element economy to produce high-quality fuels, chemicals, carbon materials – A review. *Biotechnol. Adv.* 69, 108262. doi: 10.1016/j.biotechadv.2023.108262.

Zongwei, Z. *et al.* (2025). LCA and TEA analyses of bio-jet fuel prepared from Arundo donax. *Sustain. Energy Technol. Assess.*, 75. doi: 10.1016/j.seta.2025.104233.

Este libro reúne una selección rigurosa de contribuciones académicas y aplicadas que exploran cómo los sistemas técnicos y no técnicos pueden ser diseñados o utilizados en respuesta a las necesidades de la sociedad y los individuos. A diferencia de las aproximaciones tradicionales que fragmentan el conocimiento en compartimentos cerrados, la obra parte de una perspectiva integradora que favorece el diálogo interdisciplinario y la construcción de marcos conceptuales compartidos.

Los capítulos abordan problemáticas diversas: desde el análisis del derecho, el Estado y la ciudadanía en contextos complejos, hasta la formulación de modelos de negocio sostenibles y las nuevas manifestaciones de la arquitectura contemporánea. Más allá de su diversidad temática, cada contribución converge en un mismo objetivo: mostrar cómo el conocimiento aplicado puede incidir en la transformación de políticas públicas, prácticas sociales y en las formas de habitar el mundo, con lo que promueve escenarios más justos, resilientes y sostenibles.

ISBN 978-9-942693-13-6