

Una Travesía Intercultural del Conocimiento, Saberes que se Encuentran

Fortalecimiento de Perspectivas Globales e Interculturales en la Educación Superior

Investigación, Innovación, Ciencia y Tecnología | Internacionalización de la Educación Superior,
Proyección Social e Interculturalidad | Gestión Organizacional y Desarrollo Humano.



Una Travesía Intercultural del Conocimiento, Saberes que se Encuentran

Fortalecimiento de Perspectivas Globales e Interculturales en la Educación Superior

Investigación, Innovación, Ciencia y Tecnología | Internacionalización de la Educación Superior,
Proyección Social e Interculturalidad | Gestión Organizacional y Desarrollo Humano.



© Red Internacional de Cooperación Académica.

Primera edición: Diciembre 2025

ISBN Digital: 978-958-5115-50-7

Sello editorial UNICUCES

Compiladores

Leidy Tatiana Cespedes Baquero.

Ingrid Vaneza Cañizares Narváez.

Carlos Augusto Narváez Díaz.

Wilson Eduardo Romero Palacios.

Santiago Moya Castro.

Jhon Vicente Orbes Gómez.

Autores

@Botero Girón Carlos Andrés; @Correa Giraldo, Sofía ; @Sánchez Cuapio, Iván Jesús; @Baccheta, Julieta; @Rendón Ruíz, Daniel; @Sierra Villegas, María Camila; @Montoya Galeano, Juan Carlos; @Carlock Acevedo, Emanuel De Jesús; @Cabrera Leal, Irce; @Carreto Flores, Lizbeth; @Cruz Victoria, Juan Crescenciano; @Castro Ramirez, Joel; @Nophal Carrillo, Angel Sulim; @Betancourt González, Yani; @Sánchez García, Gustavo; @Rivera Torres, Hilda; @Ordóñez Carrera, Joel Trinidad; @Muñoz González, Sergio; @Dávila Marcial, Roxana Rubi; @Hoyos Cartamin, Ziannya Ixoye; @Rivera Cano, Jesús Ignacio; @Netzahuatl Muñoz, Alma Rosa; @Tizapantzi Sánchez, Julissa; @Biancheri, Lidia Lorena; @Escobar Nieto, Luis Fernando; @Falla Rubiano, Angie; @Botero Girón, Carlos Andrés; @Accomo, Valeria Lujan; @Esquitín, Marina Graciela; @Pitton, María; @Rojas Higueta, Ruben Darío; @Narváez Díaz, Carlos Augusto; @Moya Castro, Santiago; @Salazar Arenas, John Jairo; @Barrionuevo, Verónica; @Fulco, Verónica; @Rodríguez, Laura; @Ávila Morales, Yeimy Daniela; @Amaris Rubio, Laura Vanessa; @Vásquez Carrasco, Yenni; @Conde Camacho, Julián; @Cañizares Narváez, Ingrid Vaneza; @Romero Palacios, Wilson Eduardo; @Orbes Gómez, John Vicente; @Céspedes Baquero, Leidy Tatiana; @Narváez Díaz, Carlos Augusto; @Castro Ramírez, Joel; @Cruz Victoria, Juan Crescenciano; @Leal Cabrera, Irce; @Carreto Flores, Lizbeth; @Nophal Carrillo, Ángel Sulim

Apoyo editorial

Leidy Tatiana Cespedes Baquero

Ingrid Vaneza Cañizares Narváez

Jacobo Tolamatl Michcol

Diseño de cubierta y diagramación

Corporación Universitaria Autónoma de Nariño – Extensión Villavicencio.

Corporación Universitaria Centro Superior, UNICUCES

Ninguna parte de esta publicación, incluido el diseño de la cubierta, puede ser reproducida, almacenada o transmitida de manera alguna ni por ningún medio, ya sea electrónico, químico, mecánico, óptico, de grabación o de fotocopia, sin permiso previo del editor y autor.





AGRADECIMIENTOS

Expresamos nuestro más profundo agradecimiento a los Rectores de las Universidades Afiliadas a la RED COMPA en México, Colombia, Perú y Argentina, cuyo liderazgo y visión han sido fundamentales para consolidar este espacio de integración regional. Hacemos extensivo este reconocimiento a las instituciones que integran nuestra red y, de manera especial, a sus Delegados, quienes con su trabajo incansable y participación activa son el motor que hace posible la materialización de esta publicación. De igual manera, agradecemos sinceramente a las Universidades Invitadas que se sumaron con entusiasmo a los encuentros de mayo y octubre de 2025, así como a los autores de los artículos, cuyo rigor académico y generosidad intelectual enriquecen estas páginas y fortalecen el diálogo intercultural en la educación superior. Finalmente, reconocemos la labor esencial del equipo de apoyo editorial, cuya dedicación y profesionalismo han sido clave para dar forma y calidad a esta obra.



Instituciones que conforman la RED COMPA

ARGENTINA

Universidad Nacional Arturo Jauretche
Universidad Nacional de Pilar

COLOMBIA

Corporación Universitaria Centro Superior UNICUCES
Corporación Universitaria Autónoma de Nariño - AUNAR
Corporación Universitaria Minuto de Dios UNIMINUTO – Bello Antioquia
Institución Universitaria Colegio Mayor de Antioquia
Institución Universitaria Colegio Mayor del Cauca
Institución Universitaria Digital de Antioquia
Institución Universitaria Marco Fidel Suárez
Universidad Tecnológica de Pereira

MÉXICO

Universidad Politécnica de Tlaxcala
Universidad Politécnica de Tlaxcala Región Poniente
Universidad Tecnológica de Tlaxcala
Universidad Tecnológica de Tula-Tepeji
Universidad Tecnológica de la Zona Metropolitana del Valle de México - UTVAM

PERÚ

Universidad Continental
Universidad La Salle - Arequipa



PREFACIO

Una Travesía Intercultural del Conocimiento, Saberes que se Encuentran

La presente publicación, titulada "*Una Travesía Intercultural del Conocimiento, Saberes que se Encuentran: fortalecimiento de Perspectivas Globales e Interculturales en la Educación Superior*", constituye un testimonio vivo del IV Encuentro Internacional para la Vida celebrado en octubre de 2025, donde académicos y profesionales de Colombia, México, Perú y Argentina convergieron para reflexionar sobre el fortalecimiento de perspectivas globales e interculturales en la educación superior. Este volumen trasciende la mera compilación de artículos para convertirse en un espacio de diálogo donde la investigación, la innovación y la ciencia se entrelazan con la responsabilidad social y la interculturalidad. La RED COMPA, como red organizadora, ha facilitado un encuentro que reconoce que el conocimiento no es patrimonio de una sola cultura o disciplina, sino un bien común que se enriquece cuando diferentes saberes, metodologías y perspectivas se encuentran en un marco de respeto mutuo y colaboración genuina. Esta publicación refleja precisamente esa travesía: un viaje compartido donde las fronteras académicas se disuelven para dar paso a soluciones innovadoras que responden a los desafíos contemporáneos de nuestras sociedades.

Esta obra, subraya la intención central de la RED COMPA de promover una educación que sea simultáneamente rigurosa en su producción de conocimiento y sensible a las realidades locales y culturales de América Latina. Los tres ejes temáticos que estructuran esta publicación—Investigación, Innovación, Ciencia y Tecnología; Internacionalización de la Educación Superior, Proyección Social e Interculturalidad; y Gestión Organizacional y Desarrollo Humano—revelan una visión integral de la educación superior que no segmenta el saber, sino que lo integra. El primer eje evidencia cómo la investigación aplicada y la innovación tecnológica pueden ser herramientas de inclusión social, como se demuestra en proyectos de análisis biomecánico para rehabilitación o en metodologías para fortalecer la comunicación en niños con autismo. Estos trabajos no son meros ejercicios académicos, sino respuestas concretas a necesidades humanas reales, donde la tecnología se humaniza al servicio de la vida.

El segundo eje temático, dedicado a la internacionalización y la proyección social, reconoce que la educación superior debe trascender los muros universitarios para dialogar con comunidades, empresas y gobiernos en un marco de interculturalidad genuina. Los





artículos aquí reunidos demuestran que la internacionalización no es un proceso de homogeneización cultural, sino de enriquecimiento mutuo donde cada contexto aporta sus saberes particulares. Desde estrategias de certificación profesional hasta análisis de la informalidad económica y la digitalización de costumbres mercantiles, los trabajos presentados muestran cómo la educación superior puede ser un puente entre tradiciones locales y estándares globales, promoviendo un desarrollo que respeta la diversidad. El tercer eje, centrado en la gestión organizacional y el desarrollo humano, subraya que ninguna innovación es posible sin instituciones sólidas, liderazgos éticos y profesionales comprometidos con la transformación social. Esta triada de ejes temáticos refleja la madurez intelectual de la RED COMPA y su capacidad para abordar la complejidad de la educación superior contemporánea.

Finalmente, esta publicación de octubre de 2025, respaldada por el ISBN 978-958-5115-50-7, es el resultado de la dedicación de compiladores, autores y equipos de apoyo editorial de instituciones de excelencia en toda la región latinoamericana. Desde Universidades en México hasta la Universidad Universidades en Argentina, pasando por las instituciones Colombianas y de Perú que participaron activamente, esta obra es un producto genuinamente colaborativo que honra el espíritu de la RED COMPA.

Invitamos al lector a sumergirse en estas páginas no como un observador pasivo, sino como un participante en una conversación global que busca Re imaginar la educación superior como un espacio donde la investigación rigurosa, la innovación responsable y el compromiso social convergen para construir futuros más justos, inclusivos y sostenibles. Que esta travesía intercultural del conocimiento inspire nuevas prácticas, nuevas alianzas y nuevas formas de entender la responsabilidad de la universidad en el siglo XXI.

¡Únete a COMPA! La Red Internacional de Cooperación Académica COMPA conecta universidades latinoamericanas en torno a la excelencia académica, innovación y desarrollo social. A través de encuentros internacionales y de colaboración académica y en investigación, facilitamos el intercambio de saberes que fortalecen la educación superior, la sostenibilidad, la proyección social y la Internacionalización de la educación.

Si tu universidad comparte nuestra visión de una educación superior inclusiva e internacionalizada, te invitamos a sumarte. Juntos





amplificaremos el impacto académico y contribuiremos al desarrollo integral de nuestras comunidades. ***¡Contáctanos y sé parte del cambio!***

Coordinación, Comités Académico y de Logística

Red Internacional de Cooperación Académica – RED COMPA

INDICE

EJE 1. INVESTIGACIÓN, INGENIERÍA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	9
SISTEMA INTELIGENTE DE ANÁLISIS BIOMECÁNICO PARA APOYO EN DIAGNÓSTICO Y SEGUIMIENTO DE REHABILITACIÓN	17
METODOLOGÍA PARA EL DESARROLLO DE LA COMUNICACIÓN EN NIÑOS CON TEA MEDIANTE TECNOLOGÍA INTERACTIVA	32
DEL LÍMITE $(1+1/n)^n$ AL AULA: EL NÚMERO E COMO PUENTE ENTRE PRECISIÓN NUMÉRICA Y ENSEÑANZA EN EMS/ES.....	45
LA DIGITALIZACIÓN Y REGISTRO ELECTRÓNICO DE LA COSTUMBRE MERCANTIL COMO UNA PUERTA DE SALIDA DE LA ECONOMÍA INFORMAL EN SANTA BÁRBARA DE PINTO, MAGDALENA, COLOMBIA Y BILBAO, ESPAÑA..	66
SISTEMA BIOMÉDICO PARA EL DIAGNÓSTICO TEMPRANO DE ESCOLIOSIS EN POBLACIÓN INFANTIL.	79
EJE 2 GESTIÓN ORGANIZACIONAL Y DESARROLLO HUMANO	88
LA AUSENCIA DE SIGNIFICADO EN EL CONCEPTO DE TECNOLOGOINDUSTRIAL DE LA UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA 	97
LA MÁS ALLÁ DE LAS COMPETENCIAS. DESEO Y CONSTRUCCIÓN DE SENTIDO EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR	108
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN DIAGNÓSTICO DEL IMPACTO DE LA GESTIÓN EMPRESARIAL EN LA SOSTENIBILIDAD Y LA RENTABILIDAD DE LOS NEGOCIOS EN HISPANIA, ANTIOQUIA	123
SIETE, EL NÚMERO QUE TRANSFORMA VIDAS: REFLEXIONES DESDE LA DOCENCIA POR COMPETENCIAS	136
INNOVACIÓN EN LA GESTIÓN DEL CAPITAL HUMANO: BIENESTAR LABORAL INTELIGENTE	151
CAPACIDAD GERENCIAL Y DESARROLLO SOSTENIBLE EN MICRO Y PEQUEÑAS EMPRESAS DE CALI	165
ESTRUCTURA DE GESTIÓN DOCENTE PARA LOS PROGRAMAS DE PREGRADOS DE LA CORPORACIÓN UNIVERSITARIA AUTÓNOMA DE NARIÑO (VILLAVICENCIO).....	180
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN DIAGNÓSTICO DEL IMPACTO DE LA GESTIÓN EMPRESARIAL EN LA SOSTENIBILIDAD Y LA RENTABILIDAD DE LOS NEGOCIOS EN HISPANIA, ANTIOQUIA	189





EJE 3. INTERNACIONALIZACIÓN DE LA EDUCACIÓN SUPERIOR, PROYECCIÓN SOCIAL E INTERCULTURALIDAD	201
ESTRATEGIA PARA IMPULSAR LA CERTIFICACIÓN DE ESTUDIANTES DE INGENIERÍA FINANCIERA DE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE TLAXCALA EN LA FIGURA III DE LA ASOCIACIÓN MEXICANA DE INSTITUCIONES BURSÁTILES (AMIB), COMO UNA VENTAJA COMPETITIVA PARA EL FUTURO	211
DE LOS MODELOS A LA SIMULACIÓN, DE LA SIMULACIÓN A LA PARODIA, Y LA PARANOIA. EL ESTATUTO DEL CONOCIMIENTO Y DEL AUTOR-IA. LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN LA EDUCACIÓN HOY, Y MAÑANA.....	224
LOS CUERPOS COMO LIENZO EN LA LUCHA DE LOS MOVIMIENTOS FEMINISTAS EN ARGENTINA	235
DESAFÍOS JURÍDICOS Y OPORTUNIDADES ECONÓMICAS DE LA AVIACIÓN AUTÓNOMA: LECCIONES DEL MODELO MEXICANO PARA COLOMBIA.....	249
LA CULTURA DIGITAL COMO TERRITORIO DE APRENDIZAJE: ENTRAMADOS POSIBLES PARA GARANTIZAR EL DERECHO A LA EDUCACIÓN SUPERIOR EN LA UNPILAR	263
CONSTRUIR IGUALDAD: POLÍTICA DE INGRESO Y DEMOCRATIZACIÓN EN LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE PILAR.....	283
¿GREENWASHING Y SOSTENIBILIDAD PERFORMATIVA EN LAS CIUDADES LATINOAMERICANAS COMO EXPRESIÓN DE DISCURSOS SIN TRAZABILIDAD EN LAS POLÍTICAS PÚBLICAS AMBIENTALES?	299
METODOLOGÍA PARA EL APRENDIZAJE AUTOMÁTICO DE UN ROBOT MANIPULADOR DE 5 GDL CON PARÁMETROS D-H	325

EJE 1. INVESTIGACIÓN, INGENIERÍA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN





INVESTIGACIÓN, INGENIERÍA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR LATINOAMERICANA

INTRODUCCIÓN

En un contexto global marcado por rápidos avances tecnológicos y desafíos sociales complejos, la educación superior en América Latina se encuentra en una encrucijada crucial para integrar saberes diversos y construir un futuro inclusivo y sostenible.

En el marco de la publicación *Una Travesía Intercultural del Conocimiento, Saberes que se Encuentran*, que busca fortalecer perspectivas globales e interculturales en la educación superior, este capítulo presenta una reflexión sobre cómo la investigación, la ingeniería, la tecnología y la innovación contribuyen a la formación académica y al desarrollo social en América Latina. Los proyectos analizados no solo representan avances técnicos, sino que también son ejemplos de cómo los saberes diversos y las prácticas interdisciplinarias se entrelazan para responder a las realidades locales y globales, promoviendo un encuentro enriquecedor de conocimientos.

Es así como la educación superior en América Latina se encuentra en una travesía que implica integrar saberes interculturales y globales para formar profesionales capaces de enfrentar desafíos complejos. En este sentido, el Eje 1 Investigación, ingeniería, tecnología e innovación se convierte en un espacio donde convergen disciplinas, tecnologías y contextos sociales diversos. Los proyectos aquí presentados evidencian cómo la academia puede generar soluciones tecnológicas y sociales que respetan y potencian las particularidades culturales y económicas de la región, al tiempo que dialogan con estándares internacionales y avances globales.

Por su parte en el desarrollo de un sistema inteligente de análisis biomecánico para rehabilitación, por ejemplo, integra tecnologías avanzadas con un enfoque interdisciplinario que combina ingeniería biomédica, inteligencia artificial y salud pública. Este proyecto no solo fortalece la formación técnica, sino que también promueve la inclusión social al facilitar el acceso a diagnósticos y tratamientos en contextos con recursos limitados, reflejando un encuentro entre saberes tecnológicos y necesidades culturales específicas (Sánchez Cuapio, 2024).



De manera similar, la creación de metodologías tecnológicas para la comunicación funcional en niños con Trastorno del Espectro Autista (TEA) ejemplifica cómo la innovación puede ser un puente para la inclusión educativa y social. Al combinar neuroeducación, electrónica y pedagogía inclusiva, este trabajo fomenta la colaboración entre saberes científicos y comunitarios, enriqueciendo la educación superior con una perspectiva intercultural que valora la diversidad y la accesibilidad (Dávila Marcial, Hoyos Cartamin & Sánchez Cuapio, 2024).

La propuesta pedagógica para enseñar el número e con énfasis en precisión numérica y reproducibilidad también se inscribe en esta travesía intercultural del conocimiento. Al democratizar el acceso a herramientas computacionales y promover un pensamiento crítico riguroso, esta investigación conecta la formación matemática con prácticas globales de investigación científica, al tiempo que se adapta a las realidades educativas latinoamericanas, fortaleciendo así una perspectiva global contextualizada (Cruz-Victoria et al., 2025).

El estudio sobre la digitalización y registro electrónico de la costumbre mercantil como estrategia para reducir la informalidad económica es otro ejemplo de cómo la educación superior puede articular saberes administrativos, jurídicos y tecnológicos para responder a problemáticas locales. Este proyecto promueve la formalización económica respetando las prácticas culturales y sociales propias, evidenciando un diálogo entre tradiciones locales y tecnologías digitales que fortalece la autonomía y el desarrollo sostenible (Ávila Morales, Amaris Rubio & Olier Restrepo, 2025).

El sistema biomédico para el diagnóstico temprano de escoliosis en niños refleja la capacidad de la ingeniería aplicada para generar soluciones accesibles y pertinentes en contextos escolares y comunitarios. Este proyecto integra conocimientos técnicos con un enfoque social y preventivo, contribuyendo a la salud pública desde una perspectiva que reconoce las particularidades culturales y económicas de la región (Vázquez Carrasco, Sánchez Cuapio & Conde Camacho, 2025).

En conjunto, estos proyectos ilustran cómo la educación superior en América Latina está en una travesía intercultural del conocimiento, donde los saberes se encuentran y se potencian para fortalecer perspectivas globales e interculturales. La interdisciplinariedad,



la inclusión social, la innovación tecnológica y el respeto por las realidades locales son ejes que permiten a la región avanzar hacia un desarrollo sostenible y equitativo, reafirmando el papel de la academia como agente de cambio y encuentro cultural.

Sobre las Metodologías

Las metodologías empleadas en los proyectos que conforman el Eje 1 reflejan un enfoque interdisciplinario, riguroso y adaptado a las necesidades específicas de cada contexto, evidenciando la riqueza y diversidad de la investigación aplicada en la educación superior latinoamericana.

En el desarrollo del sistema inteligente de análisis biomecánico, se utilizó una metodología basada en la integración de sensores inerciales con algoritmos de procesamiento de señales y aprendizaje automático. Se diseñó un sistema modular que permitió la captura de datos en tiempo real, su análisis y visualización para apoyar el diagnóstico y seguimiento clínico. La validación se realizó mediante pruebas con pacientes reales, combinando análisis cuantitativos de precisión y sensibilidad con la creación de una base de datos para el seguimiento longitudinal. Este enfoque metodológico permitió un desarrollo iterativo y validado, asegurando la aplicabilidad clínica y la formación interdisciplinaria (Sánchez Cuapio, 2024).

El proyecto de comunicación funcional para niños con Trastorno del Espectro Autista adoptó una metodología de diseño centrado en el usuario, combinando ingeniería electrónica, diseño pedagógico y validación con usuarios finales. Se desarrollaron prototipos tecnológicos como el semáforo interactivo y el peluche INDOLUX, integrando componentes electrónicos, software y elementos lúdicos para facilitar la expresión de emociones y necesidades. La metodología incluyó pruebas funcionales exhaustivas, validación con terapeutas y familias, y ajustes basados en la retroalimentación, garantizando la usabilidad y efectividad del sistema en contextos educativos y terapéuticos (Dávila Marcial, Hoyos Cartamin & Sánchez Cuapio, 2024).

La propuesta didáctica para la enseñanza del número e se fundamentó en una metodología combinada que abarca actividades prácticas con hojas de cálculo para estudiantes de nivel medio superior y programación en Python para niveles superiores. Se diseñaron secuencias didácticas que promueven la exploración del concepto de límite, la



precisión numérica y la reproducibilidad científica mediante cálculos multiprecisión y verificación con técnicas criptográficas como el hash SHA-256. La metodología enfatiza la claridad conceptual, la experimentación guiada y la documentación rigurosa, fomentando habilidades críticas y técnicas en los estudiantes (Cruz-Victoria et al., 2025).

En el estudio sobre la digitalización y registro electrónico de la costumbre mercantil, se aplicó un diseño de investigación mixto concurrente, combinando métodos cuantitativos y cualitativos para obtener una comprensión integral del fenómeno de la informalidad económica. La ruta cuantitativa incluyó la aplicación de cuestionarios estructurados a trabajadores informales en dos territorios, mientras que la ruta cualitativa se basó en entrevistas semiestructuradas para captar percepciones y significados. Además, se realizó un análisis documental de normativas y registros oficiales. Esta metodología permitió triangulación de datos, garantizando la validez y profundidad del análisis para evaluar la viabilidad técnica, social, económica y legal de la propuesta (Ávila Morales, Amaris Rubio & Olier Restrepo, 2025).

El sistema biomédico para el diagnóstico temprano de escoliosis se desarrolló mediante una metodología de ingeniería aplicada que integró diseño electrónico, programación de microcontroladores y pruebas clínicas. Se diseñaron circuitos con sensores IMU y ESP32, se implementó software para la adquisición y procesamiento de datos, y se validó el sistema en entornos escolares con usuarios reales. La metodología incluyó pruebas de funcionalidad, resistencia y usabilidad, así como la recopilación de datos para evaluar la precisión diagnóstica. Este enfoque garantizó un desarrollo robusto, accesible y orientado a la prevención en salud pública (Vázquez Carrasco, Sánchez Cuapio & Conde Camacho, 2025).

En síntesis, las metodologías aplicadas en estos proyectos combinan técnicas avanzadas de ingeniería, enfoques pedagógicos innovadores y rigurosidad investigativa, adaptándose a las realidades sociales y educativas de América Latina. Este conjunto metodológico fortalece la formación de profesionales competentes, promueve la innovación con impacto social y contribuye a la construcción de saberes interculturales en la educación superior.



Sobre los Resultados y conclusiones

Los resultados y conclusiones de los proyectos analizados reflejan avances significativos en la aplicación de la investigación, la ingeniería, la tecnología y la innovación en la educación superior latinoamericana. En el caso del sistema inteligente de análisis biomecánico para rehabilitación, se logró desarrollar una plataforma que integra sensores inerciales y algoritmos avanzados para ofrecer diagnósticos precisos y seguimiento clínico efectivo. Este sistema no solo demostró un desempeño prometedor con alta sensibilidad y especificidad, sino que también facilitó la creación de una base de datos digital para el seguimiento de pacientes, lo que representa un aporte valioso para la salud pública y la formación interdisciplinaria en ingeniería biomédica (Sánchez Cuapio, 2024).

En el proyecto de comunicación funcional para niños con Trastorno del Espectro Autista, los resultados preliminares mostraron una interacción exitosa de los niños con las herramientas tecnológicas desarrolladas, como el semáforo interactivo y el peluche INDOLUX. La validación con usuarios reales confirmó que estas tecnologías mejoran la expresión de emociones y necesidades básicas, fortaleciendo la autonomía y la inclusión educativa. Además, el proceso de diseño y prueba fortaleció las competencias técnicas y colaborativas de los participantes, evidenciando el potencial de la tecnología como puente para la inclusión social y educativa (Dávila Marcial, Hoyos Cartamin & Sánchez Cuapio, 2024).

La propuesta pedagógica para la enseñanza del número e destacó la importancia de la reproducibilidad y la precisión en los cálculos numéricos. Los resultados demostraron que los estudiantes pueden alcanzar altos niveles de exactitud mediante métodos computacionales, verificando sus resultados con técnicas como el hash SHA-256 para garantizar la integridad y trazabilidad de los datos. Esta metodología fomenta un pensamiento crítico riguroso y prepara a los estudiantes para enfrentar desafíos científicos y tecnológicos con un enfoque ético y transparente, fortaleciendo la calidad de la educación STEM en la región (Cruz-Victoria et al., 2025).

En cuanto al estudio sobre la digitalización y registro electrónico de la costumbre mercantil, aunque la investigación está en curso, se espera consolidar una base de datos digital que caracterice las prácticas comerciales en los territorios estudiados. Los



resultados preliminares indican que la adopción de tecnologías digitales puede mejorar la formalización económica, reducir la informalidad y promover la inclusión social. La combinación de análisis cuantitativo y cualitativo permitirá evaluar la viabilidad técnica, social, económica y legal de la propuesta, aportando insumos estratégicos para la transformación normativa y el desarrollo local (Ávila Morales, Amaris Rubio & Olier Restrepo, 2025).

El sistema biomédico para el diagnóstico temprano de escoliosis mostró un rendimiento favorable en pruebas clínicas, con una interfaz intuitiva que facilita la visualización en tiempo real de las desviaciones posturales. La implementación en entornos escolares demostró la portabilidad, bajo costo y facilidad de uso del sistema, lo que lo convierte en una herramienta valiosa para la prevención y monitoreo de la escoliosis en población infantil. Este proyecto ejemplifica cómo la ingeniería aplicada puede contribuir a la salud pública y a la formación de profesionales con competencias técnicas y sociales (Vázquez Carrasco, Sánchez Cuapio & Conde Camacho, 2025).

De manera conjunta, estos resultados evidencian que la investigación aplicada en el Eje 1 no solo genera avances tecnológicos, sino que también fortalece la formación integral de estudiantes y académicos, promueve la inclusión social y contribuye al desarrollo sostenible de América Latina. La combinación de rigor científico, innovación tecnológica y compromiso social es clave para que la educación superior se convierta en un espacio de encuentro intercultural y generación de saberes que respondan a los desafíos contemporáneos.

En conclusión, el presente capítulo ha evidenciado cómo la educación superior en América Latina se encuentra en una etapa de transformación profunda, donde la investigación, la ingeniería, la tecnología y la innovación convergen para responder a los retos sociales, culturales y económicos de la región. Los proyectos presentados reflejan un compromiso con la interdisciplinariedad, la inclusión social y el respeto por las particularidades locales, al tiempo que dialogan con estándares y avances globales.

Esta travesía intercultural del conocimiento no solo fortalece la formación académica y profesional, sino que también impulsa soluciones tecnológicas y sociales con impacto real en comunidades diversas. La integración de saberes y metodologías rigurosas, junto con



la aplicación práctica de tecnologías emergentes, posiciona a la educación superior como un agente clave para el desarrollo sostenible y equitativo en América Latina.

Se reafirma la importancia de continuar promoviendo espacios de encuentro intercultural y colaboración interdisciplinaria que permitan a la región afrontar con éxito los desafíos del presente y construir un futuro inclusivo, innovador y sostenible para las próximas generaciones.

Coordinación, Comités Académico y de Logística

Red Internacional de Cooperación Académica – RED COMPA



SISTEMA INTELIGENTE DE ANÁLISIS BIOMECÁNICO PARA APOYO EN DIAGNÓSTICO Y SEGUIMIENTO DE REHABILITACIÓN

Iván Jesús Sánchez Cuapio¹.

¹Docente investigadora del programa académico de Ingeniería Mecatrónica.
Universidad Tecnología de Tlaxcala.
ivan.sanchez@uttlaxcala.edu.mx

RESUMEN

El presente trabajo describe el desarrollo de un sistema de análisis biomecánico orientado al apoyo en el diagnóstico y seguimiento de procesos de rehabilitación física. El sistema integra tecnologías de sensores inerciales (IMU) y cámaras de profundidad para la captura multimodal del movimiento humano, permitiendo obtener información precisa sobre la cinemática y la postura durante actividades motoras específicas. Su diseño considera la aplicación en diversos contextos clínicos, incluyendo el análisis de la marcha, la evaluación de patologías en articulaciones de las rodillas, el monitoreo de desviaciones estructurales como la escoliosis, y el estudio de la movilidad del miembro superior en procesos de rehabilitación del hombro.

Mediante el procesamiento inteligente de datos y el uso de algoritmos de aprendizaje automático, el sistema busca identificar patrones biomecánicos relevantes y facilitar el seguimiento objetivo del progreso terapéutico. La arquitectura propuesta ofrece una herramienta flexible y no invasiva que puede adaptarse a diferentes protocolos de rehabilitación, contribuyendo a la evaluación cuantitativa y personalizada del movimiento humano. Este trabajo sienta las bases para el desarrollo de futuras aplicaciones clínicas y de investigación en rehabilitación asistida por sistemas inteligentes.

Palabras clave: Sistema, Inteligente, Rehabilitación, Biomecánica

INTRODUCCIÓN

El análisis biomecánico ha evolucionado significativamente en la última década gracias al desarrollo de tecnologías de captura de movimiento basadas en sensores portátiles y visión artificial. Estas herramientas han permitido obtener mediciones precisas y no invasivas del cuerpo humano durante la ejecución de tareas motoras, favoreciendo el diagnóstico, seguimiento y rehabilitación de diversas patologías musculoesqueléticas.



Entre los avances más recientes, los sistemas multimodales que combinan sensores IMU con cámaras de profundidad han demostrado un alto potencial para el estudio clínico de la marcha, la evaluación postural y la detección de disfunciones articulares (Meng et al., 2023; Hernández-López et al., 2024).

El presente trabajo describe el desarrollo de un sistema inteligente de análisis biomecánico, diseñado para capturar y almacenar información cinemática del movimiento humano mediante la integración de nueve sensores inerciales y una cámara de profundidad tipo Kinect. Cada sensor se conecta a un microcontrolador ESP32, conformando una red inalámbrica que transmite los datos en tiempo real hacia una estación central, donde un entorno de procesamiento en Python gestiona la recepción y almacenamiento de las señales. De manera paralela, la cámara RGB-D captura las coordenadas tridimensionales de las articulaciones corporales, generando una representación espacial complementaria. Esta configuración busca conformar una infraestructura capaz de registrar movimientos complejos de manera sincronizada y reproducible, creando una base sólida para futuras etapas de análisis automático.

El sistema se plantea como una herramienta de apoyo al diagnóstico y seguimiento en procesos de rehabilitación biomecánica, especialmente en patologías previamente estudiadas como disfunciones de rodilla como gonartrosis, genu varo y valgo, alteraciones posturales como escoliosis y limitaciones funcionales en el hombro. En esta primera fase, la investigación se centra en el diseño, implementación y verificación de la plataforma sensorial, así como en la obtención y resguardo de datos brutos de los sensores y la cámara. La siguiente etapa comprende la limpieza, filtrado y sincronización de los datos, asegurando su calidad y consistencia antes del análisis biomecánico.

Con los datos procesados, se prevé la colaboración de especialistas en rehabilitación y biomecánica para la identificación de parámetros clínicamente relevantes, como rangos de movimiento, simetría de la marcha o compensaciones articulares. Estos indicadores servirán posteriormente como insumo para el diseño de modelos de clasificación y predicción basados en aprendizaje automático, orientados a la detección temprana de alteraciones motoras. La meta final es avanzar hacia un sistema inteligente capaz de ofrecer evaluaciones objetivas y personalizadas que complementen el criterio clínico tradicional.

En suma, este trabajo se posiciona dentro de la tendencia actual de sistemas de análisis biomecánicos asistidos por inteligencia artificial, donde la fusión de datos sensoriales constituye la base para la interpretación automatizada del movimiento humano. Al integrar tecnologías de bajo costo, comunicación inalámbrica y procesamiento multimodal, el proyecto busca establecer un precedente para el desarrollo de plataformas accesibles, precisas y escalables, que fortalezcan la práctica clínica y la investigación aplicada en rehabilitación física (Zhang et al., 2023; Perret et al., 2022; Castro et al., 2024).

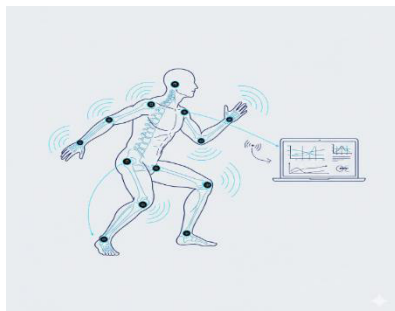
METODOLOGÍA

El desarrollo del sistema propuesto se llevó a cabo bajo una arquitectura modular orientada a la captura, almacenamiento y procesamiento multimodal de datos biomecánicos. La metodología comprende tres etapas principales: el diseño del sistema sensorial, la integración y adquisición de datos, y la preparación de la información para el análisis clínico, siguiendo un enfoque de validación progresiva que permitirá su futura aplicación en entornos de rehabilitación asistida por inteligencia artificial.

Diseño del sistema sensorial

El sistema está compuesto por nueve sensores inerciales distribuidos estratégicamente en distintos segmentos corporales, con el propósito de obtener una descripción completa del movimiento humano durante tareas funcionales. La ubicación de los sensores se definió en colaboración con especialistas en biomecánica, considerando los puntos anatómicos que mejor representan la movilidad articular y la estabilidad postural: uno en el tronco zona lumbar, dos en los muslos, dos en las piernas, dos en los brazos y dos adicionales en los antebrazos, como se muestra en la Imagen 1. Esta disposición permite el análisis coordinado del movimiento de las extremidades y del centro de masa, proporcionando un conjunto de datos representativo para estudios de marcha, postura y control motor (Zhang et al., 2023; Castro et al., 2024).

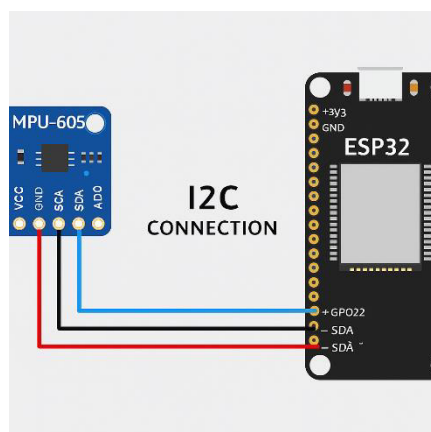
Imagen 1. Sistema Sensorial



Fuente: propia

Cada sensor IMU se conecta individualmente a un microcontrolador ESP32, encargado de la adquisición y transmisión de los datos mediante comunicación Wi-Fi a una estación base, como se muestra en la Imagen 2. Los módulos ESP32 fueron seleccionados por su bajo consumo energético, capacidad de procesamiento local y conectividad inalámbrica estable, lo que permite el uso simultáneo de múltiples sensores sin pérdida de sincronía. La estructura de red implementada adopta un modelo de tipo cliente-servidor, donde cada microcontrolador envía paquetes de datos al servidor central gestionado por Python, que actúa como concentrador de información y repositorio inicial. Esta red inalámbrica facilita la movilidad del usuario durante los ensayos, evitando restricciones propias de los sistemas cableados (Meng et al., 2023).

Imagen 2. Conexión ESP32-IMU

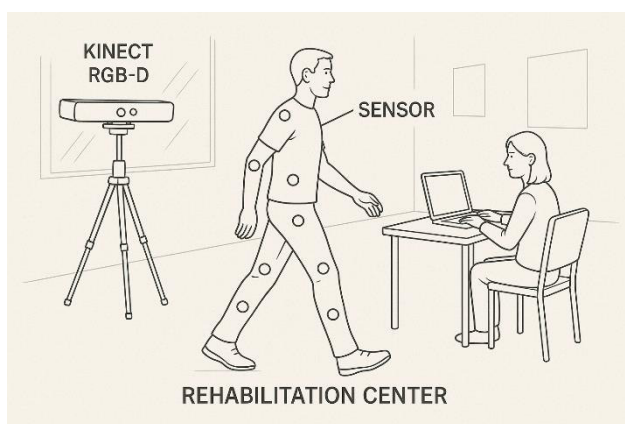


Fuente: propia

De manera complementaria, se integró una cámara de profundidad Kinect Azure para la captura tridimensional del movimiento corporal, como se muestra en la Imagen 3. Esta cámara proporciona información visual y espacial de los movimientos globales mediante

la detección automática de articulaciones en tiempo real, lo que permite generar un esqueleto virtual del sujeto en movimiento. La cámara se ubicó frente al área de ensayo a una distancia promedio de dos metros, garantizando un campo de visión completo del cuerpo. La sincronización temporal entre las IMU y la cámara se realiza a través de sellos de tiempo (timestamping) y protocolos de comunicación TCP/IP, asegurando coherencia entre las señales inerciales y visuales.

Imagen 3. Colocación de Cámara de profundidad RGB-D



Fuente: propia

Integración y adquisición de datos

Durante la fase de adquisición, los datos inerciales de aceleración lineal, velocidad angular y orientación en tres ejes y las coordenadas tridimensionales capturadas por la Kinect se registraron de forma continua y sincronizada. El entorno de procesamiento en Python fue desarrollado utilizando librerías especializadas como NumPy, Pandas y Socket, las cuales permiten la gestión eficiente de flujos de datos en tiempo real. Paralelamente, se diseñó una interfaz de monitoreo que muestra la conectividad de cada módulo ESP32, la intensidad de la señal y la integridad de las tramas recibidas.

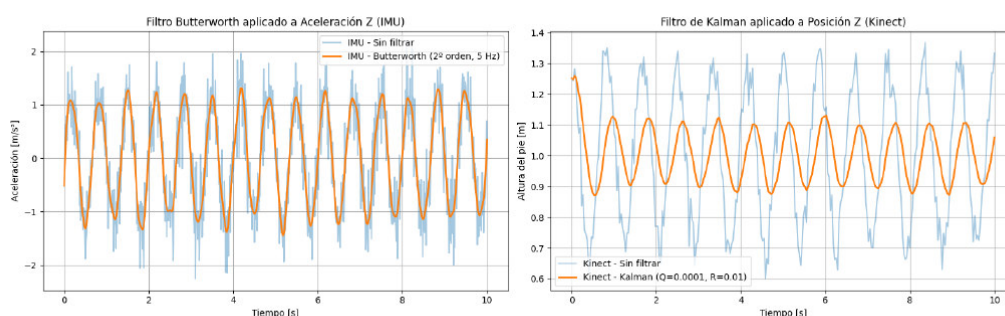
Las pruebas experimentales iniciales incluyeron la ejecución de movimientos controlados para distintas regiones corporales, con el objetivo de obtener una base de datos multimodal amplia. Los ejercicios seleccionados, definidos junto con fisioterapeutas y especialistas en rehabilitación, incluyeron marcha recta, flexo-extensión de rodillas,

rotación de hombros, elevación de brazos, inclinación del tronco y postura de equilibrio. Estas tareas permiten capturar un espectro cinemático representativo de los principales grupos musculares y articulaciones, generando datos útiles para la identificación de patrones biomecánicos asociados a distintas patologías. Los datos obtenidos se almacenaron en archivos estructurados (.csv y .mat), junto con metadatos descriptivos como tiempo, frecuencia de muestreo y posición del sensor, facilitando su trazabilidad.

Procesamiento y preparación para análisis clínico

La siguiente etapa del proceso metodológico consiste en la limpieza, filtrado y sincronización de los datos. Los registros inerciales se someten a un preprocesamiento que incluye corrección de offset, eliminación de ruido mediante filtro Butterworth de cuarto orden, y estimación de la orientación por medio de un filtro de Kalman complementario, como se observa en la Imagen 4. Los datos de la cámara Kinect son procesados para eliminar coordenadas erráticas o faltantes, utilizando interpolación temporal y umbrales de validación de distancia. Una vez depurados, los datos se sincronizan en un marco de referencia común centrado en el segmento del tronco, lo que permite analizar el movimiento relativo de las extremidades con respecto al cuerpo central.

Imagen 4. Filtrado y Sincronización de Señales

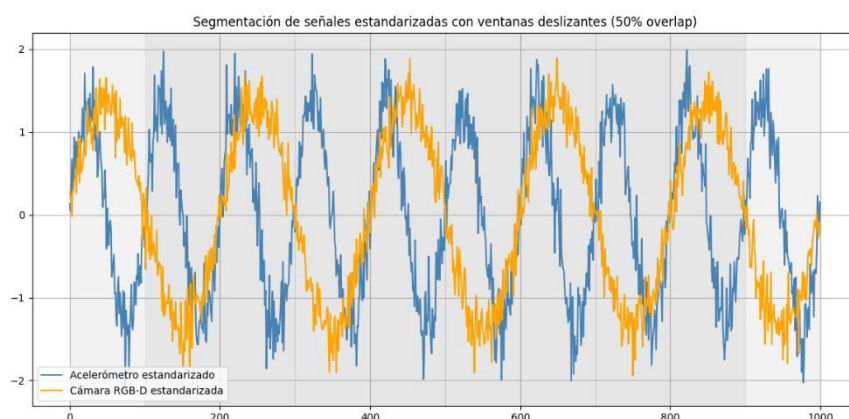


Fuente: propia

Posteriormente, se extraen parámetros biomecánicos relevantes como ángulos articulares, rangos de movimiento, velocidades angulares máximas y trayectorias del centro de masa, véase la Imagen 5. Estos indicadores son evaluados en conjunto con los especialistas clínicos para determinar su correspondencia con patrones motores normales o patológicos. En esta etapa, el sistema actúa como una plataforma de adquisición y análisis, sin aún aplicar clasificadores automáticos, pero orientando el

diseño de los experimentos hacia la creación de bases de datos etiquetadas que permitirán en fases futuras el entrenamiento de modelos predictivos basados en aprendizaje automático (Hernández-López et al., 2024).

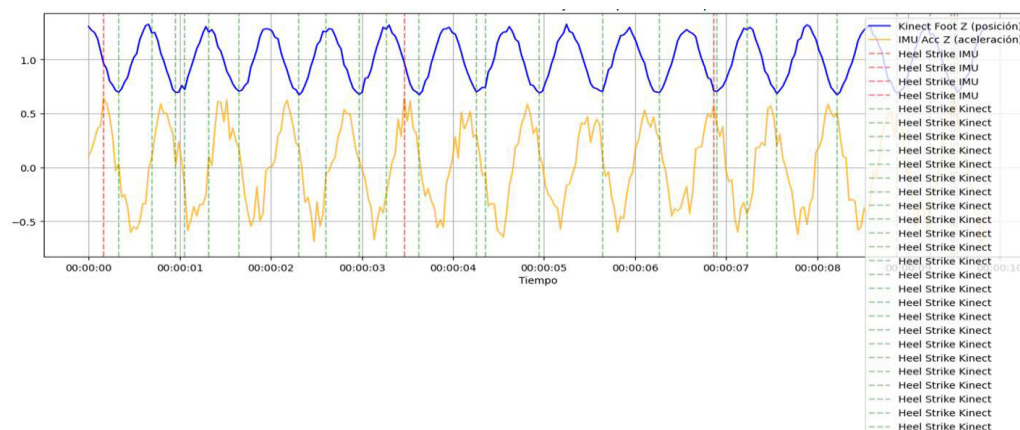
Imagen 5. Descripción de los Rangos de Movimiento



Fuente: propia

Finalmente, la arquitectura propuesta permite escalar el sistema hacia un entorno de rehabilitación inteligente, donde los algoritmos de clasificación y predicción se alimenten directamente de los datos sensoriales capturados en tiempo real, como se observa en la Imagen 6. Este enfoque representa un avance hacia sistemas que integran ingeniería biomédica, procesamiento de señales y conocimiento clínico, con el objetivo de optimizar la toma de decisiones terapéuticas y personalizar los programas de rehabilitación (Perret et al., 2022; Meng et al., 2023).

Imagen 6. Datos Sensoriales por Evento Clínico



Fuente: propia

Desarrollo

El desarrollo del sistema sensorial se llevó a cabo siguiendo un enfoque iterativo de diseño y validación, combinando elementos de hardware, software y comunicación inalámbrica para lograr una infraestructura robusta, precisa y escalable. El propósito principal fue integrar múltiples fuentes de información provenientes de sensores inerciales y una cámara de profundidad dentro de una red capaz de operar de manera sincronizada y confiable en tiempo real.

Diseño e implementación del hardware

Cada uno de los nueve módulos inerciales se basó en el sensor MPU6050, que combina un acelerómetro y un giroscopio triaxiales, permitiendo obtener mediciones de aceleración lineal y velocidad angular en los tres ejes del espacio. Estos sensores se conectaron individualmente a un microcontrolador ESP32, encargado de la adquisición, procesamiento inicial y transmisión de los datos mediante su módulo Wi-Fi integrado. La elección del ESP32 se fundamentó en su capacidad para gestionar tareas de comunicación asíncrona, bajo consumo energético y soporte para conexiones TCP/IP, características que lo hacen adecuado para sistemas distribuidos de captura de movimiento (Zhang et al., 2023; Perret et al., 2022).

Imagen 7. Sistema Sensoria Aplicado



Fuente: Propia

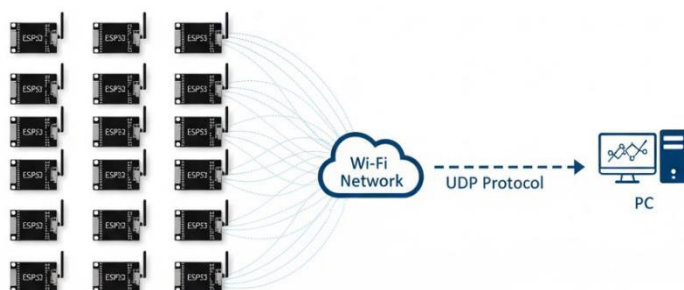
El diseño eléctrico de cada módulo incluyó un regulador de voltaje, una interfaz I²C para la comunicación entre el sensor y el microcontrolador, y una batería recargable de polímero de litio (Li-Po) que garantiza autonomía suficiente para sesiones prolongadas de

adquisición. La fijación de los sensores al cuerpo se realizó cuidando la orientación de los ejes de medición y la comodidad del usuario, como se muestra en la Imagen 7. La colocación final de los sensores fue la siguiente: uno en la zona lumbar, dos en muslos, dos en piernas, dos en brazos y dos en antebrazos, permitiendo capturar la dinámica coordinada del cuerpo completo. Esta configuración se verificó mediante pruebas de calibración estática y dinámica, en las que se comprobaron los rangos de lectura y la correspondencia espacial entre los módulos.

Configuración de red y transmisión de datos

El sistema de comunicación se estructuró bajo una topología cliente-servidor, donde cada ESP32 actúa como cliente enviando paquetes de datos mediante el protocolo UDP hacia un servidor central implementado en Python, Imagen 8. Este esquema fue preferido por su baja latencia y capacidad para manejar transmisiones simultáneas sin congestión significativa, lo cual es esencial en la sincronización de múltiples nodos sensoriales (Meng et al., 2023).

Imagen 8. Topología de Red del Sistema



Fuente: propia

En el servidor, se desarrolló un entorno de recepción que utiliza las librerías socket y threading para gestionar conexiones concurrentes y almacenar las lecturas recibidas en tiempo real. Cada mensaje incluye la identificación del sensor, la marca temporal y los valores de aceleración y rotación en los tres ejes. Los datos se almacenan en archivos tipo .csv y .mat para facilitar su análisis posterior en MATLAB y Python. Además, se diseñó una interfaz de monitoreo que permite verificar la conectividad de cada módulo, el estado de la red y la pérdida de paquetes durante la adquisición.

Integración con la cámara de profundidad

De forma simultánea, se integró una cámara Kinect Azure para la captura tridimensional del movimiento. El software de control se implementó en Python mediante el SDK oficial de Azure Kinect, el cual permite obtener información del esqueleto corporal con 25 puntos articulares y su proyección en coordenadas espaciales. Los datos de la cámara se almacenan con una frecuencia de muestreo promedio de 30 Hz, lo que ofrece una resolución temporal suficiente para el análisis de la marcha y movimientos funcionales del tronco y extremidades, como se muestra en la Imagen9 (Hernández-López et al., 2024).

Imagen 9. Integración de Cámara de profundidad RGB-D



Fuente: propia

Para garantizar la sincronización entre los datos inerciales y ópticos, se implementó un mecanismo de timestamp compartido entre los sistemas, ajustando los tiempos de muestreo mediante interpolación lineal. De este modo, las señales de aceleración, rotación y posición se alinean cronológicamente, permitiendo una fusión coherente durante el procesamiento. Las pruebas iniciales mostraron una desviación temporal promedio inferior a 50 ms entre los flujos de datos, lo que se considera adecuado para aplicaciones biomecánicas (Castro et al., 2024).



Entorno de software y almacenamiento

El entorno de software fue desarrollado en Python, utilizando librerías como NumPy, Pandas y Matplotlib para la gestión y visualización de datos, así como PyQt para la creación de una interfaz gráfica de usuario (GUI). Esta interfaz permite iniciar y detener sesiones de adquisición, seleccionar los sensores activos, monitorear la frecuencia de muestreo y visualizar las señales en tiempo real. Los datos se almacenan de forma estructurada en carpetas por sesión, con metadatos que incluyen el tipo de movimiento, la fecha de captura, el sujeto participante y la configuración de los sensores.

El diseño del sistema consideró también aspectos de escalabilidad y portabilidad, por lo que la comunicación entre los módulos y el servidor puede extenderse a entornos de red local o en la nube. Esta capacidad permitirá en el futuro transmitir los datos hacia plataformas de análisis remoto y aprendizaje automático, donde se podrán implementar clasificadores inteligentes para la detección temprana de patologías musculoesqueléticas.

Validación funcional del sistema

Para verificar la funcionalidad del sistema, se realizaron pruebas experimentales con usuarios sanos en un entorno controlado, en las cuales se ejecutaron movimientos básicos de flexo-extensión, marcha recta, rotaciones de tronco y elevaciones de brazos. Los resultados preliminares confirmaron la correcta transmisión y almacenamiento de los datos sin pérdidas significativas, así como la coherencia entre las mediciones inerciales y las posiciones captadas por la cámara Kinect. Las gráficas obtenidas mostraron patrones cinemáticos congruentes con los movimientos realizados, validando la fiabilidad del sistema como plataforma de adquisición multimodal.

Validación clínica

Una vez integrados los módulos sensoriales y establecido el flujo de adquisición de datos, se realizó un proceso de validación clínica con la colaboración de especialistas en rehabilitación física y medicina del movimiento. El objetivo principal fue verificar la calidad, consistencia y utilidad clínica de los datos biomecánicos capturados por los sensores inerciales y la cámara de profundidad.



Durante esta etapa, los especialistas analizaron los registros obtenidos de distintas pruebas funcionales como la marcha, la flexión y extensión de rodilla, la movilidad del hombro y las pruebas de inclinación para detección de escoliosis, determinando que los parámetros cinemáticos registrados por el sistema presentan una correspondencia adecuada con los movimientos articulares esperados en cada caso. Este proceso permitió asegurar que las mediciones capturadas por los sensores y la cámara Kinect son fiables y válidas para representar los patrones de movimiento de pacientes en proceso de rehabilitación.

Asimismo, la validación clínica incluyó la revisión de las características biomecánicas derivadas como velocidad angular, aceleración, amplitud articular y simetría del movimiento, comparándolas con reportes clínicos tradicionales. Los especialistas coincidieron en que el sistema ofrece una resolución temporal y espacial suficiente para el análisis de patologías musculoesqueléticas, y que los datos son aptos para alimentar modelos de clasificación y predicción de alteraciones motoras en futuras etapas del proyecto.

Esta fase representa un paso fundamental para garantizar la pertinencia clínica y científica del sistema, estableciendo una base sólida para la integración de técnicas de aprendizaje automático que permitan automatizar el diagnóstico y seguimiento de pacientes (Chen et al., 2023; Rojas et al., 2024). La colaboración interdisciplinaria entre ingenieros biomédicos, terapeutas físicos y médicos rehabilitadores constituye un elemento clave en la validación, pues garantiza que las mediciones tecnológicas se traduzcan en indicadores clínicamente interpretables y aplicables (Rupapara et al., 2022).

Algoritmos de aprendizaje automático

Con el objetivo de avanzar hacia un diagnóstico automatizado y seguimiento inteligente de la rehabilitación, se plantean diversas estrategias de aprendizaje automático (Machine Learning, ML) y aprendizaje profundo (Deep Learning, DL) que puedan aprovechar los datos multimodales generados por los sensores inerciales y la cámara Kinect. Los algoritmos propuestos buscan identificar patrones de movimiento asociados a patologías musculoesqueléticas, optimizar la predicción de progresos en rehabilitación y complementar la interpretación clínica de los especialistas.

En la etapa inicial, se consideran modelos clásicos de ML, como regresión logística, Random Forest y Support Vector Machines (SVM). Estos métodos permiten establecer relaciones entre los parámetros biomecánicos extraídos como ángulos articulares, velocidades angulares y simetría de movimiento y la presencia o ausencia de alteraciones funcionales. Los modelos de ML proporcionan un primer nivel de análisis y sirven como prueba de concepto para evaluar la relevancia de las características extraídas y la sensibilidad del sistema ante distintas patologías (Chen et al., 2023; Fang et al., 2024).

Paralelamente, se plantea la implementación de modelos de aprendizaje profundo, especialmente redes neuronales recurrentes (RNN) y transformers multimodales, capaces de procesar secuencias temporales de datos y capturar dependencias dinámicas entre múltiples sensores y la información tridimensional de la cámara Kinect. Estas arquitecturas avanzadas permitirán en etapas futuras realizar clasificación automática de patrones de movimiento, detección temprana de alteraciones motoras y predicción de evolución funcional en pacientes en rehabilitación. La naturaleza multimodal de los datos hace que los transformers sean particularmente adecuados, dado que pueden integrar señales de distinta naturaleza como aceleración, velocidad angular y posición espacial dentro de un mismo modelo (Hernández-López et al., 2024).

Es importante destacar que, en la actualidad, los algoritmos se encuentran en fase de pruebas y desarrollo, dado que aún se está consolidando la base de datos etiquetada con la colaboración de los especialistas clínicos. La prioridad de esta etapa es garantizar que las características extraídas sean robustas, confiables y clínicamente relevantes, antes de proceder a entrenar y validar los modelos de clasificación. Esta aproximación progresiva asegura que cualquier algoritmo automatizado desarrollado posteriormente esté fundamentado en información precisa y validada, aumentando su utilidad en aplicaciones reales de rehabilitación.

CONCLUSIONES

El presente trabajo describe el desarrollo de un sistema inteligente de análisis biomecánico orientado al apoyo en diagnóstico y seguimiento de rehabilitación. La integración de nueve sensores inerciales conectados mediante microcontroladores ESP32 y la captura de movimiento mediante cámara de profundidad Kinect permitió generar un flujo de datos multimodal, confiable y sincronizado, que constituye una base sólida para el análisis



clínico y la interpretación de patrones motores en pacientes con distintas patologías musculoesqueléticas.

La validación clínica realizada con especialistas confirmó que los datos capturados son consistentes y representativos de los movimientos funcionales relevantes, incluyendo marcha, movilidad de rodilla, hombro y evaluaciones posturales como las asociadas a escoliosis. Esta validación garantiza que el sistema puede utilizarse como herramienta complementaria para el seguimiento de la rehabilitación, proporcionando información objetiva y cuantificable que potencia la labor de los profesionales.

Asimismo, se plantearon diversas estrategias de aprendizaje automático y profundo, incluyendo modelos clásicos de ML como regresión logística, Random Forest y SVM, así como arquitecturas avanzadas como RNN y transformers multimodales. Aunque los algoritmos se encuentran actualmente en fase de pruebas, su diseño está orientado a clasificar patrones de movimiento, detectar alteraciones motoras y predecir la evolución funcional de los pacientes, aprovechando la riqueza de los datos inerciales y tridimensionales. Esta etapa prepara el camino para la creación de herramientas inteligentes capaces de asistir a los especialistas en la toma de decisiones clínicas de manera más precisa y objetiva.

En conjunto, el sistema desarrollado demuestra que la fusión de sensores inerciales y cámaras de profundidad, junto con el procesamiento avanzado de datos y la incorporación de algoritmos de aprendizaje automático, constituye una plataforma prometedora para la rehabilitación inteligente. Su enfoque modular y escalable permitirá futuras mejoras, ampliando la capacidad de análisis, incorporando nuevos ejercicios funcionales y facilitando la automatización del diagnóstico y seguimiento de distintas patologías musculoesqueléticas.

BIBLIOGRAFIA

1. Castro, M., Ruiz, J., & Gómez, P. (2024). Fusion of wearable inertial and depth sensing for clinical gait assessment. *Sensors*, 24(8), 3551. <https://doi.org/10.3390/s24083551>
2. Hernández-López, D., Martínez, R., & Vega, F. (2024). Intelligent multimodal frameworks for rehabilitation assessment using IMU and RGB-D data. *IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering*, 32(5), 411–423.



3. Meng, F., Wang, Y., & Xu, Q. (2023). A multimodal approach to human motion analysis combining IMU and depth vision for rehabilitation. *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*, 11, 1192820.
4. Perret, A., Huber, M., & Müller, H. (2022). Sensor fusion for human movement analysis: Combining inertial and optical tracking systems. *Journal of Biomechanics*, 138, 111128.
5. Zhang, L., Chen, X., & Zhou, Y. (2023). Wearable motion capture and deep learning for functional movement disorders assessment. *IEEE Sensors Journal*, 23(2), 1884–1895.
6. Chen, W., Li, X., & Zhao, H. (2023). Multisensor fusion for rehabilitation assessment using wearable inertial units and depth cameras. *IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering*, 31(5), 1024–1036.
7. Rojas, A., Hernández, P., & Flores, M. (2024). Clinical validation of inertial-based motion analysis systems in physical rehabilitation settings. *Frontiers in Rehabilitation Sciences*, 5, 144–156.
8. Rupapara, V., Mehta, P., & Patel, D. (2022). Integration of IoT and AI for human motion monitoring and clinical validation. *Biomedical Signal Processing and Control*, 77, 103–122.
9. Fang, H., Zhang, R., & Zhou, Y. (2024). Intelligent motion analysis systems using multimodal sensor integration for clinical rehabilitation. *Sensors*, 24(7), 3552–3565.
10. Kuznetsova, A., Petrov, D., & Ivanov, S. (2023). Real-time 3D pose estimation with MediaPipe and depth cameras for motion analysis. *Computer Methods in Biomechanics and Biomedical Engineering*, 26(10), 901–913.



METODOLOGÍA PARA EL DESARROLLO DE LA COMUNICACIÓN EN NIÑOS CON TEA MEDIANTE TECNOLOGÍA INTERACTIVA

Roxana Rubí Dávila Marcial¹, Ziannya Ixoye Hoyos Cartamin¹, Iván Jesús Sánchez Cuapio².

¹Estudiantes de la Universidad Tecnológica de Tlaxcala.

²Docente de la Universidad Tecnológica de Tlaxcala.

rubi270527@gmail.com, ixoyecartamin1@gmail.com, ivan.sanchez@uttlaxcala.edu.mx

RESUMEN

El presente estudio describe una metodología innovadora de fortalecimiento de la comunicación funcional en niños con Trastorno del Espectro Autista (TEA), basada en la interacción progresiva e inmersiva con herramientas tecnológicas diseñadas específicamente para este propósito. La metodología prioriza la adquisición gradual de habilidades comunicativas, integrando fases de familiarización, modelado guiado, práctica supervisada y generalización con refuerzo, lo que permite adaptar la intervención al ritmo individual de cada niño y consolidar la comunicación intencional de malestares físicos y necesidades emocionales. Como herramientas de soporte para esta metodología se desarrollaron dispositivos funcionales como un peluche denominado INDOLUX, que permite señalar malestares físicos de cabeza, garganta, estómago, brazo y pierna; la Mesa de Inquietud, que facilita la expresión de necesidades emocionales básicas como hambre, felicidad, enojo, tristeza y solicitud de ir al baño; y un semáforo inalámbrico e iluminado que muestra de manera inmediata las solicitudes de los niños a adultos. Actualmente, la fase de familiarización está en proceso, y los avances preliminares indican que la combinación de la metodología de inmersión con estas herramientas tecnológicas refuerza estrategias consolidadas de Comunicación Aumentativa y Alternativa (CAA), como PECS y TEACCH, promoviendo la familiarización, interacción intencional y autonomía en los niños.

Palabras clave: TEA, semáforo interactivo, INDOLUX, comunicación aumentativa y alternativa.

INTRODUCCIÓN

La comunicación funcional es un elemento fundamental en el desarrollo integral de los niños con Trastorno del Espectro Autista (TEA), ya que les permite expresar de manera efectiva sus necesidades, emociones y malestares físicos. Las dificultades en la comunicación verbal que presentan muchos niños con este diagnóstico suelen generar frustración, estrés y conductas desafiantes, afectando no solo su bienestar emocional, sino también la dinámica familiar, educativa y terapéutica. Por ello, fortalecer la comunicación funcional resulta esencial para mejorar la calidad de vida de los niños con TEA y de las personas que interactúan con ellos a diario, promoviendo entornos más comprensivos, seguros y efectivos (Murillo Ascunce, 2014; Rise Up for Autism, 2025).

Las herramientas de Comunicación Aumentativa y Alternativa (CAA), como el Sistema de Comunicación por Intercambio de Imágenes (PECS) y el programa TEACCH, han demostrado gran eficacia en el fortalecimiento de la comunicación en niños con TEA. El sistema PECS enseña a los niños a utilizar imágenes para expresar deseos y necesidades, progresando desde intercambios simples hasta la formación de frases completas. Por su parte, TEACCH se basa en la estructuración del entorno y el uso de apoyos visuales para fomentar la autonomía, la comunicación y la conducta adaptativa (Álvarez, 2020).

A pesar de la efectividad de estas estrategias, aún existe la necesidad de contar con herramientas tecnológicas que permitan a los niños comunicar de forma rápida y clara malestares físicos o necesidades emocionales básicas. En respuesta a esta necesidad, se propone el desarrollo de un semáforo interactivo, integrado en un peluche y una Mesa Interactiva con botones que representan diferentes emociones o estados físicos. Esta propuesta busca ofrecer una forma intuitiva, accesible y visualmente atractiva de comunicación, que facilite la expresión de los niños y, al mismo tiempo, proporcione a padres, docentes y terapeutas información inmediata y comprensible para una respuesta oportuna (Pictalk, 2025).

El presente estudio tiene como objetivo desarrollar e implementar una herramienta inclusiva de comunicación visual, evaluando su efectividad en la mejora de la comunicación funcional de niños con TEA en el Centro de Rehabilitación Integral (CRI) de Apizaco, México. Se espera que esta intervención innovadora contribuya al fortalecimiento



de las estrategias pedagógicas y tecnológicas en el ámbito de la neuroeducación, ofreciendo un modelo replicable que beneficie tanto a los niños como a las personas de su entorno inmediato.

METODOLOGÍA

La metodología aplicada en la mesa de Inquietud e IndoLux se desarrolló bajo un enfoque tecnológico, inclusivo y experimental, orientado al diseño de herramientas lúdicas y funcionales para mejorar la comunicación en niños con Trastorno del Espectro Autista (TEA). Se siguió una estructura metodológica compuesta por cuatro fases principales: investigación y diagnóstico, diseño conceptual y técnico, desarrollo y programación, y validación con usuarios. Cada fase integró procedimientos interdisciplinarios entre los campos de la electrónica, el diseño pedagógico y la neuroeducación, asegurando que los prototipos fueran seguros, comprensibles y útiles en contextos reales de atención terapéutica.

Fase de investigación y diagnóstico de necesidades

Esta primera etapa consistió en una revisión documental y observacional orientada a comprender las dificultades comunicativas de los niños con TEA, así como las estrategias pedagógicas existentes para la comunicación funcional. Se consultaron investigaciones sobre Comunicación Aumentativa y Alternativa (CAA) (Autism UK, n.d.; Antão et al., 2022) y modelos como el sistema de intercambio de imágenes (PECS) y el programa TEACCH (Antão et al., 2022; Flippin, Reszka & Watson, 2010). De forma complementaria, se aplicaron entrevistas estructuradas a terapeutas del lenguaje y padres de familia del Centro de Rehabilitación Integral (CRI) de Apizaco, con el objetivo de identificar las principales barreras comunicativas que enfrentan los niños.

Los resultados evidenciaron que muchos niños tienen dificultades para manifestar molestias físicas o emocionales, lo que genera episodios de frustración o conductas desafiantes. Asimismo, se detectó la necesidad de herramientas visuales, táctiles y auditivas que ofrezcan una vía sencilla y directa de comunicación. Estos hallazgos sirvieron como base para definir los requerimientos funcionales de ambos proyectos, priorizando la seguridad, la accesibilidad, el carácter lúdico y la comprensibilidad visual de los dispositivos.



Fase de diseño conceptual, electrónico y mecánico

En esta fase se desarrollaron los planos conceptuales y esquemáticos de los sistemas, considerando tanto su función pedagógica como sus requerimientos técnicos. Se establecieron los objetivos de diseño de cada dispositivo:

- **Mesa de Inquietud Interactivo:** diseñar una herramienta visual que permitiera expresar emociones y necesidades básicas mediante un semáforo integrado en un peluche y una Mesa Interactiva con botones.
- **IndoLux:** desarrollar un peluche sensorial con botones internos que permitieran indicar malestares físicos, conectados a un panel remoto de indicadores luminosos.

Para ambos sistemas, se seleccionaron componentes electrónicos seguros para uso infantil, como botones de presión suaves, resistencias limitadoras de corriente, microcontroladores ESP32 y Arduino UNO, y LEDs de bajo consumo. En el caso del peluche, se diseñaron compartimientos internos acolchados para proteger los cables y placas electrónicas, evitando bordes filosos o materiales rígidos que pudieran incomodar al usuario.

Fase de desarrollo técnico, ensamblaje y programación

Durante esta etapa se construyeron los prototipos funcionales, uniendo los elementos electrónicos, mecánicos y de software.

- **Mesa de Inquietud Interactivo: Se desarrolló un sistema de dos módulos:**
 - Una botonera conformada por botones tipo arcade de colores morado, azul, amarillo, rojo y verde, colocados espaciosamente para favorecer el reconocimiento visual y mejorar la motricidad fina del usuario durante la interacción;
 - Una ventanilla con pictogramas, controlada por un microcontrolador central ESP32-S2, el cual recibe las señales provenientes de la botonera y activa las luces asociadas a cada pictograma. Cada luz representa una emoción o necesidad específica, permitiendo una comunicación visual inmediata entre el niño y el cuidador.



El código fue desarrollado en Arduino IDE, utilizando rutinas de lectura digital y comunicación WiFi o serial, permitiendo una respuesta inmediata entre la acción del niño y la reacción visual. Se implementaron medidas de seguridad en el código para evitar activaciones simultáneas y asegurar la estabilidad del sistema.

- **IndoLux:** El dispositivo IndoLux consistió en un oso de peluche inteligente que incorpora sensores táctiles distribuidos estratégicamente en la cabeza, , brazos, abdomen y piernas. Cada botón, al ser presionado, genera una señal que es procesada por un microcontrolador Arduino UNO, el cual envía la información a un panel remoto de indicadores luminosos. La ventanilla contiene LEDs RGB que se iluminan en el punto correspondiente, indicando la parte del cuerpo seleccionada. Esta retroalimentación visual facilita que los cuidadores comprendan rápidamente el origen del malestar comunicado por el niño. La programación incluyó el control de interrupciones, la lectura de entradas digitales con antirrebote y la activación secuencial de luces, garantizando una comunicación rápida y fiable.
- Fase de validación y evaluación con usuarios
Finalmente, se implementaron pruebas piloto en entornos controlados del CRI de Apizaco, con la participación de terapeutas, padres de familia y cuidadores. Los objetivos fueron medir la comprensión, la facilidad de uso, la reacción emocional del niño y la efectividad comunicativa de los sistemas. Se aplicaron instrumentos de evaluación cualitativa, como listas de observación y cuestionarios Likert, para recopilar la opinión de los usuarios. Los resultados preliminares mostraron una alta aceptación y comprensión visual, así como una reducción en la frustración y ansiedad durante la interacción con los dispositivos.

Adicionalmente, se implementó un enfoque centrado en la accesibilidad sensorial, incorporando estímulos visuales y auditivos para reforzar la comunicación funcional. Estudios han demostrado que la combinación de señales visuales, táctiles y sonoras mejora significativamente la atención y la comprensión de niños con TEA, facilitando la expresión de emociones y necesidades básicas (Ganz et al., 2012; Pennington et al., 2018). Esta integración permitió que los niños no solo identificaran colores y pictogramas, sino



que asociaran cada señal con un mensaje auditivo, fortaleciendo la retroalimentación inmediata y promoviendo la autonomía en la interacción.

Por otra parte, la fase de pruebas y ajustes incorporó iteraciones basadas en observaciones directas y retroalimentación de los usuarios finales, incluyendo terapeutas, padres y los propios niños. Este enfoque de diseño iterativo, respaldado por la literatura sobre desarrollo de tecnologías inclusivas, asegura que los prototipos respondan a las necesidades reales del usuario y puedan ser adaptados a distintos contextos terapéuticos (Alzayer et al., 2014; Knight et al., 2020). Las pruebas piloto permitieron evaluar la efectividad del sistema, verificar la estabilidad de los componentes electrónicos y ajustar la programación para evitar errores de activación, garantizando una experiencia segura, consistente y motivadora para los niños.

DESARROLLO

El presente proyecto tiene un enfoque aplicado, pedagógico y de innovación tecnológica, orientado al desarrollo de una herramienta inclusiva de comunicación visual y auditiva para niños con Trastorno del Espectro Autista (TEA). La intervención central se basa en un Semáforo Interactivo, diseñado para facilitar la expresión de malestares físicos, emociones y necesidades básicas de manera rápida, clara y lúdica.

Esta herramienta complementa estrategias consolidadas de Comunicación Aumentativa y Alternativa (CAA), como PECS y TEACCH, proporcionando un medio adicional de comunicación funcional, reduciendo la frustración de los niños y favoreciendo la interacción positiva con adultos y pares.

- **Diseño de la Herramienta Pedagógica y Tecnológica**

El semáforo interactivo se organiza en tres secciones integradas, cada una con funciones específicas que permiten la expresión de necesidades físicas y emocionales.

INDOLUX: Expresión de Malestares Físicos

INDOLUX consiste en un peluche interactivo con botones distribuidos en partes del cuerpo equivalentes a la cabeza, garganta, estómago, brazo y pierna.

- **Botones y retroalimentación visual:** Cada pulsación activa un pictograma iluminado, facilitando la asociación entre el malestar físico y su representación visual.

- Retroalimentación auditiva: Se incorporó un sistema de sonido mediante DFPlayer Mini, que reproduce mensajes como “Me duele la garganta” o “Necesito ayuda”, reforzando la comunicación multimodal.
- Diseño emocional y seguro: El peluche proporciona una conexión afectiva, aumentando la motivación y participación activa durante la interacción.

Tabla 1. Función de botones en INDOLUX

No. de sensores	Parte del cuerpo	Malestar físico	Color
1	Cabeza	Dolor de cabeza	Rojo
1	Garganta	Dolor de garganta	Amarillo
1	Abdomen	Dolor estomacal	Morado
2	Brazos	Dolor de brazos	Azul
2	Piernas	Dolor de piernas	Verde

Figura 1. Muñeco INDOLUX



- **Mesa de Inquietud: Expresión de Emociones y Necesidades Básicas**

La Mesa de Inquietud permite que los niños comuniquen emociones y necesidades esenciales:

- Pictogramas emocionales:
 - Enojo (rojo) – personaje de la película Intensamente.
 - Tristeza (azul) – personaje de Intensamente.
 - Alegría (amarillo) – personaje de Intensamente.
- Pictogramas de necesidades básicas:
 - Necesidad de ir al baño (morado).
 - Necesidad de comer (verde).

Los marcos de acrílico miden 11 x 11 cm y los pictogramas internos 8 x 8 cm, garantizando centrado visual, durabilidad y una clara percepción de las imágenes incluso a distancia. La iluminación LED refuerza la visibilidad, mientras que la instalación eléctrica cuidadosamente seccionada asegura uniformidad lumínica, evitando falsos contactos o pérdida de intensidad de luz.

- Distribución estratégica de colores: Las emociones principales (enojo, tristeza y alegría) se colocan en el centro, y las necesidades básicas en los laterales, priorizando la identificación rápida y efectiva.
- Sistema de sonido: Cada pictograma activa un audio correspondiente mediante DFPlayer Mini:
 - Morado: “Necesito ir al sanitario, por favor”
 - Rojo: “Esto no me gusta, necesito calmarme”
 - Amarillo: “Estoy feliz”
 - Azul: “Estoy triste”
 - Verde: “Necesito comer”

Estos sonidos refuerzan la comunicación y permiten que los niños repitan frases, mejorando su expresión y comprensión de emociones y necesidades.

Figura 2. Ventanilla con pictogramas y botonera



- **Semáforo de Señalización: Unidad Receptora**

El semáforo de señalización integra las señales del peluche y la Mesa de Inquietud, comunicando visual y auditivamente las solicitudes de los niños.

- Portabilidad: Permite ubicarlo en aulas, terapia grupal o el hogar, facilitando la intervención inmediata por parte de docentes y cuidadores.

- Visualización clara: Gracias al aumento de tamaño de los pictogramas, iluminación LED y acabado interior negro de las ventanillas, las imágenes se distinguen fácilmente incluso a distancia.
- Sistema de sonido integrado: La reproducción de mensajes permite a los niños escuchar y repetir la comunicación, fortaleciendo la práctica y la retención de los mensajes.

Figura 2. Semáforo interactivo



Desarrollo Tecnológico

Botonera y Conexión Eléctrica

- Botones tipo máquina estratégicamente ubicados.
- LEDs internos verificados para respuesta visual inmediata.
- Conexión a tierra organizada: un cable común para botones y otro exclusivo para LEDs, evitando interferencias.
- Integración con ESP32, capturando pulsaciones y controlando LEDs y sonidos de manera sincronizada.

Sistema de Sonido

- Implementación de DFPlayer Mini + tarjeta SD para almacenar y reproducir audios en formato MP3.
- Altavoces fijados en la estructura con estética integrada.
- Cada audio está asociado a un pictograma y color específico, reforzando el aprendizaje multimodal.

Pruebas y Validación

- Se realizaron pruebas con sistema completo, incluyendo ventanillas, botonera y circuitos.

- Todos los pictogramas y sonidos funcionaron correctamente:
 - Necesidad de ir al sanitario y comer.
 - Emociones: tristeza, enojo y alegría.
- Validación de iluminación LED, distribución de luz, continuidad eléctrica y reproducibilidad de audio.
- Pruebas finales con protoboard y placas PCB confirmaron funcionalidad, resistencia y coordinación entre hardware y software.

Resultados Preliminares y Proyección

Hasta el momento, se ha observado:

- Familiarización exitosa con la herramienta.
- Comunicación intencional con adultos y pares.
- Mejora de la expresión de emociones y necesidades básicas mediante la integración de luz y sonido.

Figura 4. Interacción de sistemas con usuarios



Se proyecta que la implementación completa del Semáforo de Inquietud reforzará la autonomía, comunicación funcional y habilidades socioemocionales, constituyendo un recurso pedagógico, inclusivo y tecnológicamente innovador.

CONCLUSIONES

El presente estudio permitió desarrollar y poner en funcionamiento un semáforo interactivo como herramienta inclusiva de comunicación visual y auditiva para niños con Trastorno del Espectro Autista (TEA), integrando dos componentes funcionales: el peluche INDOLUX para expresar malestares físicos y la Mesa de Inquietud para necesidades emocionales básicas. La herramienta complementa estrategias consolidadas de Comunicación



Aumentativa y Alternativa (CAA), como PECS y TEACCH, proporcionando un medio adicional para expresar estados internos de manera rápida, clara y lúdica.

El desarrollo del sistema respondió a la necesidad urgente de abordar una dificultad frecuente en niños con autismo: la imposibilidad de identificar o comunicar sus emociones y necesidades básicas de manera clara, lo que limita su desarrollo emocional y social. Para ello, se diseñó un sistema que permite la asociación de colores, pictogramas, botones y sonidos con estados emocionales y necesidades físicas, generando un aprendizaje multisensorial y facilitando la interacción directa.

La metodología utilizada consistió en un proceso estructurado que abarcó desde el diseño de los circuitos electrónicos y placas ESP32, la creación de prototipos de la botonera y ventanilla iluminada, hasta pruebas funcionales individuales y la integración completa del sistema. Cada componente (optoacopladores, transistores, pulsadores y salida de audio) fue verificado de manera exhaustiva antes de realizar pruebas finales en diferentes escenarios diseñados para evaluar su funcionalidad y facilidad de uso. La validación con niños, padres y terapeutas del CRI Apizaco permitió confirmar la efectividad del sistema en un entorno real, así como su utilidad pedagógica y terapéutica.

Los resultados obtenidos fueron altamente satisfactorios. Los niños interactuaron activamente con los pictogramas, luces y sonidos, mostrando motivación, atención y una mejor conexión con sus emociones y necesidades. Las grabaciones de audio reforzaron la comunicación, mientras que la distribución de colores y la iluminación LED facilitaron la identificación inmediata de cada señal. Padres y terapeutas destacaron la relevancia del prototipo como recurso para la mejora de la comunicación funcional, el apoyo emocional, la motricidad fina y la coordinación ojo-mano, consolidando al semáforo interactivo como un instrumento innovador y valioso para la intervención educativa y terapéutica.

Finalmente, la experiencia adquirida durante el desarrollo del proyecto evidenció que la tecnología, utilizada de forma creativa y empática, puede convertirse en un puente eficaz para satisfacer necesidades sociales y humanas. La aceptación entusiasta de los niños, junto con la satisfacción de los adultos, confirma que los objetivos planteados fueron alcanzados. Asimismo, el proceso de diseño, pruebas y ajuste de componentes fortaleció las habilidades técnicas, profesionales y colaborativas de los participantes, demostrando la importancia del trabajo en equipo y del compromiso en proyectos con impacto social y educativo.



En conjunto, los avances logrados indican que el semáforo interactivo posee un alto potencial para fortalecer la comunicación funcional, mejorar la interacción social y servir como recurso pedagógico y tecnológico innovador en entornos inclusivos para niños con TEA, mostrando que la tecnología puede ayudar a mejorar algunas dificultades comunicativas en algunos trastornos.

BIBLIOGRAFIA

1. Murillo Ascunce, N. (2014). Análisis de los programas TEACCH, PECS y sistemas de comunicación aumentativa y alternativa en niños con autismo. Universidad de Zaragoza. Recuperado de <https://zaguan.unizar.es/record/14452/files/TAZ-TFG-2014-600.pdf>
2. Álvarez, J. (2020). Fundamentos y aplicación del método TEACCH en la educación de niños con autismo. Team Menorca. Recuperado de https://teamenorca.org/wp-content/uploads/2020/06/ALVAREZ-RESUMEN-TEACCH_compressed.pdf
3. Pictalk. (2025). Rutina y soporte visual para el aprendizaje - Autismo TEA. Recuperado de <https://www.pictalk.org/es/article/rutina-y-soporte-visual-para-el-aprendizaje-autismo-tea/>
4. Antão, J. Y. F. de Lima, Oliveira, A. S. B., de Almeida Barbosa, R. T., Brusque Crocetta, T., Guarnieri, R., Pedrozo Campos Antunes, T., ... de Abreu, L. C. (2022). Instruments for augmentative and alternative communication for children with autism spectrum disorder: a systematic review. *Frontiers in Psychiatry*. <https://doi.org/10.3389/fpsy.2024.1345447>
5. Autism UK. (n.d.). What is augmentative and alternative communication and how can it help children and young people with autism? Retrieved from <https://www.autism.org.uk/advice-and-guidance/professional-practice/aug-alt-comm>
6. Flippin, M., Reszka, S., & Watson, L. R. (2010). Effectiveness of the Picture Exchange Communication System (PECS) on communication and speech for children with autism spectrum disorders: A meta-analysis. *American Journal of Speech-Language Pathology*, 19(2), 178-195. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK78681/>
7. Alzayer, N. M., Banda, D. R., & Koul, R. (2014). *Assistive technology use and intervention for individuals with autism spectrum disorders*. Journal of Autism and



- Developmental Disorders, 44(12), 3001–3016. <https://doi.org/10.1007/s10803-014-2147-4>
8. Ganz, J. B., Hong, E. R., Goodwyn, F., & Crittendon, J. (2012). *Use of visual supports with children with autism spectrum disorder*. Education and Training in Autism and Developmental Disabilities, 47(1), 70–80. <https://www.jstor.org/stable/24237307>
 9. Knight, V., McKissick, B. R., & Saunders, R. (2020). *Assistive technology and evidence-based practices for students with autism spectrum disorder*. Intervention in School and Clinic, 55(2), 97–106. <https://doi.org/10.1177/1053451219840472>
 10. Pennington, R. C., Piccinin, A. M., & Huang, J. (2018). *The effectiveness of multi-sensory interventions for children with autism spectrum disorder: A systematic review*. Review Journal of Autism and Developmental Disorders, 5(4), 356–374. <https://doi.org/10.1007/s40489-018-0141-8>



DEL LÍMITE $(1+1/n)^n$ AL AULA: EL NÚMERO E COMO PUENTE ENTRE PRECISIÓN NUMÉRICA Y ENSEÑANZA EN EMS/ES

Juan Crescenciano Cruz-Victoria¹, Alma Rosa Netzahuatl Muñoz², Yani Betancourt González³, Joel Castro Ramírez⁴, Emmanuel de Jesús Carlock Acevedo¹, Irce Leal Cabrera¹.

¹Programa Educativo de Ingeniería Mecatrónica.

²Programa Educativo de Ingeniería en Biotecnología.

³Programa Educativo de Ingeniería Industrial.

⁴Programa Educativo de Maestría en Ingeniería

Universidad Politécnica de Tlaxcala, Tlaxcala, México.

juancrescenciano.cruz@uptlax.edu.mx

RESUMEN

Este artículo presenta una propuesta docente, breve y reproducible, que utiliza el número e como hilo conductor para enseñar tres ideas clave de cómputo de precisión: (i) cómo acotar el error en el cálculo por series, (ii) cómo el redondeo/truncado afecta los últimos dígitos, y (iii) cómo verificar resultados mediante doble cálculo, round-trip y un hash SHA-256 de los dígitos exportados. La propuesta incluye dos secuencias transferibles: una para educación media superior (sin código, con la exploración del límite $\left[\left(1+\frac{1}{n}\right)\right]^n$ en hoja de cálculo) y otra para educación superior (con código mínimo para calcular e a D dígitos, comparar contra un método independiente, exportar y verificar). Reportamos un ejemplo a D=1000 dígitos ($N \approx 453$ términos) con verificación completa y hash público, y ofrecemos rúbricas e instrumentos simples para evaluar el aprendizaje. El principal aporte es metodológico-pedagógico: una guía compacta para enseñar a “pensar con precisión” y justificar la confianza en resultados numéricos, integrando contexto histórico, teoría y prácticas de reproducibilidad accesibles en el aula.

Palabras clave: número e, cómputo multiprecisión, verificación numérica, reproducibilidad y educación matemática.

INTRODUCCIÓN

En la enseñanza tradicional de cálculo y métodos numéricos se plantea que saber calcular es suficiente. Sin embargo, saber calcular no implica necesariamente saber cuándo detenerse ni comprender las razones para confiar en el resultado obtenido. Este problema

fundamental —distinguir entre la ejecución mecánica de un cálculo y la comprensión de sus límites de precisión— es especialmente relevante en la era digital [1], donde la confiabilidad numérica es un requisito indispensable. Este trabajo aborda dicha necesidad pedagógica mediante el uso del número e . Específicamente, proponemos una estrategia docente que utiliza la definición y evaluación numérica de e para introducir técnicas de análisis de errores y verificación reproducible, aplicable tanto en Educación Media Superior (EMS) como en Educación Superior (ES). Para justificar este enfoque didáctico, exploramos el contexto histórico de e , que es el vehículo ideal para conectar sus propiedades con la necesidad de establecer los límites y la confianza de cualquier cálculo numérico

La historia del número e proporciona el contexto perfecto para introducir la idea de precisión en el aula. Su nacimiento se remonta al siglo XVII, cuando Jacob Bernoulli (alrededor de 1683), al estudiar el interés compuesto, se preguntó por el valor límite de $\left[\left(1 + \frac{1}{n} \right)^n \right]$ [2]. Esta génesis es clave: e es, por definición, un límite que se aproxima infinitamente, pero nunca se alcanza con un número finito de pasos o sumas. Este hecho —que e sea un "proceso" de acercamiento— lo convierte en un concepto ideal para discutir qué tan confiable es una aproximación numérica y cuándo detener un cálculo. Más tarde, Leonhard Euler no solo formalizó el número y le dio su nombre actual, sino que también demostró su irracionalidad (1737) y, crucialmente, lo relacionó con la serie infinita $\sum_{n=0}^{\infty} \frac{1}{n!}$ [2], [3], proporcionando la herramienta fundamental para su cómputo. Posteriormente, Charles Hermite probó su trascendencia (1873) [4]. Estas propiedades teóricas que lo hacen inalcanzable, contrastan con su uso práctico: calcular e con miles de dígitos ha sido históricamente un "campo de pruebas" para medir la potencia y precisión de los algoritmos y el hardware [5]. Esta dualidad entre la teoría de los límites y la práctica de la super-precisión es la que tomamos como base para nuestra propuesta didáctica.

El objetivo de este trabajo es ofrecer una guía compacta, apoyada en ejemplos reproducibles en el entorno Windows o en Google Colaboratory, para enseñar en EMS y ES tres ideas clave sobre cómputo de precisión utilizando el número e como hilo conductor: (i) cómo derivar cotas explícitas de error (por ejemplo, el resto truncado de la serie de Taylor), (ii) la diferencia entre redondeo y truncado y su efecto en el último dígito de un resultado, y (iii) prácticas mínimas de verificación y trazabilidad de un cálculo numérico (doble cómputo independiente, comparación con umbral, round-trip y huella digital criptográfica).



ANTECEDENTES

Tres ideas clave para el aula

A continuación, se desarrollan con el debido rigor matemático las tres ideas centrales que proponemos introducir en el aula a través del número e . Cada idea combina formulación teórica y consecuencias prácticas, enfatizando cómo “pensar con precisión” en contextos numéricos.

2.1 Cota de error en una serie: garantía de D dígitos

El número de Euler se define como suma de la serie de factoriales recíprocos:

$$e = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{1}{n!}.$$

Si truncamos la serie en N términos, el resto (el error de truncamiento) es:

$$R_N = \sum_{k=N+1}^{\infty} \frac{1}{k!}.$$

Esta serie residual converge rápidamente a 0 conforme N aumenta. Podemos acotarla usando el término siguiente a los sumados: dado que e^x tiene derivadas acotadas por e^x para $0 \leq x \leq 1$, aplicando el Teorema del Resto de Taylor en Lagrange para e^1 se obtiene [6]:

$$0 < R_N \leq \frac{e^c}{(N+1)!} \text{ para algún } 0 < c < 1,$$

y como $e^c < e$ se cumple la cota más simple:

$$R_N < \frac{e}{(N+1)!}. \quad (1)$$

La inecuación anterior es muy instructiva: muestra que el error al truncar en N términos es menor que $e/(N+1)!$. Numéricamente, $e/(N+1)!$ decrece extraordinariamente rápido con N ; por ejemplo, con $N=9$ se obtiene

$$R_9 < \frac{e}{10!} < \frac{3}{3.6 \times 10^6} \approx 8.3 \times 10^{-7},$$



garantizando al menos 6 decimales correctos. En general, si deseamos obtener D dígitos decimales correctos de e , necesitamos asegurar $R_N < 10^{-D}$. Una forma explícita de lograrlo es elegir $N(D)$ como el menor entero N que satisface

$$\frac{e}{(N+1)!} < 10^{-D}. \quad (2)$$

Esta condición garantiza que el error de truncamiento está por debajo de 0.1 unidad en el Décimo decimal, es decir, todos los D dígitos calculados son correctos. En la práctica de aula, se puede simplificar usando una cota ligeramente mayor pero más manejable: dado que $e < 3$, basta exigir $3/(N+1)! < 10^{-D}$ (el cual tiene el mismo orden de magnitud) [7].

Para encontrar $N(D)$ de forma constructiva, se puede proceder iterativamente: calcular términos $1/n!$ hasta que el término siguiente sea menor que 10^{-D} . Esa es la aproximación que se propone en el algoritmo didáctico (ver Anexo A1). En efecto, porque $1/(N+1)!$ es el primer término omitido, garantizar $1/(N+1)! < 10^{-D}$ implica [7]

$$\begin{aligned} R_N &< \frac{1}{(N+1)!} + \frac{1}{(N+2)!} + \dots < \left(\frac{1}{1 - \frac{1}{N+2}} \right) * \left(\frac{1}{(N+1)!} \right) < \left(\frac{N+2}{N+1} \right) * \left(\frac{1}{(N+1)!} \right) \\ &< \frac{3}{(N+1)!} < 10^{-D}, \quad (N \geq 1) \end{aligned}$$

Ahora bien, la condición (2) garantiza exactitud al límite de los D dígitos. En la implementación computacional real es prudente agregar un margen de seguridad: dígitos de guarda (guard digits). Los dígitos de guarda son dígitos adicionales que se calculan más allá de los D requeridos [8]. Su propósito es asegurar que los redondeos intermedios no contaminen los dígitos finales. Por ejemplo, si se desean $D=6$ decimales fiables, podríamos calcular con $m=2$ dígitos de guarda (o sea, a 8 decimales) y luego truncar o redondear con confianza. En términos de la cota, esto equivale a exigir $R_N < 10^{-(D+m)}$. El algoritmo práctico entonces busca el menor N tal que $1/(N+1)! < 10^{-(D+m)}$. Con esto, incluso si se acumulan pequeños errores de redondeo durante la suma de la serie, los primeros D dígitos del resultado final permanecen correctos [8].

Procedimiento explícito para $N(D)$: fijados D y un margen m (dígitos de guarda), se procede a sumar la serie $e = \sum_{n=0}^N 1/n!$ acumulando términos hasta que el último término añadido $1/N!$ sea estrictamente menor que $10^{-(D+m)}$. En ese punto se detiene la suma y se



toma N como $N(D)$. Este procedimiento garantiza que el resto R_N es menor que el término descartado, i.e. $R_N < 1/(N+1)! < 10^{-(D+m)}$. La salida de la suma se conserva con al menos $D+m$ dígitos de precisión interna. Finalmente, para reportar D dígitos confiables de e , se truncará o redondeará adecuadamente (ver la sección 2.2). En pseudocódigo, utilizando aritmética multiprecisión, el proceso es:

```
sum = 0; term = 1    # (1/0! = 1)
N = 0
while term >= 10^(-(D+m)):
    sum = sum + term
    N = N + 1
    term = term / N    # siguiente término 1/N!
# Al salir del bucle, term = 1/(N!) < 10^(-(D+m)), se toma N(D) = N-1
```

Al terminar, la función `sum` contiene la suma hasta $1/N(D)!$ inclusive, y el siguiente término $1/(N(D)+1)!$ es menor que la tolerancia. Esta lógica garantiza, por construcción, D dígitos correctos en `sum`. En la sección de Implementación computacional (véase la sección 4) se discuten tiempos de cálculo y el valor típico de N para un D dado (por ejemplo, para $D \approx 1000$ dígitos se encuentra $N \approx 453$). Esto contrasta con series alternantes o mal condicionadas donde se requerirían muchos más términos para la misma precisión.

En resumen, la primera idea clave es introducir la noción de cota de error a priori: dado un número de dígitos deseado, ¿cuándo podemos detener un cálculo iterativo? El número e nos permite derivar analíticamente ese criterio, entrenando al estudiante en justificación rigurosa (inecuaciones como (1)-(2)) y en metodologías algorítmicas (pseudocódigo anterior). Se recomienda enfatizar que este proceso es generalizable a otras series de Taylor con resto conocido.

Redondeo vs. truncado: impacto en el último dígito

La segunda idea clave es distinguir dos formas de limitar dígitos: el truncado (corte de dígitos extras sin ajustar el último) y el redondeo al dígito más cercano. Aunque pudiera parecer un detalle menor, esta elección influye en la confiabilidad del último dígito reportado y puede introducir sesgos sistemáticos [9]. En contextos de enseñanza, hemos observado que a menudo se redondea por costumbre (muchas veces con la regla de " ≥ 5 aumenta, < 5 baja") sin preguntarse si dicho redondeo es seguro o apropiado.



Definiciones

Truncar a D decimales significa cortar la representación decimal después de D dígitos, descartando los posteriores (equivalente a redondear hacia cero en número positivo). Redondear a D dígitos significa ajustar el último dígito conservado al valor más cercano a la cifra siguiente. Por ejemplo, dado el valor hipotético 2.7182818..., truncado a 6 decimales sería 2.718281 mientras que redondeado a 6 decimales daría 2.718282 (porque la siguiente cifra es 8, se redondea hacia arriba). El redondeo usual en computación sigue la norma ties-to-even (redondeo a par) para evitar sesgo acumulativo: en caso de que la cifra siguiente sea exactamente 5 seguida solo de ceros, se ajusta el último dígito al número par más cercano [9]. Así, 2.718285000... con 6 decimales se redondearía a 2.718284 (porque 8 es par y la siguiente secuencia .5000... indica un empate). Esta convención minimiza el error sistemático cuando se hacen muchas operaciones [9].

¿Por qué nos debe importar esta distinción? Principalmente, por el efecto en el último dígito confiable. Si nuestro margen de error es apenas menor a 10^{-D} , un redondeo podría propagar error al alza. En términos coloquiales, si apenas garantizamos “ D dígitos correctos”, al redondear podríamos pasarnos del valor real. En cambio, truncando nos quedamos siempre por debajo (en el caso de e , cuya serie es alternante en cierto punto, truncar da una aproximación por defecto). Por ello, una recomendación conservadora es: si el margen es ajustado, se debe truncar el resultado; solo con un margen holgado se aplica redondeo correcto.

Ahora bien, si hemos incluido dígitos de guarda suficientes (por ejemplo $m \geq 3$), entonces podemos permitirnos redondear con toda probabilidad de acierto en el dígito final. La práctica óptima es: calcular con guard digits y luego redondear al reporte final usando ties-to-even. De este modo, obtenemos lo mejor de ambos mundos: alta confiabilidad en el último dígito y ausencia de sesgo sistemático. De hecho, los estándares de coma flotante (IEEE 754) recomiendan el redondeo al par por esta razón [9].

En la propuesta para el aula resulta todavía más gráfico usar un ejemplo tomado de la literatura clásica sobre punto flotante. Supongamos aritmética limitada a tres cifras significativas con normalización automática después de cada operación. Queremos restar $10.1 - 9.93$:

- El número 10.1 se almacena como $x = 1.01 \times 10^1$.



- El número 9.93 se almacena como $y = 0.99 \times 10^1$ (pues 0.993 se trunca a tres cifras).
- La máquina calcula entonces $x - y = 0.02 \times 10^1 = 0.20$.

El resultado exacto debería ser 0.17, de modo que la resta computada se equivoca en todos sus dígitos y está desplazada unos 30 ulp (unidades en el último lugar). El error proviene de la cancelación casi total tras alinear los exponentes y de no contar con dígitos de guarda. Con un solo dígito de guarda interno la resta produciría de nuevo 0.17, evidenciando la importancia de reservar espacio extra o aplicar redondeo correcto cuando se operan números casi iguales [9].

Con lo anterior se busca que, al terminar la lección, el estudiante pueda responder: ¿por qué un último dígito “5” es problemático? ¿qué implica redondear siempre hacia arriba? ¿qué es un ulp (unidad en el último lugar) y cómo se mide el error en ulps? (Por ejemplo, un error de 0.5 ulp es típico de redondeo al más cercano [9]). Estas reflexiones preparan el terreno para discutir estabilidad numérica y errores de representación en general [10].

Verificación y trazabilidad mínimas de un resultado numérico

La tercera idea clave es inculcar hábitos de verificación independiente y trazabilidad en cálculos numéricos. En la práctica profesional y científica, un resultado aislado raramente se considera confiable sin algún tipo de verificación o rastro que respalde cómo se obtuvo [5]. Proponemos llevar esta cultura al aula mediante tres herramientas simples: (a) doble cómputo independiente, (b) round-trip de formato, y (c) huella digital (hash).

(a) Doble cómputo independiente: Consiste en calcular el mismo valor usando dos métodos o implementaciones distintas, y comparar los resultados. En el caso de e , el primer método puede ser la suma de la serie (como en la sección 2.1) y el segundo algún algoritmo alternativo: por ejemplo, una función exponencial de alta precisión, una serie diferente o un desarrollo en fracciones continuas. La verificación por doble cómputo es un estándar en la computación de constantes matemáticas a gran escala: por ejemplo, cuando D. Bailey calculó π a más de 29 millones de dígitos, verificó sus dígitos usando dos algoritmos independientes (uno con convergencia cuártica y otro cuadrática) [5]. En nuestro contexto educativo, no buscamos tantos dígitos sino inculcar la siguiente idea: si dos implementaciones distintas (idealmente, con supuestos numéricos diferentes) coinciden en sus



primeras D cifras, aumenta la confianza de que dichos dígitos son correctos. Formalmente, definimos un criterio de coincidencia: si x_1 y x_2 son las aproximaciones obtenidas por los dos métodos, exigimos

$$(b) |x_1 - x_2| < 10^{-D}. \quad (3)$$

(c) Esta desigualdad garantiza que x_1 y x_2 concuerdan hasta D dígitos decimales. En la práctica, al comparar cadenas de dígitos se puede simplemente verificar que todos los dígitos hasta la posición D son iguales; la ecuación (3) es equivalente a esa verificación cuando $x_1, x_2 > 0$. Insistimos en que los métodos sean lo más independientes posible: por ejemplo, uno podría ser un código propio en Python usando la serie, y el otro usar la biblioteca mpmath o decimal con su rutina interna de exponencial. Incluso se podría considerar como segundo método evaluar $\left(1 + \frac{1}{n}\right)^n$ para n muy grande, aunque este converge más lentamente y sería ineficiente alcanzar alta precisión (no lo recomendamos para D grande, pero es instructivo a nivel conceptual en EMS).

(d) **(b) Round-trip:** Esta expresión se refiere a convertir el número calculado a un formato externo (texto) y luego volver a importarlo, comprobando que no haya pérdidas ni alteraciones. En nuestro caso, luego de calcular e a D dígitos, lo exportamos como texto decimal en un archivo (por ejemplo, `e_D.txt` que contiene exactamente la secuencia "`2.<D dígitos>`"). Luego re-importamos ese archivo y lo interpretamos con la misma precisión D para ver si coincide con el valor interno original. Si la lectura “de ida y vuelta” produce discrepancias, indicaría algún problema de formato, por ejemplo: dígitos faltantes, notación científica mal manejada o encoding incorrecto. El round-trip es una verificación sencilla pero importante, especialmente cuando se mueve información entre software distintos. En sistemas de coma flotante binaria, por ejemplo, no todos los decimales se representan exactamente y a veces escribir y leer puede cambiar ligeramente el valor; para evitarlo se diseñan paridades de precisión (por ejemplo, con 17 dígitos decimales se garantiza recuperar un doble binario de 53 bits) [9]. En nuestro caso, trabajamos siempre en decimal multiprecisión, así que el round-trip sirve más que nada para asegurar que lo que compartimos en el archivo es exactamente lo que obtuvimos en memoria (sin errores de transmisión). Implementarlo implica: escribir el número con todos sus dígitos significativos a un archivo de texto; luego en un script separado leer ese archivo, volver a convertirlo a número con la misma



precisión, y restarlo al valor original para confirmar que la diferencia es cero en todos los D dígitos deseados.

- (e) (c) Hash SHA-256:** La tercera herramienta de verificación es calcular una huella digital criptográfica del archivo con los dígitos. Utilizamos SHA-256 (Secure Hash Algorithm 256 bits) por ser un estándar ampliamente disponible. Un hash SHA-256 del texto " $2.<D \text{ dígitos}>$ " produce una cadena de 64 caracteres hexadecimales que identifica unívocamente (con probabilidad prácticamente 1) el contenido exacto del archivo [15]. ¿Por qué querríamos esto en clase de matemáticas? Porque es una forma moderna de certificar un resultado sin necesidad de incluir todos los dígitos en un informe. El docente o los propios estudiantes pueden recalcular e y comparar su hash con el proporcionado originalmente. Si coincide, hay altísima confianza de que todos los dígitos calculados son idénticos. Esto acerca a los estudiantes a prácticas de reproducibilidad científica y también toca temas transversales de seguridad informática (por ejemplo, explicar que un hash no es “mágico” sino simplemente es una función determinista muy sensible a cada carácter, de modo que un solo dígito diferente cambia completamente el hash). Cabe mencionar que SHA-256 es unidireccional: no revela nada sobre los dígitos originales, solo sirve para verificar coincidencia.
- (f)** Como elemento opcional y avanzado, se puede mencionar la idea de hashes parciales y raíz de Merkle. Esto va más allá de lo requerido en EMS/ES, pero puede ser de interés para estudiantes de ingeniería o computación: consiste en dividir los D dígitos en bloques (por ejemplo, bloques de 100 dígitos), calcular los hashes de cada bloque, y luego combinar esos hashes en pares recursivamente hasta obtener uno solo (raíz de Merkle). Si hubiera una discrepancia en algún dígito, este esquema permitiría localizar rápidamente en qué bloque está el error comparando hashes parciales. Esta técnica se usa en verificación de datos a gran escala (por ejemplo, blockchain). En nuestra propuesta, se menciona solo como curiosidad, ya que el diagnóstico de un error no es el foco (asumimos que no habrá errores si todo se hizo bien). Aun así, podría ser un plus demostrar cómo se detectaría un fallo si, por ejemplo, un estudiante calculó mal cierto tramo de la serie: comparar hashes de segmentos revelaría la posición del tramo incorrecto.
- (g)** Resumiendo, la tercera idea clave a transmitir es la metodología de la verificación reproducible. La pregunta fundamental que buscamos que el estudiante sepa



responder es: "¿Cómo sabemos que los dígitos calculados son correctos?", es decir en lenguaje más formal "¿Cómo demuestro que mi resultado numérico a D dígitos es trazable y confiable?" La respuesta metodológica que fomentamos es: "Porque lo verifiqué de manera independiente (doble cómputo), aseguré su integridad de formato (round-trip) y dejé evidencia inalterable de su contenido (hash SHA-256)." En la práctica, esto significa verificar los cálculos por otro método y documentar cada paso, creando un registro claro. A continuación, se presentará la propuesta didáctica para EMS y ES que integra estas tres ideas.

METODOLOGÍA

Propuesta didáctica y materiales

Dividimos la propuesta en dos secuencias: una dirigida a estudiantes de nivel medio superior (bachillerato), sin necesidad de programar, centrada en explorar el límite definitorio de e ; otra dirigida a nivel superior (licenciatura o cursos de cálculo numérico), donde se implementan los algoritmos con código. Ambas secuencias comparten la meta de enseñar a “pensar con precisión” utilizando a e como hilo conductor, pero se adaptan en tiempo y profundidad según el nivel.

Secuencia EMS (15–25 min, sin código)

Actividad: Exploración del límite $L_n = \left(1 + \frac{1}{n}\right)^n$ con hoja de cálculo. Se reparte a los alumnos un archivo CSV preconfigurado (Anexo A4) que contiene una tabla de valores de n y las fórmulas necesarias para calcular L_n . Los n están escogidos estratégicamente (por ejemplo: $n = 1, 2, 5, 10, 20, 50, 100, 200, 500, 1000, 5000, \dots$) para que se observe la tendencia. La hoja incluye columnas para: el valor L_n , la diferencia $|L_n - L_{n-1}|$ o incremento respecto al anterior, y una columna de decisión (donde el alumno marca si a partir de allí el valor parece estable a cierto número de decimales).

Desarrollo de la actividad: En equipos o individualmente, los estudiantes llenan la tabla y responden preguntas guía del profesor, tales como: ¿Hacia qué valor parece acercarse $\left(1 + \frac{1}{n}\right)^n$?; ¿Cuántos decimales de L_n permanecen sin cambiar al aumentar n ?; ¿Se sobrepasa alguna vez ese valor límite? (Esto último es interesante: $\left(1 + \frac{1}{n}\right)^n < e$ para todo n , por lo que la sucesión es creciente y acotada superiormente por e). Los alumnos pueden



notar que a medida que n crece, L_n se estabiliza en, por ejemplo, 2.71828 (si se muestran 6 decimales). Un posible punto de discusión: al llegar a $n = 10^6$, la hoja de cálculo quizá ya no muestre cambios en los primeros 5–6 decimales debido a limitaciones de precisión de la herramienta, lo que ofrece una oportunidad para comentar sobre los límites de representación en computadoras.

Conceptos enfatizados: (i) La idea de límite: L_n se acerca a e pero nunca “alcanza” e exactamente para n finito. Esto refuerza la noción de número irracional (no se llegará a una fracción exacta) y se conecta con la historia: Euler en sus trabajos identificó este límite y su valor aproximadamente 2.71828 [2]. (ii) Dígitos “exactos” vs “aproximados”: Si $L_{1000} = 2.71692$ y $L_{10,000} = 2.71815$, ¿qué dígitos de estos resultados son confiables? Se introduce informalmente la idea de que los primeros dígitos convergentes representan la aproximación del límite. (iii) Redondeo vs truncado: En la hoja de cálculo, típicamente se muestran números redondeados. Se puede pedir a los alumnos que distingan entre el valor real almacenado por Excel y el mostrado en pantalla, y discutir si Excel está truncando o redondeando (generalmente redondea a lo que cabe en la celda). Se plantea: si quisiéramos estar seguros de no pasarnos del valor límite, ¿mostraríamos dígitos truncados o redondeados? Esto hace reflexionar sobre cuál es una cota superior o inferior de e . Notarán que L_n es siempre menor que e , así que cualquier valor L_n truncado es una cota inferior de e ; mientras que L_n redondeado podría pasarse (por ejemplo, $L_{100} \approx 2.70481$; redondeado a 4 decimales 2.7048, truncado 2.7048 en este caso coincide porque el siguiente dígito es 1; pero con otro valor podría diferir).

Cierre de la actividad EMS: El profesor resume que la exploración sugiere un valor especial (2.71828...) al cual tiende la sucesión; presenta formalmente el número e y su serie equivalente $\sum_{k=0}^{\infty} \frac{1}{k!}$ (posiblemente derivando brevemente que $(1 + 1/n)^n = \sum_{k=0}^n \frac{1}{k!}$). Destaca que con herramientas simples se logró estimar e y que la clave fue observar diferencias cada vez más pequeñas. Esto prepara el camino para la siguiente secuencia, donde se cuantificará el error y se llevará la precisión mucho más lejos con ayuda de programación.

Secuencia ES (30–60 min, con código)

Actividad: Cómputo multiprecisión de e a D dígitos y verificación completa. Esta secuencia asume que los estudiantes tienen nociones básicas de programación (se proporciona



código guía en Python o en su defecto pseudocódigo Anexos A1–A3). Los pasos propuestos son:

Planteamiento del problema: Se desafía a los estudiantes a “calcular e con $D=1000$ dígitos correctos” (o algún otro D grande, según el tiempo). Se discute por qué las herramientas usuales (calculadora, double precision) no bastan. Se introduce la idea de aritmética multiprecisión o de precisión arbitraria (usar librerías especiales o algoritmos que permiten manejar más dígitos que los algoritmos estándar).

Derivación de $N(D)$: Antes de programar, se pide a los estudiantes deducir cuántos términos de $1/n!$ podrían requerirse. Aquí se aplica la fórmula de cota de error (2) presentada en la sección 2.1. Por ejemplo, para $D = 1000$, ¿qué N satisface $3/(N + 1)! < 10^{-1000}$? Pueden hacer prueba y error estimativa o se les puede guiar: busquen N tal que $(N!) \approx 1000$.

Implementación del algoritmo de la serie: Con papel y lápiz (o directamente en editor de código) se elabora un pseudocódigo, tal como el dado en la sección 2.1. Se enfatiza: usar variables de alta precisión. En Python, por ejemplo, usar el módulo decimal o mpmath y fijar la precisión a $\text{prec} = D + m$. Se discute la elección de m (dígitos de guarda); se sugiere iniciar con $m=2$ o $m=5$ para estar seguros. Los alumnos codifican o completan el script A1 (provisto posiblemente como esqueleto) que: (i) calcula $N(D)$ dinámicamente sumando hasta que el incremento sea menor a $10^{-(D+m)}$; (ii) reporta D, N , el tiempo transcurrido y uso de memoria (si es medible simplemente, por ejemplo con `resource.getrusage` en Python); (iii) guarda el resultado en un archivo de texto exactamente como “2.<dígitos>” (truncando la salida para evitar cualquier contaminación en el último dígito, según la discusión la sección 2.2). Al guardar el archivo, se recalca no incluir saltos de línea extras ni formato científico, etc., porque eso alteraría el hash posteriormente.

Método independiente de cálculo: Se presenta el script A2, que utiliza una ruta distinta para obtener e . Por ejemplo, usando la función `mpmath.e`, donde `mpmath.e` es una constante perezosa que calcula e con precisión arbitraria según `mp.mp.dps` (equivalente a evaluar $\exp(1)$), no un valor fijo codificado; o utilizando `decimal.Decimal.exp(1)` para calcular e^1 . Internamente, estas rutinas podrían usar algoritmos de exponenciación rápidos (series de potencias, fracciones continuas, etc.), lo importante es que sean diferentes a la sumatoria de los inversos de los factoriales implementado en A1. Se corre el script A2 con la misma



precisión $D+m$ y se obtiene otra cadena de dígitos para e . Opcionalmente, se puede hacer que A2 también escriba su resultado en un archivo o simplemente lo retenga en memoria para comparar.

Verificación cruzada: Con los resultados de A1 y A2, se procede a la comparación. El script A3 facilita esto: carga el archivo `e_D.txt` producido por A1, vuelve a leer el número (efectuando el round-trip), compara dígito a dígito (o numéricamente con tolerancia 10^{-D}) contra el resultado de A2 [3], e imprime un mensaje de confirmación. Luego, A3 calcula el hash SHA-256 del archivo de texto y lo muestra en pantalla. Si ambas comparaciones (A1 vs A2 y round-trip) pasan, y el hash es consistente, se puede declarar “verificado” el cómputo. Los estudiantes deben anotar el hash resultante.

Registro de evidencias: Se podría solicitar a cada estudiante o equipo que prepare un pequeño reporte con: el D logrado, el N utilizado, el tiempo que tomó, la memoria aproximada consumida (si se pudo medir o estimar), y el SHA-256 obtenido. Esta información es el “certificado” de su cálculo. Pueden también incluir los primeros 10–20 dígitos de e calculados para verificar visualmente que tiene sentido (2.7182818284..., etc.).

Discusión: A lo largo de la implementación, el profesor circula y hace preguntas conceptuales: ¿Por qué confiamos en que 453 términos bastan para 1000 dígitos? (responder en términos de la cota del error); ¿Por qué sumamos la serie del factorial del 0 hacia adelante, no sería mejor al revés? (sumar de menor a mayor minimiza error de cancelación, aunque aquí todos los términos son positivos así que el orden no altera la suma, pero es buen momento para mencionar estrategias de suma); ¿Qué diferencias hay entre usar tipo de dato float vs decimal? (esto introduce la noción de precisión arbitraria vs fija, y por qué float no sirve para 1000 dígitos). También se puede cuestionar: ¿Qué tan difícil sería calcular π con esta misma estrategia? (esto motiva a pensar en que para π no tenemos una serie tan benignamente convergente como $1/n!$, requeriríamos técnicas más avanzadas).

Extensión opcional: Si el tiempo lo permite y los estudiantes tienen interés, se puede intentar un valor D mayor (por ejemplo 5000 o 10,000 dígitos) o comparar los tiempos escalando D . Esto da una idea empírica de la complejidad algorítmica: la serie factorial es $O(D)$ en complejidad aproximada (ya que $N \sim O(D)$ términos, aunque la multiplicación de muy grandes números hace que en estricto rigor sea super lineal). Podrían observar cómo



2000 dígitos tardan algo más del doble que 1000, etc. Sin embargo, dado el contexto educativo, esto es secundario.

Recursos para las actividades (anexos)

Para facilitar la implementación por otros docentes, se incluyen una serie de anexos con materiales concretos. Cada celda del Colab puede copiarse y pegarse como un script con el nombre indicado en los comentarios, o bien descargarse directamente desde el repositorio del proyecto. Para la elaboración de estos materiales se emplearon los modelos de inteligencia artificial (IA) Gemini [11] y Chat GPT [12].

A1_script_e_series.py: Código (o pseudocódigo detallado) en Python que implementa el cálculo de e vía suma de la serie $1/n!$ hasta $N(D)$ términos. Está escrito para ser ejecutado en Windows con Python 3.x y utiliza el módulo estándar decimal para aritmética de precisión arbitraria. El script deja claro cómo elegir $N(D)$: incluye una función o bucle que itera hasta cumplir la condición del resto $< 10^{-(D+m)}$. También muestra cómo truncar el resultado a D dígitos de forma conservadora (por ejemplo, multiplicando por 10^D , tomando la parte entera, y luego dividiendo por 10^D nuevamente, o usando la función `quantize` de `Decimal` con modo `ROUND_FLOOR` en valor positivo). Finalmente, escribe exactamente la cadena "2." seguida de los D dígitos en un archivo `e_D.txt`. El script además imprime en pantalla el valor de D , el N utilizado, el tiempo transcurrido y la memoria pico usada si es posible medirla. Esto ayuda a la documentación.

A2_script_e_alt.py: Código Python con un método alternativo para calcular e . Sugerimos utilizar la biblioteca `mpmath` (que tiene implementaciones eficientes de constantes matemáticas) o bien la función exponencial del módulo `decimal`. Por ejemplo, `decimal.getcontext().prec=D+m` seguido de `Decimal(1).exp()` proporciona e con la precisión deseada usando el algoritmo interno de la biblioteca (basado en la exponenciación por series de potencias con aceleración). Este script devuelve o imprime la representación decimal de e con los mismos D dígitos (posiblemente calculados con m de guarda también). El énfasis está en que internamente el proceso de cálculo es independiente: no usa la serie $1/n!$ directamente. De este modo, sirve como implementación de control. En una situación real, se podría incluso usar otro lenguaje/plataforma (por ejemplo, SageMath o PARI) para el doble cálculo, pero mantenemos todo en Python por simplicidad.



A3_verify_roundtrip_sha256.py: Este script realiza las verificaciones mencionadas: lee el archivo e_D.txt, vuelve a convertirlo a número (usando la precisión D indicada), y lo compara con la salida del método alternativo (ya sea llamando a una función de A2 o leyendo otro archivo de A2). Verifica la condición (3) de coincidencia a D dígitos [5]. Luego realiza el round-trip: convierte de nuevo ese número importado a texto y comprueba que coincide exactamente con el contenido original (esto asegura que no hubo pérdidas al escribir y leer el archivo). Finalmente, calcula el hash SHA-256 del archivo e_D.txt y lo muestra. El código hace uso del módulo hashlib de Python para SHA-256, generando la cadena hexagonal de 64 caracteres. Si se implementa la opción de Merkle, este script podría también calcular hashes de bloques de dígitos (por ejemplo, imprime hashes de cada bloque de 100 dígitos y luego un hash combinándolos). No obstante, esta parte es marcada como opcional en el código y en la guía de uso, para no abrumar al usuario básico.

A4_EMS_liminal_csv.csv: Hoja de cálculo en formato CSV preparada para la actividad de EMS. Contiene una columna de n (valores predeterminados, creciendo como se sugirió antes), una columna con la fórmula $(1 + 1/n)^n$, y posiblemente columnas auxiliares: por ejemplo, $\Delta = L_n - L_{n-1}$ para apreciar el cambio, y una columna “¿Parar?” donde el estudiante puede anotar “Sí” cuando crea que el valor se estabilizó a cierta tolerancia. La hoja está diseñada para usarse en Excel o Google Sheets directamente. Incluye quizás en las primeras filas algún recordatorio de fórmula. Se puede pedir a los alumnos que extiendan la tabla agregando más filas (nuevos n mayores) y observen los efectos. El término “liminal” en el nombre del archivo alude a explorar un proceso que tiende a un límite.

A5_Rubrica_ES.md: Rúbrica de evaluación con tres criterios: (1) Correctitud (precisión y validez del resultado numérico obtenido), (2) Reproducibilidad (que tan bien documentado y verificado está el procedimiento, de modo que otros puedan replicarlo), (3) Comunicación (claridad en la explicación y presentación de resultados). Cada criterio se desglosa en niveles: Insuficiente, Básico, Logrado, Sobresaliente. Por ejemplo, para Correctitud: Insuficiente si el valor de e reportado tiene errores evidentes o no se alcanzó la precisión requerida; Básico si se obtuvo cierto resultado correcto pero con menos dígitos de los solicitados o con pequeños despistes; Logrado si se alcanzaron los D dígitos correctos y se justificó ese logro; Sobresaliente si además de lograrlo se exploraron casos adicionales o se demostró entendimiento profundo (p. ej., probando con otro D o



explicando limitaciones). En Reproducibilidad: Insuficiente si no se proveen datos suficientes para repetir el cálculo (código incompleto, falta de hash, etc.); Básico si hay código pero no verificado independientemente; Logrado si se siguió el protocolo de doble cómputo y se dio hash; Sobresaliente si, además, se entregó un informe pulido con todos los detalles necesarios para que cualquiera repita el experimento. En Comunicación: Insuficiente si la explicación es confusa o inexistente; Básico si relata pasos pero con desorden o sin fundamento teórico; Logrado si presenta de forma clara los pasos, resultados y fundamentos mínimos; Sobresaliente si la presentación es muy clara, bien estructurada, usando correctamente lenguaje matemático y conectando con conceptos vistos (por ejemplo, mencionando condicionales, estabilidad, etc.). La rúbrica se entrega a los estudiantes para que sepan cómo serán evaluados sus trabajos y para fomentar la autoevaluación durante el proyecto.

A6_Guia_ES.md: Guion detallado de instrucciones para ejecutar los scripts y replicar todo el proceso en entorno Windows. Incluye: pasos para instalar Python 3 si no está instalado, instalación de dependencias (pip install mpmath si A2 lo requiere, aunque decimal y hashlib vienen con la biblioteca estándar), cómo abrir una consola de comandos en Windows, cómo navegar hasta el directorio de los scripts, y comandos exactos para ejecutar cada uno (por ejemplo: `python A1_script_e_series.py 1000` si el script acepta el `D` como parámetro, o instrucciones para editar el código y poner `D=1000` antes de ejecutar). Se detallan posibles salidas esperadas. Por ejemplo: “El script A1 imprimirá en pantalla algo como `D=1000, N=453, time=1.31s, memory=50 MB` y generará el archivo `e_1000.txt` en el mismo directorio.” Luego: “Ejecute A2 del mismo modo, debería tardar un tiempo similar y al final mostrar el número (puede que lo imprima en pantalla o solo lo mantenga interno).” Después: “Ejecute A3, que leerá el archivo y hará las comprobaciones. Debería informar `Verification passed for 1000 digits` u otro mensaje, y mostrar SHA-256: ... seguido del hash de 64 caracteres.” Se aconseja al usuario comparar ese hash con el proporcionado por los docentes o entre compañeros. También la guía sugiere cómo aumentar `D` si se desea y advierte sobre el rápido crecimiento del tiempo y memoria (por ejemplo, duplicar `D` más que duplica la complejidad). Incluye soluciones a potenciales problemas: “Si el hash no coincide, verifique que no haya espacios o saltos de línea extras en el archivo de dígitos.”, “Si el programa se queda sin memoria, intente con un `D` menor o revise que estén liberando variables grandes (por ejemplo, en Python el uso de decimal podría requerir limpiar contexto)”.



Con estos recursos, un docente puede reproducir la experiencia sin tener que desarrollar todo de cero, adaptándola según sus necesidades (por ejemplo, escoger $D=100$ en lugar de 1000 si el curso es corto, etc.).

DESARROLLO

Implementación computacional y resultado de referencia

Para validar la propuesta fuera del entorno educativo (es decir, asegurar que los scripts funcionan correctamente), los autores ejecutamos la secuencia completa en un ambiente controlado. A continuación, describimos brevemente el entorno y presentamos un resultado de referencia para $D=1000$ dígitos de e .

Ambiente de prueba 1: Windows 10 Pro de 64 bits, equipo con 16 GB de RAM y procesador Intel i5. Python 3.9 instalado desde python.org. Se usó el módulo decimal con `getcontext().prec = D+m` para la serie, y la biblioteca mpmath 1.2.1 para el método alternativo. Se eligió $m = 5$ (cinco dígitos de guarda) para un cálculo conservador. El tiempo de ejecución total para $D = 1000$ fue de unos pocos segundos (alrededor de 2.3 s para A1 y 1.8 s para A2 en nuestro equipo, sin optimizaciones especiales). El uso de memoria pico observado fue en el orden de 50–150 MB, debido principalmente al almacenamiento de grandes enteros factoriales y sumas intermedias; es un uso manejable en casi cualquier PC moderna.

Ambiente de prueba 2: Google Colab (notebook El número e : cálculos y comparativas (SHA 256).ipynb, utilizando Python 3 – Google Compute Engine en CPU, 12.7 GB de RAM visibles y 68.27 GB de disco efímero), se ejecutaron los anexos A1 y A2 con $D=1000$ y $m=5$ (holgura extra 5): A1 usó decimal con `prec=1010` y truncado final `ROUND_FLOOR`, sumando $n=452$ términos (último $1/451!$), produjo `e_1000.txt` y reportó 0.00 s (tiempo sub-segundo) y 141.96 MiB de `ru_maxrss`; A2 usó mpmath con `mp.dps=1010`, generó `e_alt_1000.txt` con el mismo esquema de truncado y tiempo impreso 0.00 s; la verificación A3 mostró SHA-256 idénticos para ambos archivos:

2862a9c452908162a24873990536b133e2939975686ec86516fdd68dc3079c68

Con una diferencia numérica $|A1-A2| = 0.0E-999 < 1e-1000$ y round-trip correcto (formato exacto con D decimales, sin salto de línea); en el diagnóstico opcional por bloques de 100 dígitos fraccionarios (10 bloques) el Merkle root coincidió:



ff7c6f38bb1014a721a38f67db5beb4eec0aaad961de284cc66f93be55657f46

Lo anterior confirma la igualdad bloque a bloque; como un dato importante debemos notar que el entorno de Colab cuenta con un gran número de librerías de Python precargadas, por ejemplo mpmath estuvo disponible en el entorno de Colab sin instalación adicional [13].

CONCLUSIONES

El número e es una plataforma pedagógica versátil para enseñar a “pensar con precisión”. A través de su exploración, los estudiantes pueden desde un problema clásico de análisis (un límite y una serie de Taylor) hasta prácticas modernas de computación reproducible. Un posible camino puede resumirse de la siguiente manera:

Fijar un objetivo de precisión D y derivar $N(D)$ con margen: Antes de lanzarse a calcular, determinar cuántos términos o iteraciones garantizan la precisión deseada. En nuestro caso, usar la cota del resto de la serie para hallar $N(D)$ asegurando error menor a 10^{-D} (incluyendo dígitos de guarda si aplica).

Doble cómputo independiente: No confiar ciegamente en un solo método. Se debe implementar una segunda vía (otra fórmula, otra librería, otro equipo si es posible) y corroborar que los resultados coinciden (primeros D dígitos iguales, con una diferencia $<10^{-D}$).

Round-trip de datos: Si el resultado se va a comunicar o almacenar, asegurarse de que al exportarlo no se degrade la información. Esto implica controlar el formato de salida (en decimal, con el número correcto de dígitos, sin notación exponencial) y validar relejendo el archivo para ver que representa el mismo número original.

Hash público (trazabilidad): Generar una huella digital del resultado final (ej. SHA-256 del archivo con los dígitos). Conservar y publicar ese hash junto con meta-datos básicos (D , N , tiempo, versión de software). Esto permite que cualquiera verifique la autenticidad de los dígitos y reproduce un elemento de la ciencia abierta: compartir no solo el resultado sino la forma de validarlo de manera independiente.

Conservar un registro mínimo: Anotar los parámetros clave (en nuestro caso: D solicitado, N usado, m usado, tiempo empleado, memoria, versiones de software) y, por supuesto, el



hash del resultado. Este registro es lo que en investigación se usaría para documentar el experimento numérico, permitiendo a otros (o a uno mismo en el futuro) repetir el proceso en condiciones similares.

Siguiendo estos pasos, los estudiantes aprenderán no solo a obtener un número, sino a confiar justificadamente en ese número. Este es un cambio de paradigma sutil pero importante en la educación matemática: pasar de “el resultado es X porque así salió de la calculadora” a “el resultado es X y puedo argumentar por qué cada dígito es correcto”. En un mundo donde las computadoras hacen la mayor parte de los cálculos, esta metacognición sobre la confiabilidad es crucial.

En cuanto a e en sí, reforzamos el conocimiento sobre su historia (un número cuyo descubrimiento involucró límites, series y fracciones continuas, con aportes de Euler, Hermite, etc.), sus propiedades (irracional, trascendental, base de logaritmos naturales) y su ubicuidad (aparece en probabilidades, finanzas, cálculo de interés compuesto, etc.). Esto añade valor cultural al proyecto.

Trabajo futuro

Como proyección, se podrían diseñar secuencias similares para otros números emblemáticos, como π o $\sqrt{2}$. Cada caso trae desafíos distintos: por ejemplo, π no tiene una serie de Taylor sencilla que converja rápidamente (se podrían usar fórmulas de Ramanujan o algoritmos de arcotangente). Sin embargo, el esquema general de reproducibilidad aplicaría igual: fijar D, obtener una cota de acuerdo con el criterio de parada, implementar un doble método (por ejemplo, fórmula de Gauss-Legendre y fórmula de Borwein-Salamin para π), round-trip y generar el hash. De hecho, π sería excelente para discutir condicionamiento: el cálculo de π suele involucrar sumas y restas con cancelación, a diferencia de e . Por otra parte la $\sqrt{2}$, tiene la ventaja de un algoritmo simple (método babilónico) pero también con potenciales problemas de redondeo. En todos esos casos, se podría incluso hablar de firma digital de los resultados: extender el hash con una firma criptográfica privada/pública daría garantía de autoría además de integridad. Esto sería llevar la trazabilidad al nivel de autenticidad, lo cual podría ser un enlace con materias de criptografía o seguridad informática.

Finalmente, recomendamos a docentes que adapten la profundidad según su contexto: la propuesta es modular. Si solo interesa enseñar cota de error y no hashing, se puede omitir



la parte (c) de la sección 2.3. Si el tiempo es corto, se puede hacer $D=50$ en lugar de 1000, enfocándose más en el proceso que en la magnitud. Lo importante es conservar el espíritu: enseñar a desconfiar sanamente de un resultado numérico hasta haberlo validado. Creemos que inculcar este hábito crítico es tan valioso como el resultado mismo, y el número e fue un gran aliado para lograrlo.

BIBLIOGRAFIA

- [1] *Maths History*. (n.d.). *The number e*. University of St Andrews. Consultado el 20 de octubre de 2025, en <https://mathshistory.st-andrews.ac.uk/HistTopics/e/>
- [2] Maor, E. (2011). *e: The story of a number*. Princeton University Press.
- [3] *Maths History*. (n.d.). *Leonhard Euler – Biography*. University of St Andrews. Consultado el 20 de octubre de 2025, en <https://mathshistory.st-andrews.ac.uk/Biographies/Euler/>
- [4] *Maths History*. (n.d.). *Johann Heinrich Lambert – Biography*. University of St Andrews. Consultado el 20 de octubre de 2025, en <https://mathshistory.st-andrews.ac.uk/Biographies/Lambert/>
- [5] Bailey, D. H. (1988). *The computation of π to 29,360,000 decimal digits using Borweins' quartically convergent algorithm*. *Mathematics of Computation*, 50(181), 283–296.
- [6] University of South Carolina. (n.d.). *10 – Estimation of the Taylor remainder* [PDF]. Consultado el 20 de octubre de 2025, en <https://people.math.sc.edu/josephcf/Teaching/TA142/Files/Handouts%20and%20Worksheets/10%20-%20Estimation%20of%20the%20Taylor%20Remainder.pdf>
- [7] University of Notre Dame. (n.d.). *10860 – Irrational worksheet* [PDF]. Consultado el 20 de octubre de 2025, en https://www3.nd.edu/~dgalvin1/10860/10860_S18/10860-irrational-wsheet.pdf
- [8] Brent, R. P., & Zimmermann, P. (2010). *Modern computer arithmetic* (Vol. 18). Cambridge University Press.



- [9] Goldberg, D. (1991). *What every computer scientist should know about floating-point arithmetic*. *ACM Computing Surveys (CSUR)*, 23(1), 5–48.
- [10] Heath, M. T. (2018). *Scientific computing: An introductory survey* (Revised 2nd ed.). Society for Industrial and Applied Mathematics.
- [11] Google. (2025). *Gemini*. Consultado el 21 de octubre de 2025, en <https://gemini.google.com>
- [12] OpenAI. (2025). *ChatGPT*. Consultado el 21 de octubre de 2025, en <https://chatgpt.com/es-ES/>
- [13] Cruz Victoria, J. C. (2025). *El número e: cálculos y comparativas (SHA 256)* [Cuaderno de Google Colab]. Google Colab. https://colab.research.google.com/drive/1MKh_5iDx0YgaixfFoogA2b3FzCXqCBZL?usp=sharing



LA DIGITALIZACIÓN Y REGISTRO ELECTRÓNICO DE LA COSTUMBRE MERCANTIL COMO UNA PUERTA DE SALIDA DE LA ECONOMÍA INFORMAL EN SANTA BÁRBARA DE PINTO, MAGDALENA, COLOMBIA Y BILBAO, ESPAÑA.

Yehimy Daniela Ávila Morales¹, Laura Vanessa Amaris Rubio¹, Juan Carlos Olier Restrepo².

¹Investigadora y Co Investigadora -Semillero Innovación Empresarial.

Institución Universitaria Digital de Antioquia, Medellín-Colombia.

²Docente asesor- Semillero Innovación Empresarial.

Institución Universitaria Digital de Antioquia, Medellín-Colombia.

yehimy.avila@est.iudigital.edu.co, laura.amaris@est.iudigital.edu.co, juan.olier@iudigital.edu.co

RESUMEN

La necesidad de analizar y proponer rutas que faciliten la transición hacia la economía formal está respaldada por el enfoque de cambio de la Organización Internacional del Trabajo (OIT), que destaca la formalización como un eje central para extender la cobertura regulatoria bien sea fiscal, laboral y de seguridad social a todos los/as trabajadores/as y empresas. Las brechas institucionales que perpetúan la informalidad evidencian la importancia de explorar mecanismos innovadores que integren herramientas digitales y un marco normativo fortalecido. Por consiguiente, se toma como eje de referencia el origen histórico y persistencia de la costumbre mercantil en contextos locales y globales. En este escenario, la transformación digital emerge como un estimulador para modernizar los procesos comerciales y reducir las barreras de acceso a la formalidad. **El objetivo de este proyecto se orienta a evaluar la factibilidad** de implementar la digitalización y registro electrónico de la costumbre mercantil como una estrategia para reducir la economía informal y promover la inclusión económica en Santa Bárbara de Pinto, Magdalena, Colombia y Bilbao, España. Bajo un enfoque mixto concurrente, sustentado en el pragmatismo, se aplicará un diseño de triangulación concurrente, combinando cuestionarios a 100 trabajadores/as informales y entrevistas semiestructuradas, junto con análisis documental de normativas y registros oficiales, respetando un protocolo ético riguroso. Los resultados se integrarán en la fase interpretativa para ofrecer evidencia sobre la viabilidad técnica, social, económica y legal de la implementación, aportando insumos estratégicos para fortalecer la transparencia y sostenibilidad de las actividades comerciales en ambos contextos.



Palabras clave: Costumbre Mercantil; Digitalización; Economía informal; Registro electrónico; Innovación; Tecnología.

INTRODUCCIÓN

La economía informal constituye un fenómeno estructural de alcance global que impacta el desarrollo económico, social e institucional de los países. Según la Organización Internacional del Trabajo (OIT, 2024), cerca del 58% de la población ocupada, es decir, más de dos mil millones de personas, desarrolla actividades en condiciones de informalidad laboral y empresarial. No obstante, su magnitud y características varían según el nivel de desarrollo: mientras que en países de ingresos bajos supera el 80%, en naciones de ingresos altos, como las europeas, desciende a alrededor del 10% (OIT, 2023).

Esta realidad limita la productividad, la competitividad y el acceso a la protección social, perpetuando ciclos de pobreza y desigualdad. En Bilbao (España), la economía sumergida representa aproximadamente el 10,7% del PIB, con mayor presencia en sectores como construcción, comercio, hostelería y transporte (Eustat, 2023). En contraste, en Santa Bárbara de Pinto (Magdalena, Colombia), este fenómeno se refleja en el predominio de microempresas y trabajadores independientes sin regulación laboral ni acceso a seguridad social. Esta situación se traduce en que el Magdalena registre una de las tasas de informalidad más altas del país, con un 86,1%, alcanzando el 84,2% en zonas rurales, donde las crisis económicas y el desplazamiento forzado agravan la problemática (DANE, 2024). Además, factores como los elevados costos de formalización y la búsqueda de ingresos adicionales refuerzan esta tendencia (Aguilar & Mahecha, 2023). La informalidad, aunque ofrece flexibilidad horaria, implica ausencia de estabilidad y garantías (Aguilar & Mahecha, 2023).

En este contexto, **el presente estudio busca evaluar la factibilidad de implementar la digitalización y el registro electrónico de la costumbre mercantil como estrategia de formalización e inclusión económica.** El análisis se enfoca en los sectores primario, secundario y terciario, explorando cómo la transformación digital puede optimizar procesos comerciales, mejorar la trazabilidad y reducir las brechas institucionales que perpetúan la informalidad.



METODOLOGÍA

El presente estudio de factibilidad se propone desde el campo de estudio de la administración de empresas gracias a su influencia directa en el objeto de investigación, se sustenta en un enfoque mixto concurrente, el cual combina simultáneamente datos cuantitativos y cualitativos en una misma fase de investigación, con el propósito de obtener una comprensión integral del fenómeno analizado (Hernández Sampieri, Roberto, 2023). En este enfoque, el sustento epistemológico se enmarca en el pragmatismo, entendido como una orientación filosófica y metodológica que prioriza el método más apropiado para responder a las preguntas de investigación (Hernández Sampieri, Roberto, 2023). Siguiendo la perspectiva del pluralismo dialéctico, esta investigación integra elementos de diferentes paradigmas, como, la perspectiva pospositivista (ruta cuantitativa) y constructivista/interpretativista (ruta cualitativa). La elección de este diseño responde a la complejidad del fenómeno investigado: La factibilidad de implementar la digitalización y el registro electrónico de la costumbre mercantil en dos contextos diversos, que requiere tanto de la medición objetiva de variables socioeconómicas como de la comprensión profunda de las percepciones y significados que subyacen en la práctica de los actores sociales involucrados.

En la ruta cuantitativa, se adopta el pospositivismo, corriente que reconoce la posibilidad de alcanzar conocimiento objetivo, pero admite sus limitaciones (Phillips y Burbules, 2000), facilitando la medición objetiva y verificable de variables como el nivel de informalidad laboral y empresarial (contrato laboral, afiliación a seguridad social, registro mercantil), los ingresos promedio, la distribución de los trabajadores por sectores económicos (primario, secundario y terciario) y el nivel de acceso, uso y apropiación de tecnologías digitales (dispositivos disponibles, conectividad, frecuencia de uso). Estos datos se obtendrán a través de un cuestionario estructurado, aplicado a una muestra de 100 trabajadores informales (50 en Santa Bárbara de Pinto, Colombia, y 50 en Bilbao, España). La muestra, de carácter intencional, se limita a este número debido a restricciones de recursos, pero permite un análisis comparativo entre contextos distintos.

En la ruta cualitativa, se privilegia un enfoque constructivista e interpretativista, orientado a comprender las percepciones, motivaciones y significados que los trabajadores y comerciantes atribuyen a la costumbre mercantil, las barreras culturales y sociales frente



a la formalización, y sus actitudes hacia la digitalización y los sistemas de registro electrónico. Para ello, se emplearán entrevistas semiestructuradas, con participantes seleccionados de la misma muestra cuantitativa. La información cualitativa permitirá contextualizar y enriquecer los hallazgos cuantitativos, ofreciendo una visión más amplia sobre la viabilidad de la implementación propuesta.

Los instrumentos de recolección de datos contarán con la previa autorización y firma de un consentimiento informado por parte de quienes participan en el estudio, garantizando así que toda la información recolectada sea utilizada únicamente y solo en el marco de esta investigación y con fines de la misma, esta información además será custodiada en una base de datos a la cual solo se tendrá acceso por parte de las partes involucradas, esta información será levantada solo con personas mayores de edad.

Adicionalmente, el estudio contempla un análisis documental de normativas legales, registros institucionales y estadísticas oficiales disponibles en alcaldías, observatorios económicos y fuentes internacionales (como la OIT), con el fin de complementar y triangular la información recolectada en campo. Este insumo secundario no forma parte de la muestra de trabajadores, pero constituye un apoyo esencial para valorar la factibilidad legal, económica y técnica de la propuesta.

La recolección de datos cuantitativos y cualitativos se llevará a cabo de manera simultánea, de acuerdo con el diseño de triangulación concurrente (DITRIAC), el cual permite contrastar los resultados de ambas ramas y evaluar su nivel de convergencia, complementariedad o discrepancia (Hernández Sampieri, Roberto, 2023). En el análisis, los datos cuantitativos se procesarán mediante estadística descriptiva y comparativa, mientras que los datos cualitativos se codificarán y categorizarán siguiendo un análisis de contenido temático. La integración de ambas vertientes se efectuará en la fase interpretativa, para determinar la factibilidad técnica, social, económica y legal de implementar la digitalización y registro electrónico de costumbres mercantiles como estrategia para fomentar la formalización económica en los territorios estudiados.

El objeto formal de este estudio es analizar cómo la digitalización de la costumbre mercantil puede ser utilizada como una vía para reducir la economía y el trabajo informal



en diversos territorios, tanto de Colombia, como de España, teniendo en cuenta las particularidades económicas, sociales y culturales de cada región. Se adopta una perspectiva desde la economía y el derecho mercantil, con un enfoque en la factibilidad de implementar soluciones tecnológicas que faciliten la formalización comercial.

DESARROLLO

Planteamiento del problema

La economía informal es un desafío significativo en los territorios de Bilbao (España) y Santa Bárbara de Pinto (Magdalena), según la OIT el sector informal prospera principalmente en un contexto de alto desempleo, subempleo, pobreza, desigualdad de género y trabajo precario, generando exclusión social y económica para una parte significativa de la población y obstaculizando el desarrollo económico sostenible. La informalidad laboral, comercial y económica se manifiesta en actividades no reguladas, transacciones informales y falta de protección social para las personas trabajadoras del sector primario (agropecuaria, pesquero, agrícola), el sector secundario y terciario (comercio, ventas ambulantes y puerta a puerta, manufactura, construcción, servicio doméstico, cuidados y otras prestaciones de servicios). En este contexto, surge la necesidad de explorar en profundidad el potencial de la costumbre mercantil como una vía para reducir la economía informal y promover su formalización en los territorios y sectores mencionados. La costumbre mercantil como fuente de normas comerciales aún no contempladas en su totalidad en las legislaciones actuales, ofrece una oportunidad para regular y formalizar prácticas comerciales informales de manera flexible y adaptada a las realidades locales. La relevancia y pertinencia de la investigación radica en la necesidad de encontrar soluciones innovadoras y efectivas para abordar y reducir la economía informal, promoviendo así la inclusión económica, tecnológica y social, utilizando las costumbres mercantiles como una herramienta estratégica para estimular el desarrollo económico local y su autonomía, generando impactos positivos en los territorios estudiados.

¿Cómo hacer de la costumbre mercantil una puerta de salida de la economía informal haciendo uso de las nuevas tecnologías?

¿La Digitalización y registro electrónico de la Costumbre Mercantil como una Puerta de Salida de la Economía Informal?



Objetivo General

Realizar un estudio de factibilidad que evalúe la viabilidad de implementar la digitalización y el registro electrónico de la costumbre mercantil como una estrategia para reducir la economía informal y promover la inclusión económica en Santa Bárbara de Pinto, Magdalena, Colombia y Bilbao, España.

Objetivos Específicos

- Identificar las características de la costumbre mercantil en los territorios de Bilbao (España) y Santa Bárbara de Pinto (Magdalena).
- Recopilar las características sociodemográficas de los/las participantes del estudio en los territorios de Bilbao (España) y Santa Bárbara de Pinto (Magdalena).
- Evaluar el nivel de acceso y apropiación de las nuevas tecnologías de los comerciantes y trabajadores/as informales pertenecientes a los sectores primario, secundario y terciario de los territorios de estudio.
- Determinar la viabilidad técnica, social, económica y legal del registro electrónico como vía de formalización y de impacto para reducir la economía informal y la brecha digital.

Justificación

El trabajo informal constituye uno de los grandes retos para las sociedades actuales desarrolladas o en vías de desarrollo, ya que consigo se ha generado no solo un concepto sino una parte de la economía de mercado que está al margen de la legalidad y que aporta índices muy altos en las economías de los territorios de: Bilbao (España) con un 10,7% del PIB (Eustat-Instituto Vasco de Estadística, 2023) y Santa Bárbara de Pinto (magdalena) con un 84,2% (DANE, 2024). Afrontar este reto requiere situarse desde distintas perspectivas, una de ellas, fundante en el ejercicio comercial y crucial para pensarse una salida de la economía informal: la costumbre mercantil.

Por su parte la tecnología como herramienta aporta un abanico de posibilidades a las sociedades actuales, una de ellas es la digitalización y registro electrónico de las distintas prácticas que se reconocen como costumbre mercantil que según estudios previos de la OIT, son realizadas en su mayoría, por: “trabajadores familiares no remunerados,



trabajadores y empleadores de microempresas con cinco o menos ocupados, y el trabajo doméstico” (Martínez, 2019), a este grupo de personas que constituyen el trabajo informal, cabe recalcar que las personas jóvenes se han convertido en un nuevo eslabón de esta cadena gracias a la tasa de desocupación que según (Maurizio, 2023) “es de 14,4%, más del doble que la general, situada en 6,5 por ciento. Sin embargo, algunos países de la región exhiben tasas significativamente más altas que esas, llegando a valores cercanos al 30%” representando así la tasa de informalidad en un 48% para el año 2023 en América latina y el caribe. (Maurizio, 2023), que afecta no solo las lógicas laborales y empresariales, sino también la calidad de vida de las personas que lo practican, expandiendo cada vez más las brechas de desigualdad y falta de acceso a recursos necesarios para un desarrollo integral.

La costumbre Mercantil ha representado el punto de partida de diversas legislaciones comerciales y tributarias alrededor del mundo, una prueba de ello son los códigos de comercio actuales que sirven como herramienta principal para legislar las diversas relaciones comerciales pero que aún no pueden contemplar en su totalidad los comportamientos y acuerdos que tenemos en nuestras sociedades, este estudio de caso se propone como herramienta doble propósito, uno de ellos es: contribuir al desarrollo y apoyo en la continua construcción de los códigos de comercio y dos: como una estrategia qué pueda adaptarse rápidamente a las lógicas comerciales tan cambiantes y aceleradas que se presentan gracias a la revolución tecnológica de nuestro tiempo. Permitiendo una movilidad y adaptación de la legislación comercial a la realidad del trabajo y economía informal. Al ser un estudio que involucra datos e información confidencial de personas, contará con el proceso de protección de datos y consentimiento informado a quienes participen en él, requiriendo la previa autorización y garantizando que dicha información sólo sea utilizada con el objetivo de contribuir a esta investigación académica.

Marco Teórico

La economía informal en su definición abarca todas las actividades económicas realizadas por trabajadores y unidades productivas que, tanto en términos legales como en la práctica, no están contempladas o lo están de manera deficiente por los sistemas formales. Se desarrolla principalmente en un entorno marcado por altos niveles de desempleo, subempleo, pobreza, desigualdad de género y condiciones laborales precarias



(OIT, enero, 2024), y está en constante evolución, particularmente en las regiones en vías de desarrollo como América Latina. Desde que la OIT introdujo el término “sector informal” en su informe sobre Kenia en 1972, el concepto ha expandido su alcance y significado.

En territorios como Bilbao (España) se estima que la tasa de informalidad es del 10,7% con respecto al PIB (Eustat-Instituto Vasco de Estadística, 2023) los sectores de construcción, comercio, hostelería y transporte presentan un porcentaje mayor de economía sumergida. En el territorio de Santa Bárbara de Pinto (Magdalena) este fenómeno se observa en la alta proporción de microempresas y trabajadores independientes que operan sin regulaciones laborales o de seguridad social lo que se traduce en que el departamento del Magdalena tenga una de las tasas más altas del país, con un 86,1% de la población trabajando en condiciones de informalidad, cifra que asciende al 84,2% (DANE, 2024), en las zonas rurales donde las crisis económicas y el desplazamiento forzado agravan la situación.

Ahora bien, es importante abordar el concepto de costumbre mercantil, el cual tiene registros de información desde el siglo XIX con las ordenanzas bilbaínas (Bilbao-Goyoaga, 2019, 185) donde se reconoce como pilar del código de comercio actual español, la costumbre mercantil actuará en los casos que la norma no contenga, la cual se puede clasificar por su finalidad, por la materia, por el ámbito territorial (local, nacional, extranjera, internacional) y por la prueba del uso (Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado, 1885). Para Colombia, la costumbre mercantil es una fuente formal de derecho y se constituye como una práctica comercial que se repite en cierto lugar y que debe cumplir ciertas características como “generalidad, reiteración, publicidad, uniformidad y obligatoriedad” (Cámara de comercio de Medellín para Antioquia, 2018).

La teoría económica institucional destaca la influencia de las instituciones formales e informales en el comportamiento económico, y el paradigma del desarrollo local que promueve el desarrollo desde las comunidades (Dewey, n.d.)

El modelo de adopción tecnológica por tanto proporciona un marco para analizar la adopción de tecnologías digitales por parte de los comerciantes informales. Estudios indican que la adopción de tecnologías móviles y plataformas digitales ha permitido a muchos comerciantes informales mejorar sus prácticas comerciales y acceder a servicios financieros formales (World Bank, 2021).



En este marco, el estudio de factibilidad busca a través de un caso comparativo de dos territorios con contextos distintos, evaluar la viabilidad de caracterizar, digitalizar y generar un registro electrónico de la costumbre mercantil usando la tecnología como una variable que permita reducir la economía informal.

RESULTADOS ESPERADOS

Objetivo específico 1: Identificar las características de la costumbre mercantil en los territorios de Bilbao (España) y Santa Bárbara de Pinto (Magdalena). Con este objetivo se busca consolidar una base de datos digital con la caracterización de las costumbres mercantiles que se identifiquen en cada territorio, la cual servirá como insumo principal para la generación de los números de registro electrónico para cada comerciante según su actividad y costumbre, contribuyendo así a la primera parte del objetivo principal que propone evaluar la viabilidad de digitalizar y registrar electrónicamente la costumbre mercantil.

Objetivo específico 2: Recopilar las características sociodemográficas de los/las participantes del estudio en los territorios de Bilbao (España) y Santa Bárbara de Pinto (Magdalena). Se espera que este objetivo contribuya a evidenciar el estado actual de la informalidad que se presenta en estos territorios de una manera más detallada y que aporte información valiosa para la base de datos digital. En concordancia con el objetivo principal abordará la economía informal que además es el problema de investigación.

Objetivo específico 3: Evaluar el nivel de acceso y apropiación de las nuevas tecnologías de los comerciantes y trabajadores/as informales pertenecientes a los sectores primario, secundario y terciario de los territorios de estudio. Este objetivo pretende dar respuesta al papel que juega la tecnología en entornos de informalidad, su importancia, su viabilidad de uso, su conocimiento y manejo por parte de las personas que desarrollan sus actividades económicas bajo esta modalidad. Por otra parte, dará información que ayude a cumplimentar el objetivo general de la investigación, siendo la tecnología la variable que se propone como solución o salida de la economía informal.



Objetivo específico 4: Determinar la viabilidad técnica, social, económica y legal del registro electrónico como vía de formalización y de impacto para reducir la economía informal y la brecha digital.

Este objetivo dará solución a la hipótesis planteada con esta propuesta de investigación, cumplirlo es la finalidad de todos los esfuerzos realizados en este ejercicio investigativo, además de abrir una posibilidad para continuar acercando la academia a las realidades sociales de los territorios, aportando a la transformación y estableciendo nuevas miradas críticas a problemáticas que afectan el desarrollo de la sociedad.

BIBLIOGRAFIA

1. Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado. (1885, Octubre 16). Real Decreto de 22 de agosto de 1885. Boe.es. Recuperado febrero 10, 2025, de <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-1885-6627>
2. Aguilar, J., & Mahecha, R. (2023, 01 23). Informalidad laboral en Colombia: la necesidad de explorar formas diversas y atípicas. Periódico UNAL. <https://periodico.unal.edu.co/articulos/informalidad-laboral-en-colombia-la-necesidad-de-explorar-formas-diversas-y-atipicas>
3. Banco Mundial. (2025, Julio 17). La tecnología digital está facilitando la inclusión financiera. Word Bank Blogs. Recuperado agosto 26, 2025, de <https://blogs.worldbank.org/es/voices/digital-technology-is-unlocking-financial-inclusion>
4. Bilbao-Goyoaga, A. (2019). 1818-2018, Kontsulatuko Merkataritza Eskolatik Ekonomia eta Enpresa Falkultateko Elkano atalera: 1818-2018, de la Escuela de Comercio del Consulado a la Facultad de Economía y Empresa, Elcano. UNIVERSIDAD DEL PAIS VASCO.
5. Cámara de Comercio de Barcelona. (2010, Enero 1). Certificado de usos y costumbres mercantiles. Cambra de Comerç de Barcelona: Home. Recuperado Agosto 25, 2025, de <https://cambrabcn.org/es/>
6. Cámara de comercio de Medellín para Antioquia. (2018, enero 3). Costumbre mercantil. Cámara de Comercio de Medellín, de <https://www.camaramedellin.com.co/quiero-un-servicio-para-mi-empresa/informacion-estudios-y-bases-de-datos/estudios-juridicos/costumbre-mercantil>



7. Corte Constitucional de Colombia. (1993, 11). Sentencia No C-486 de 1993. Sentencia No C-486 de 1993. Recuperado Agosto 25, 2025, de <https://www.corteconstitucional.gov.co/relatoria/1993/c-486-93.htm>
8. DANE. (2023, 04 01). Ocupación informal. DANE. Recuperado Junio 11, 2024, de <https://www.dane.gov.co/files/operaciones/GEIH/bol-GEIHEISS-abr-jun2023.pdf>
9. DANE. (2024, 08 12). Ocupación informal Trimestre abril - junio 2024. DANE - Empleo Informal y Seguridad Social. <https://www.dane.gov.co/files/operaciones/GEIH/bol-GEIHEISS-abr-jun2024.pdf>
10. de Bogotá, C. de C., & Confecámaras. (2018, mayo 4). La Costumbre Mercantil: un aporte para los negocios de los empresarios en Colombia. Org.co. <https://bibliotecadigital.ccb.org.co/items/50557bc6-ec07-4901-8450-c83ebf2b7196>
11. Departamento Administrativo de la Función Pública. (2023, Enero 1). Decreto 410/71. Función Pública.gov.co. Recuperado Febrero 10, 2025, de <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=41102>
12. Dewey, J. (n.d.). LA TEORÍA ECONÓMICA INSTITUCIONAL:EL ENFOQUE DE NORTH EN EL ÁMBITO DE LA CREACIÓN DE EMPRESAS. Dialnet. Recuperado Agosto 30, 2024, de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/2499446.pdf>
13. Divar, J. (2010). El Consulado de Bilbao y la extensión americana de sus ordenanzas de comercio (500 Aniversario,1511-2011). Dykinson.
14. El Departamento Administrativo de la Función Pública. (1959, Enero 22). Ley 155/59. Función Pública.gov.co. Recuperado Febrero 10, 2025, de <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=38169>
15. Eustat-Instituto Vasco de Estadística. (2023, Marzo 30). Notas de prensa: Se estima que la economía sumergida en la C.A. de Euskadi representó un 10,7% del PIB en 2020. Eustat. Recuperado Junio 11, 2024, de https://www.eustat.eus/estad/id_1259/ti_medicion-de-la-economia-no-observada/ultima-nota-prensa.html
16. Gërkhani, K., & Cichocki, S. (2023). Formal and informal institutions: understanding the shadow economy in transition countries. Journal of Institutional Economics, 19(5), 656–672. <https://doi.org/10.1017/s1744137422000522>
17. FUNCAS. (2024, Julio 1). El impacto de la pandemia sobre la economía sumergida y el fraude fiscal: ¿qué es lo que sabemos? Funcas. Recuperado Agosto 25, 2025, de



- <https://www.funcas.es/articulos/el-impacto-de-la-pandemia-sobre-la-economia-sumergida-y-el-fraude-fiscal-que-es-lo-que-sabemos/>
18. Función Pública. (1971, Marzo 27). Decreto 410 de 1971 - Gestor Normativo. Función Pública. Recuperado Agosto 25, 2025, de <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=41102>
 19. Garzón Cubillos, C. E. (2015, diciembre 1). En torno a la costumbre mercantil y los modelos económicos de los cluster. Revista e-mercatoria, 14((2)), 111. <http://dx.doi.org/10.18601/16923960.v14n2.05>
 20. Hernandez Sampieri, R., Fernandez Collado, C., & Baptista Lucio, P. (1997). Metodología de la investigación. Ma de la Luz Casas Perez. https://www.uv.mx/personal/cbustamante/files/2011/06/Metodologia-de-la-Investigaci%C3%83%C2%B3n_Sampieri.pdf
 21. Lago Peñas, S. (Ed.). (2018). Economía sumergida y fraude fiscal en España: ¿Qué sabemos? ¿Qué podemos hacer? (1st ed.). Funcas. <https://www.funcas.es/libro/economia-sumergida-y-fraude-fiscal-en-espana-que-sabemos-que-podemos-hacer-junio-2018/>
 22. Lawants. (2024, Mayo 27). Derecho Mercantil en España: Guía Esencial para Empresas. Lawants. Recuperado Agosto 25, 2025, de <https://www.lawants.com/es/derecho-mercantil-espana/>
 23. Martínez, D. (2019, November 22). La informalidad en la visión de la OIT: evolución y perspectivas para América Latina. ILO. Recuperado Agosto 20, 2024, de <https://www.ilo.org/es/resource/article/la-informalidad-en-la-vision-de-la-oit-evolucion-y-perspectivas-para>
 24. Maurizio, R. (2023, diciembre 19). OIT: A pesar de presentar una menor tasa de desocupación en 2023, recuperación de mercados laborales en América Latina y el Caribe aún es insuficiente. ILO. Recuperado Septiembre 13, 2024, de <https://www.ilo.org/es/resource/news/oit-pesar-de-presentar-una-menor-tasa-de-desocupacion-en-2023-recuperacion>
 25. Ministerio de la Presidencia Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado. (2012, Julio 19). Ley 16/2012, de 28 de junio, de Apoyo a las Personas Emprendedoras y a la Pequeña Empresa del País Vasco. boe.es. Recuperado Febrero 10, 2025, de <https://www.boe.es/eli/es-pv/l/2012/06/28/16>



26. OIT. (2024, Enero 10). Tendencias. OIT. Recuperado Junio 11, 2024, de <https://www.ilo.org/es/media/481441/download>
27. Repositorio Documental de la Universidad de Valladolid. (2024, 11). La Economía Sumergida: Un Estudio de su Evolución desde la Transición Democrática hasta la Actualidad. UVaDOC Principal. Recuperado Agosto 25, 2025, de <https://uvadoc.uva.es/bitstream/handle/10324/66995/TFG-N.%202287.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
28. Rodríguez Moreno, E. L., & Rodríguez Moreno, D. C. (2018). La costumbre mercantil en la jurisdicción de la Cámara de Comercio de Tunja. Ediciones USTA.
29. Phillips, D. C., & Burbules, N. C. (2000). Postpositivism and Educational Research. Rowman & Littlefield.
30. Hernández Sampieri, Roberto. (2023). Metodología de La Investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta. Segunda Edición. McGraw Hill Interamericana.
31. TIC. (2024). Adopción de Tecnologías en la Economía Popular. Gov.co. https://observatorioecommerce.mintic.gov.co/797/articles-334323_recurso_1.pdf

SISTEMA BIOMÉDICO PARA EL DIAGNÓSTICO TEMPRANO DE ESCOLIOSIS EN POBLACIÓN INFANTIL.

Yenni Vazquez Carrasco¹, Iván Jesús Sánchez Cuapio², Julián Conde Camacho³.

¹Docente investigadora del programa académico de Ingeniería Mecatrónica.
Universidad Tecnológica de Tlaxcala, México.

²Docente investigador del programa académico de Ingeniería Mecatrónica.
Universidad Tecnológica de Tlaxcala, México.

³Docente investigador del programa académico de Ingeniería Mecatrónica.
Universidad Tecnológica de Tlaxcala, México.

yenni.vazquez@uttlaxcala.edu.mx, ivan.sanchez@uttlaxcala.edu.mx, j.conde@uttlaxcala.edu.mx

RESUMEN

La escoliosis es una desviación lateral de la columna vertebral que puede afectar el desarrollo y la calidad de vida de quienes la padecen. La detección temprana es fundamental para implementar tratamientos oportunos y evitar complicaciones. Este trabajo propone un sistema sensorial inalámbrico basado en unidades de medición inercial (IMU) y microcontroladores ESP32 para la detección objetiva y en tiempo real de desviaciones posturales compatibles con escoliosis en niños en edad escolar. Los datos se transmiten vía Wi-Fi a una interfaz gráfica desarrollada en PC, que permite registrar, visualizar y almacenar información clínica para el seguimiento. Los resultados del sistema muestran un desempeño prometedor con sensibilidad y especificidad superiores al 85%. Este sistema representa una herramienta accesible, portátil y no invasiva que puede complementar los métodos tradicionales de tamizaje, contribuyendo a la prevención y monitoreo de la escoliosis en entornos escolares.

Palabras clave: Sistema biomédico, escoliosis, población infantil.

INTRODUCCIÓN

La escoliosis, es un problema de salud que se caracteriza por una desviación lateral y rotacional de la columna vertebral, y que afecta la calidad de vida de quien la padece por tanto representa un desafío clínico que requiere una detección temprana para prevenir complicaciones graves en el desarrollo físico y psicológico, especialmente en la población infantil. (Pinzón & Vilchis, 2023). Los métodos de diagnóstico convencionales incluyen



evaluaciones visuales basadas en la prueba de Test de Adams, estudios radiográficos, los cuales presentan limitaciones en términos de subjetividad, exposición a la radiación y accesibilidad.

En el campo de la ingeniería biomédica y mecatrónica, el desarrollo de sistemas sensoriales portátiles y no invasivos ofrece una solución prometedora para complementar el diagnóstico tradicional. Las unidades de medición inercial (IMU), que integran acelerómetros y giroscopios, permiten la captura precisa en tiempo real de movimientos y posturas, facilitando el análisis cuantitativo de la alineación corporal. La integración de microcontroladores con capacidades de comunicación inalámbrica, como el ESP32, permite la transmisión eficiente de datos a sistemas de procesamiento permite el monitoreo en tiempo real y el registro de información clínica.

El artículo aborda el desarrollo de un sistema, sensorial inalámbrico basado en IMU para la detección objetiva de escoliosis en niños de entre 10 y 11 años de edad. Se describen los componentes electrónicos del sistema, el procesamiento de señales mediante LabVIEW y la generación de informes clínicos. Se analiza el potencial de esta tecnología para mejorar la eficiencia y la precisión del cribado postural, facilitando su aplicación en entornos escolares y centros de rehabilitación.

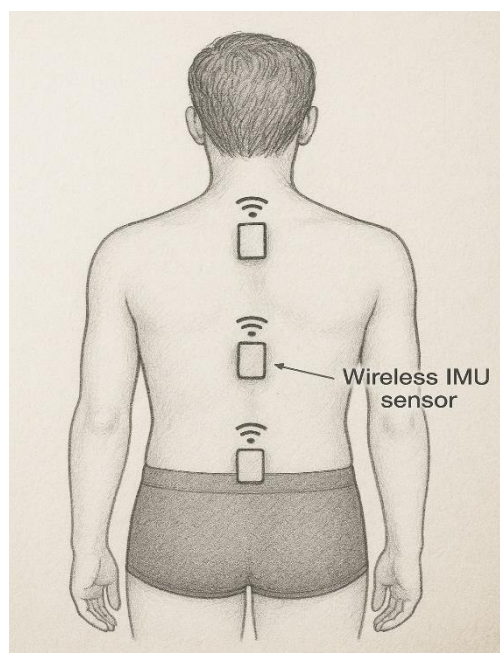
DESARROLLO DEL PROYECTO

Este proyecto sigue un enfoque cuantitativo, experimental y transversal, cuyo objetivo es el diseño, la implementación y la validación de un sistema sensorial portátil para la detección temprana de desviaciones posturales compatibles con escoliosis en niños de 10 y 11 años. Este enfoque aborda la creciente necesidad de tecnologías portátiles, accesibles y objetivas que complementen los métodos tradicionales de evaluación visual y radiográfica, que presentan limitaciones en cuanto a precisión, subjetividad o exposición a la radiación. Asimismo, el estudio se alinea con propuestas recientes en biomecánica clínica que promueven el uso de sensores inerciales como herramientas válidas y fiables para la evaluación postural en entornos escolares o comunitarios (Bonnet et al., 2020; Zhang et al., 2016).

El desarrollo del proyecto consistió en dos etapas quedando de la siguiente manera:

En la primera etapa, se seleccionaron y configuraron unidades de medición inercial basadas en sensores MPU6050, integradas con microcontroladores ESP32 para la adquisición de datos y la transmisión inalámbrica por Wi-Fi. Se diseñó un soporte ergonómico para asegurar la colocación precisa de los sensores en las regiones: cervical torácica y lumbar (como se muestra en la figura1) garantizando así la estabilidad y la alineación correcta durante la medición.

Figura 1. Distribución de sensores para la medición de escoliosis



Fuente: Elaboración propia, 2025

Se implementó un protocolo de calibración para garantizar la precisión y fiabilidad de las mediciones, que incluyó:

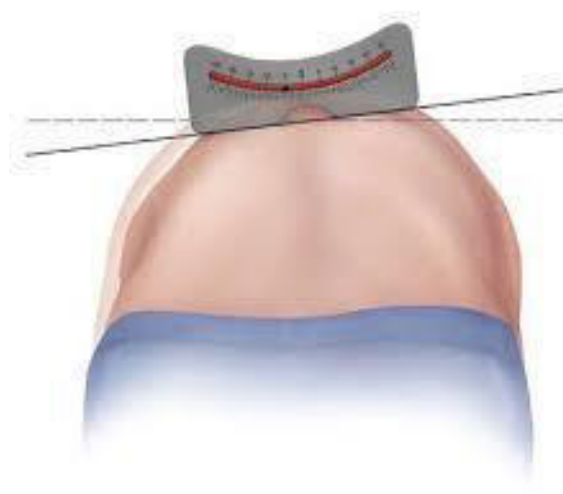
- Pruebas con movimientos controlados para verificar la respuesta de los sensores a lo largo de los tres ejes de aceleración y rotación.
- Validación de la comunicación inalámbrica, evaluando la frecuencia de muestreo, la latencia y la pérdida de paquetes, con especial atención al protocolo Wi-Fi en microcontroladores ESP32
- Ajuste de algoritmos de filtrado digital y fusión de sensores para optimizar la calidad de la señal en condiciones reales, implementado en LabVIEW (National Instruments, 2020).

La segunda etapa consistió en la implementación del sistema en una primaria del municipio de Tepeyanco del Estado de Tlaxcala para evaluar su capacidad para detectar desviaciones posturales indicativas de escoliosis.

Se definió un proceso de adquisición de datos que incluyó:

- Colocación sistemática de sensores en posiciones anatómicas estándar en las vértebras T3 y L2, utilizando el soporte diseñado a medida.
- Captura de datos mediante el Test de Adams ver (figura 2), con sincronización temporal entre los sensores y la base de datos
- Recopilación en tiempo real de datos clínicos para estudios futuros del comportamiento de este padecimiento clínico en población infantil.

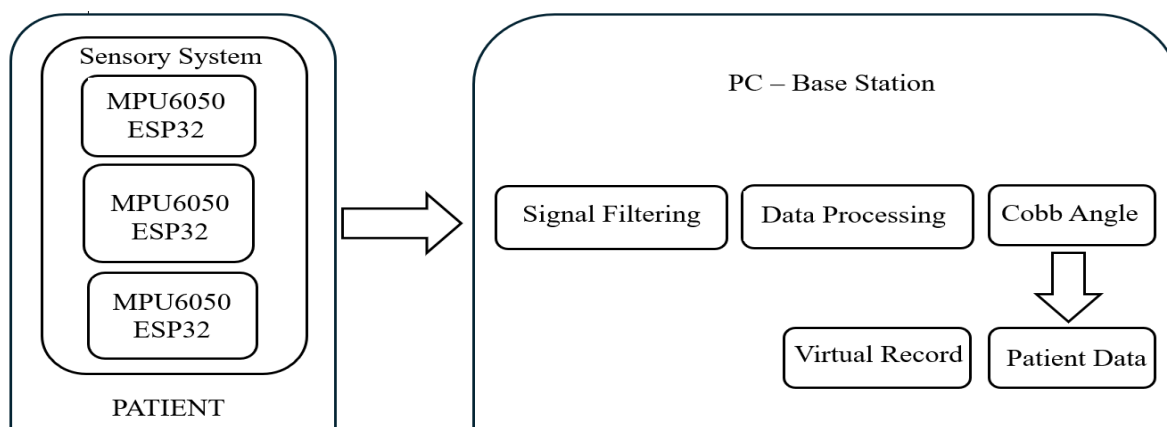
Figura 2: Uso de escoliometro y en posición de test de Adams



Fuente: Elaboración propia, 2025

La arquitectura del sistema que se muestra en la Figura 3 está diseñada para ser escalable, portátil y económica, lo que facilita su implementación en entornos escolares y centros de rehabilitación sin necesidad de equipo médico especializado. Además, se alinea con el concepto de tecnologías digitales aplicadas a la salud escolar y la rehabilitación comunitaria.

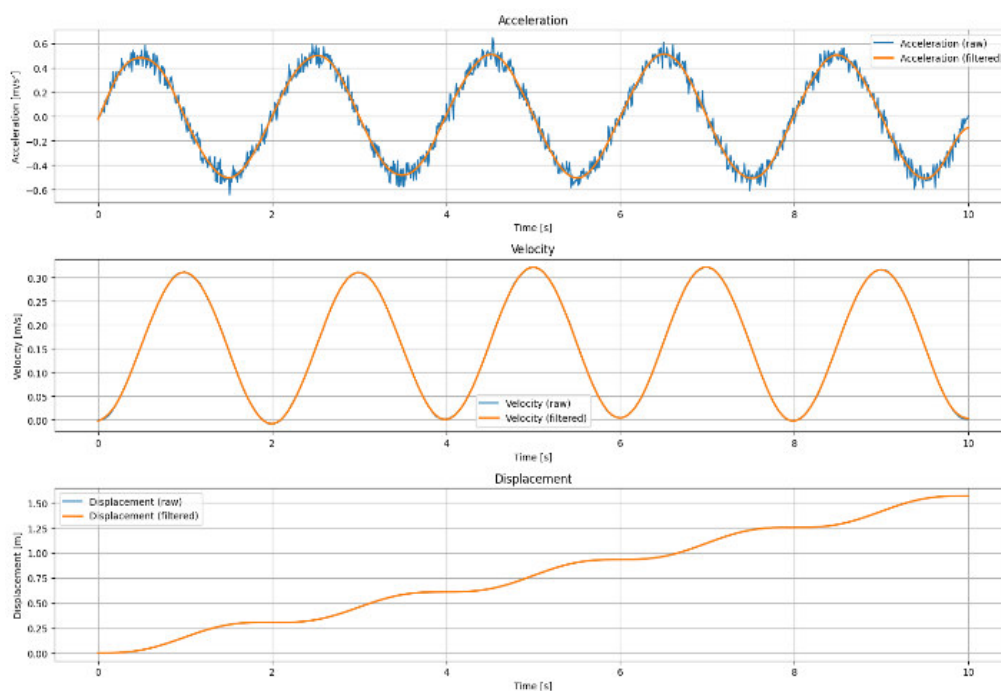
Figura 3: Arquitectura del Sistema biomédico para la detección de grado de escoliosis,



Fuente: Elaboración propia, 2025

Para reducir el ruido generado por vibraciones, movimiento residual o errores del sensor, se aplica un filtro digital de paso bajo Butterworth de cuarto orden con una frecuencia de corte de 5 Hz. Este corte es adecuado para eliminar componentes de alta frecuencia no asociados con el movimiento postural, como se muestra en la Figura 4.

Figura 4: Filtrado de las señales de aceleración velocidad y desplazamiento.

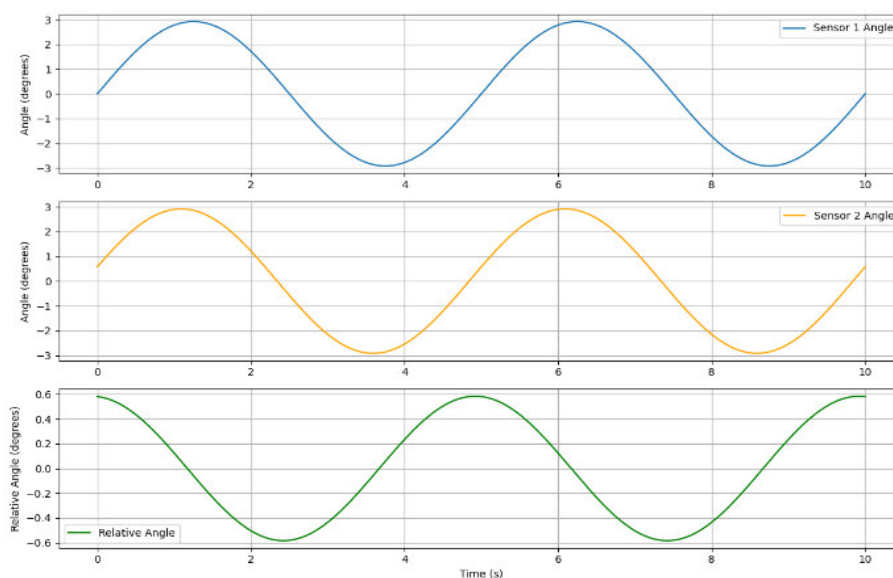


Fuente: Elaboración propia, 2025

Para estimar con precisión la inclinación del tronco, se aplica un algoritmo de fusión de sensores basado en un filtro complementario, que combina la estabilidad del acelerómetro con la rápida respuesta del giroscopio.

Este proceso permite calcular el ángulo de inclinación relativo entre los sensores ubicados en las vértebras T3 (superior) y L2 (inferior). La inclinación lateral (balanceo) es especialmente útil para detectar asimetrías posturales asociadas con desviaciones escolióticas. Ver figura 5.

Figura 5: Cálculo de ángulo entre sensores.



Fuente: Elaboración propia, 2025

El sistema muestra en tiempo real:

- Gráficos de los ángulos de ambos sensores.
- Una representación gráfica de la columna vertebral (esquema postural) con desviación simulada.
- Una alerta gráfica si se supera el umbral establecido.

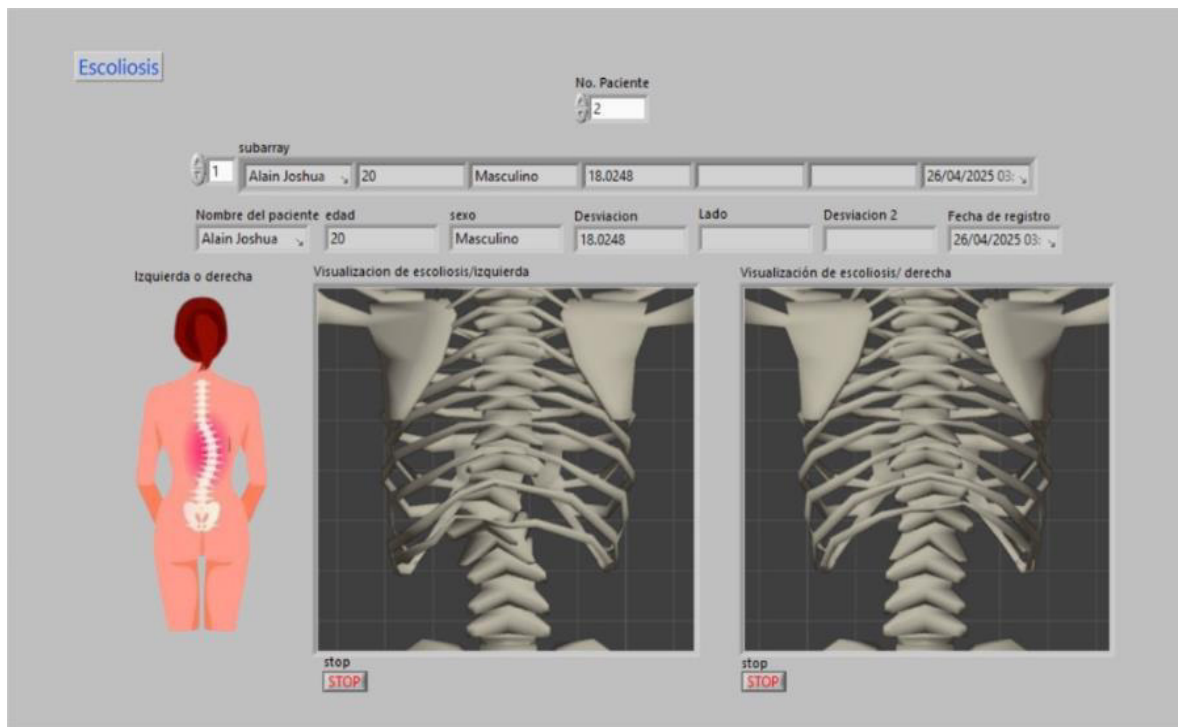
Los resultados se almacenan automáticamente en un archivo PDF asociado al paciente previamente registrado. Este archivo incluye el nombre del paciente, la fecha, los valores de desviación promedio y una alerta clínica, si corresponde.

CONCLUSIONES

Con el desarrollo de este proyecto, se creó con éxito una interfaz visual intuitiva y funcional que permite visualizar en tiempo real el ángulo de inclinación registrado por los

acelerómetros colocados en la espalda de los pacientes. Esta herramienta facilita la observación inmediata de las mediciones durante la evaluación, mejorando la experiencia del especialista en el área de la salud y permitiendo una rápida toma de decisiones basada en datos fiables y actualizados. Figura 6.

Figura 6: Interfaz visual para la detección de grado de escoliosis.



The interface is titled 'Escoliosis'. It features a patient data entry section with the following fields:

- No. Paciente: 2
- subarray: 1
- Nombre del paciente: Alain Joshua
- edad: 20
- sexo: Masculino
- Desviacion: 18.0248
- Lado: (empty)
- Desviacion 2: (empty)
- Fecha de registro: 26/04/2025 03: (dropdown)

Below the form, there are two 3D visualizations of a ribcage, labeled 'Visualización de escoliosis/izquierda' and 'Visualización de escoliosis/derecha'. Each visualization has a 'stop' button below it. To the left of these visualizations is a diagram of a human back with a red sensor icon on the spine, labeled 'Izquierda o derecha'.

Fuente: Elaboración propia, 2025

El sistema incorpora un expediente virtual para cada paciente, lo que permitirá dar seguimiento organizado y sistemático de su evolución.

Esta base de datos digital centralizada facilita la consulta histórica, optimiza la gestión de la información y proporciona un apoyo eficaz para el seguimiento de la progresión o los cambios de la escoliosis a lo largo del tiempo. Figura 7.



Child Postural Evaluation Center - CRI Apizaco

Electronic Clinical Record | Scoliosis Assessment

Patient Name:	██████████	Age:	12 years
Evaluation Date:	08/06/2025	Handedness:	

Weight (kg):	26.7	Height (m):	1.38
BMI:	14.0	Medical History:	

Measured Inclination Angle	12.76°
Clinical Observations:	Mild curvature. Monitoring recommended.
Recommendations:	

Responsible evaluator: _____

Name and signature

Los resultados obtenidos a partir de datos clínicos reales mostraron un rendimiento favorable del sistema, validado mediante métricas como sensibilidad, especificidad, precisión, valor predictivo positivo y valor predictivo negativo, lo que confirma su capacidad para discriminar entre sujetos con y sin desviación lateral significativa. Esto demuestra el potencial del sistema como herramienta complementaria para el cribado clínico de la escoliosis, con ventajas como portabilidad, bajo coste y facilidad de implementación, ideal para entornos escolares y comunitarios.

En general, este sistema representa una contribución significativa a las soluciones de diagnóstico asistido por sensores, demostrando el valor de la ingeniería para abordar desafíos de salud pública como la detección temprana de la escoliosis y la mejora de la atención oportuna al paciente

BIBLIOGRAFIA

1. Álvarez, G. d., & Nuñez, G. A. (2011). Escoliosis Idiopática. *Pediatría atención primaria*, 135-146
2. Bonnet, V., Mazzà, C., Fraisse, P., & Cappozzo, A. [2020]. [Use of inertial measurement units to monitor scoliosis in adolescents](#). *IEEE Transactions on Biomedical Engineering*, 67(7), 1965–1972.



3. García, R. C., Obil, C. C., B, Z. K., & LM, R. O. (2015). Escoliosis degenerativa del adulto. *Acta Ortopédica Mexicana*, 127-138
4. Lau, K. D. (2018). *Su plan para la prevención y tratamiento natural de la escoliosis*. Estados Unidos de América: ISBN: 9789210994488.
5. Mahar, A. T. [2010]. [Adolescent idiopathic scoliosis: Etiology, anatomy, natural history, and treatment](#). *Instructional Course Lectures*, 59, 529–536.
6. Molanes López, E. M., Fraga-Lamas, P., & Fernández-Caramés, T. M. [2019]. [A review on ESP32: A low-cost MCU with Wi-Fi and Bluetooth for IoT](#). *Electronics*, 8(11), 1245.
7. National Instruments. [2020]. [LabVIEW user manual](#). National Instruments.
8. Parent, S., Newton, P. O., Wenger, D. R., & Mahar, A. T. [2010]. [Adolescent idiopathic scoliosis: Etiology, anatomy, natural history, and treatment](#). *Instructional Course Lectures*, 59, 529–536
9. Tejeda BM. Escoliosis: concepto, etiología y clasificación. *Ortho-tips*. 2011;7(2):75-82.
10. Topalovic, D., Stankovic, V., & Strbac, P. [2020]. [Mobile and wearable systems for scoliosis screening and monitoring: A systematic review](#). *Sensors*, 20(14), 3932.

EJE 2 GESTIÓN ORGANIZACIONAL Y DESARROLLO HUMANO





GESTIÓN ORGANIZACIONAL Y DESARROLLO HUMANO EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR Y AMÉRICA LATINA

El eje de gestión organizacional y desarrollo humano en la educación superior latinoamericana se presenta como un espacio fundamental para repensar la formación profesional desde una perspectiva integral, crítica y humanista. Partiendo del análisis semiótico del concepto de Tecnólogo Industrial, se evidencia que la formación no debe limitarse a la mera transmisión técnica, sino que implica un proceso complejo de interpretación, comunicación y construcción de sentido que impacta directamente en la gestión de las organizaciones y en el desarrollo integral de las personas (Botero Girón y Correa Giraldo, 2025).

En América Latina, la diversidad cultural, social y económica plantea retos que exigen una gestión organizacional que trascienda la administración tradicional de recursos para incorporar una visión crítica, ética y sensible a las realidades locales. La formación de profesionales debe incluir no solo competencias técnicas, sino también habilidades para la innovación, la ética, la sensibilidad sociocultural y la capacidad de liderar procesos de cambio en contextos complejos y dinámicos (Bacchetta, 2025).

El modelo educativo basado en competencias, ampliamente adoptado en la región, representa un avance significativo al articular conocimientos, habilidades y actitudes en contextos concretos. Sin embargo, enfrenta tensiones entre su potencial innovador y el riesgo de reducir la educación a una lógica instrumental y estandarizada. Por ello, la gestión educativa debe promover espacios de encuentro donde el conocimiento se transmita como un legado cultural que despierte interés, compromiso y deseo de aprender, fortaleciendo la dimensión afectiva y creativa del aprendizaje (Bacchetta, 2025).

La educación superior atraviesa actualmente numerosos retos, siendo la gestión del profesorado uno de los más relevantes, ya que incide de manera directa en la calidad del proceso formativo y en los logros alcanzados por los estudiantes. Se evidencia la ausencia de estrategias sólidas y bien definidas que respalden el trabajo académico y administrativo de los profesores, incluyendo la falta de planificación pedagógica estructurada, el acceso insuficiente a recursos tecnológicos adecuados y la escasa promoción del desarrollo profesional continuo. A esto se suma la sobrecarga administrativa que reduce el tiempo disponible para preparar clases, realizar investigaciones o atender de manera



personalizada a los estudiantes, afectando tanto el desempeño docente como la calidad de la educación impartida (Marín Martínez et al., 2025).

La gestión organizacional también se revela como un factor clave para el desarrollo económico y social, especialmente en micro, pequeñas y medianas empresas (MyPEs) que constituyen el tejido productivo de muchas regiones latinoamericanas. La formación en educación superior debe preparar a los futuros gestores para comprender y aplicar prácticas estructuradas que integren sostenibilidad, rentabilidad y responsabilidad social, promoviendo modelos de negocio resilientes y adaptativos (Rendón Ruiz, D., Sierra Villegas, M. C., & Montoya Galeano, 2025).

En este sentido, la innovación en la gestión del capital humano, mediante metodologías inteligentes que incorporan tecnologías como la inteligencia artificial, se convierte en una herramienta estratégica para mejorar el bienestar laboral, la productividad y la competitividad empresarial. La educación superior tiene la responsabilidad de formar profesionales capaces de liderar estas transformaciones, integrando conocimientos técnicos con una visión humanista que valore la salud organizacional y el bienestar integral (Tizapantzi Sánchez, J., & Sánchez Cuapio, 2025).

El liderazgo docente emerge como un aspecto crucial en la gestión educativa, donde los modelos actuales sugieren que un liderazgo efectivo puede influir positivamente en el clima escolar y en el rendimiento académico. La gestión del conocimiento en instituciones de educación superior es fundamental para el desarrollo académico y profesional del profesorado, implicando identificar, crear y distribuir conocimiento que potencie las capacidades docentes y convierta aprendizajes empíricos en conocimientos explícitos (Pérez, Marco, & Conejo, 2023; Guzmán & Arrieta, 2020).

Finalmente, fortalecer la capacidad gerencial en sectores estratégicos y promover la institucionalización de procesos de gestión sostenible son desafíos prioritarios para América Latina. La educación superior, al integrar estos principios en sus programas, contribuye a la construcción de un tejido empresarial y social resiliente, justo y sostenible, preparando líderes capaces de transformar sus organizaciones y comunidades hacia un futuro equitativo y próspero (Rojas Higueta et al., 2025).

Este capítulo aporta una visión integradora y actualizada que combina análisis teóricos, evidencia empírica y propuestas innovadoras para fortalecer la gestión organizacional y el desarrollo humano en la educación superior latinoamericana. Su contribución radica en ofrecer un marco crítico y humanista que orienta tanto la formación profesional como la



práctica gerencial hacia la sostenibilidad y la equidad social, integrando perspectivas sobre gestión docente, liderazgo educativo, gestión del conocimiento y desarrollo de competencias globales. De esta manera, enriquece el debate académico y las políticas educativas en la región, proporcionando herramientas conceptuales y metodológicas para enfrentar los desafíos contemporáneos de la educación superior.

A continuación, se presenta la metodología empleada para el análisis y los principales resultados obtenidos, que sustentan las reflexiones y propuestas aquí expuestas.

METODOLOGÍAS

La gestión organizacional y el desarrollo humano constituyen ejes fundamentales para la transformación de la educación superior en América Latina, especialmente en un contexto marcado por la diversidad cultural, social y económica, así como por los desafíos de sostenibilidad y competitividad regional. Los estudios y reflexiones provenientes de diversas instituciones y contextos académicos convergen en la necesidad de repensar la formación profesional y la gestión educativa desde una perspectiva integral, crítica y humanista (Bacchetta, 2025).

Desde la semiótica aplicada a la educación superior, se destaca que la formación de profesionales, como los tecnólogos industriales, debe ir más allá de la mera transmisión técnica para convertirse en un proceso de construcción de sentido, interpretación y comunicación que impacta directamente en la gestión de las organizaciones y en el desarrollo integral de las personas. Este enfoque humanista invita a incorporar la innovación, la ética, la sensibilidad sociocultural y la capacidad crítica para liderar procesos de cambio en contextos complejos y dinámicos (Botero Girón y Correa Giraldo, 2025).

El modelo educativo basado en competencias, ampliamente adoptado en la región, representa un avance significativo al articular conocimientos, habilidades y actitudes en contextos reales. Sin embargo, su implementación enfrenta tensiones que pueden reducir la educación a una lógica instrumental y estandarizada. Por ello, la gestión educativa debe promover espacios de encuentro donde el conocimiento se transmita como un legado cultural que despierte interés, compromiso y deseo de aprender, fortaleciendo la dimensión afectiva y creativa del aprendizaje. En este sentido, la evaluación, simbolizada en algunos contextos por la calificación mínima aprobatoria, debe humanizarse para fomentar la resiliencia, la empatía y el acompañamiento emocional, reconociendo las presiones sociales y familiares que afectan el desempeño estudiantil (Bacchetta, 2025).



Para abordar estos desafíos, se adopta un enfoque metodológico mixto que combina técnicas cuantitativas y cualitativas. El enfoque cuantitativo permite recolectar datos numéricos para analizar el impacto de la gestión profesoral en la calidad educativa y los resultados de aprendizaje, mientras que el enfoque cualitativo explora en profundidad las experiencias, percepciones y desafíos que enfrentan los profesores. La teoría del desempeño docente se centra en la evaluación integral del profesorado, considerando factores como la planificación, la ejecución y la evaluación de procesos educativos desde una perspectiva de 360 grados, lo que permite obtener información confiable sobre el cumplimiento de metas educativas y facilita la toma de decisiones para mejorar los procesos académicos (Bogoya, Morales & Marín, 2020).

En el ámbito organizacional, la gestión estructurada y sostenible es clave para el desarrollo económico y social, especialmente en micro, pequeñas y medianas empresas (MyPEs) que forman el tejido productivo de muchas regiones latinoamericanas. La formación en educación superior debe preparar a los futuros gestores para comprender y aplicar prácticas que integren sostenibilidad, rentabilidad y responsabilidad social, promoviendo modelos de negocio resilientes y adaptativos. La capacidad gerencial, especialmente en áreas administrativas y financieras, emerge como un predictor crucial para la sostenibilidad empresarial, mientras que la innovación y la articulación institucional son áreas que requieren fortalecimiento (Rojas Higueta et al., 2025).

La innovación en la gestión del capital humano, mediante metodologías inteligentes que incorporan tecnologías como la inteligencia artificial, se presenta como una herramienta estratégica para mejorar el bienestar laboral, la productividad y la competitividad empresarial. La educación superior tiene la responsabilidad de formar profesionales capaces de liderar estas transformaciones, integrando conocimientos técnicos con una visión humanista que valore la salud organizacional y el bienestar integral (Tizapantzi Sánchez, J., & Sánchez Cuapio, 2025).

Las técnicas de recolección de información incluyen encuestas estructuradas y entrevistas semiestructuradas aplicadas a docentes, complementadas con revisión documental de normativas institucionales, artículos académicos y otras investigaciones previas relacionadas con la gestión profesoral y el uso de tecnologías en la educación superior. Este diseño metodológico permite realizar un diagnóstico detallado del estado actual de la gestión docente, identificando las principales dificultades y desafíos que enfrentan en su



desempeño académico y administrativo, así como analizar el impacto de la gestión profesoral en la calidad educativa y los resultados de aprendizaje de los estudiantes.

En suma, el eje de gestión organizacional y desarrollo humano aporta a la educación superior latinoamericana una perspectiva que integra la complejidad del conocimiento, la diversidad cultural y la responsabilidad social. Promueve una educación que no solo transmite saberes, sino que también construye sentidos, humaniza la evaluación, fortalece la resiliencia y transforma realidades. Así, contribuye a formar profesionales y líderes capaces de enfrentar los retos del mundo contemporáneo con conocimiento, humanidad y compromiso ético, impulsando sociedades más justas, sostenibles y prósperas.

RESULTADOS

Los resultados de los estudios y análisis realizados en diversos contextos académicos y empresariales de América Latina evidencian la complejidad y relevancia de la gestión organizacional y el desarrollo humano como factores determinantes para el avance de la educación superior y el desarrollo socioeconómico regional.

En primer lugar, se confirma que la formación profesional, especialmente en áreas técnicas como la de tecnólogo industrial, debe trascender la mera adquisición de conocimientos técnicos para incluir la construcción de significado, la interpretación crítica y la comunicación efectiva. Este enfoque integral fortalece la capacidad de los profesionales para liderar procesos de cambio con una visión humanista, ética y socioculturalmente sensible, aspectos fundamentales para responder a la diversidad y complejidad de los contextos latinoamericanos.

El modelo educativo basado en competencias, aunque ampliamente adoptado, presenta desafíos en su implementación, donde la evaluación numérica puede generar impactos emocionales y sociales profundos en los estudiantes. Los resultados muestran la necesidad de humanizar la evaluación, promoviendo la resiliencia, la empatía y el acompañamiento emocional, para que la formación no se reduzca a una lógica instrumental, sino que fomente el deseo de aprender, la creatividad y la construcción colectiva de conocimiento.

El diagnóstico de la gestión docente en instituciones de educación superior revela deficiencias administrativas, pedagógicas y tecnológicas significativas. Se identifican desafíos clave como cargas administrativas excesivas que reducen el tiempo disponible para la preparación de clases y la investigación, brechas digitales que limitan la incorporación efectiva de herramientas tecnológicas en las prácticas educativas, y falta de



programas estructurados de desarrollo profesional continuo. Estos factores tienen un impacto cuantificable en el desempeño académico y en la calidad educativa ofrecida a los estudiantes (Marín Martínez et al., 2025).

En el ámbito organizacional, los diagnósticos realizados en micro, pequeñas y medianas empresas (MyPEs) revelan niveles bajos o muy bajos de desarrollo gerencial, con debilidades críticas en innovación, formalización, articulación institucional y gestión financiera. Sin embargo, la capacidad administrativa y financiera emerge como el predictor más significativo para la sostenibilidad empresarial, subrayando la importancia de fortalecer estas áreas para garantizar la estabilidad y crecimiento de las empresas.

La integración de metodologías innovadoras, como el uso de inteligencia artificial para la gestión del capital humano, representa un avance estratégico para anticipar riesgos psicosociales, mejorar el bienestar laboral y optimizar la productividad. Estos enfoques tecnológicos, combinados con una gestión ética y responsable, ofrecen herramientas valiosas para que las organizaciones y sus líderes puedan adaptarse a los retos actuales y futuros (Tizapantzi Sánchez, J., & Sánchez Cuapio, 2025).

El análisis del vínculo entre gestión docente eficiente y mejora en calidad educativa evidencia avances significativos en los resultados de aprendizaje estudiantil cuando se implementan estructuras integrales de gestión profesoral. La evaluación del desempeño docente desde una perspectiva de 360 grados, que considera la planificación, ejecución y evaluación de procesos educativos, permite identificar áreas de mejora y facilita la toma de decisiones estratégicas para elevar la calidad académica. Asimismo, la gestión del conocimiento institucional contribuye a convertir aprendizajes empíricos en conocimientos explícitos, facilitando su almacenamiento y transferencia a través de tecnologías adecuadas (Bogoya, Morales & Marín, 2020; Guzmán & Arrieta, 2020).

Finalmente, los resultados enfatizan la necesidad de políticas públicas y alianzas estratégicas entre universidades, empresas y gobiernos para fortalecer las capacidades gerenciales, promover la innovación sostenible y facilitar la transferencia tecnológica. La educación superior juega un papel crucial en este proceso, formando profesionales con competencias gerenciales sólidas, visión estratégica y compromiso ético, capaces de impulsar el desarrollo sostenible y la competitividad regional (Rojas Higueta et al., 2025).

En conjunto, estos resultados aportan una visión integral que articula la formación académica, la gestión organizacional y el desarrollo humano, contribuyendo a la construcción de sociedades más justas, resilientes y prósperas en América Latina.



Para concluir se puede decir que el análisis del Eje 2 ha revelado que la gestión organizacional y el desarrollo humano son pilares interconectados y esenciales para la educación superior en América Latina. Desde la redefinición de la formación profesional con una visión humanista y crítica, hasta la implementación de modelos educativos que trasciendan la instrumentalización y promuevan la resiliencia y la empatía, se subraya la necesidad de una gestión educativa que atienda la complejidad de los contextos regionales.

La gestión docente emerge como un factor determinante para la calidad educativa, requiriendo estructuras integrales que aborden deficiencias administrativas, pedagógicas y tecnológicas. La implementación de sistemas de evaluación del desempeño profesoral desde una perspectiva de 360 grados, el fortalecimiento del liderazgo educativo y la gestión del conocimiento institucional son elementos clave para optimizar el rol del profesorado como eje central del proceso formativo (Marín Martínez et al., 2025; Pérez, Marco, & Conejo, 2023).

La integración de metodologías innovadoras, incluyendo la inteligencia artificial, y el fortalecimiento de las capacidades gerenciales en el sector productivo, son imperativos para impulsar el desarrollo sostenible y la competitividad. La capacidad administrativa y financiera se consolida como el predictor más significativo para la sostenibilidad empresarial, mientras que la innovación, la formalización y la articulación institucional requieren atención prioritaria.

Es importante resaltar, la participación de los semilleros de investigación en eventos como COMPA es fundamental porque permite visibilizar y validar, ante una comunidad académica y profesional, investigaciones aplicadas que responden a problemáticas reales del territorio, además de fortalecer capacidades investigativas (argumentación, rigor metodológico, divulgación y trabajo colaborativo) en los estudiantes. En este documento, por ejemplo, el Semillero de Innovación Empresarial de la Institución Universitaria Digital de Antioquia presenta un proyecto que diagnostica cómo las prácticas de gestión empresarial inciden en la sostenibilidad y la rentabilidad de los negocios en Hispania (Antioquia), un contexto donde el comercio concentra el 57,95% de las unidades productivas y se evidencian retos como informalidad laboral (63,26%), analfabetismo (15,31%) y baja conectividad (10,10% de hogares con internet fijo); socializar estos hallazgos y su metodología de enfoque mixto (encuestas a comerciantes y entrevistas a expertos) en COMPA no solo enriquece la discusión y retroalimentación del estudio, sino



que también contribuye a conectar la investigación con propuestas de mejora pertinentes para el desarrollo económico local.

Así, este capítulo concluye que la educación superior tiene la responsabilidad ineludible de formar líderes y profesionales con un profundo compromiso ético y social, capaces de construir sociedades más justas, prósperas y resilientes en toda la región. La implementación de estructuras de gestión docente optimizadas, alineadas con metas institucionales y nacionales, contribuirá al cierre de brechas tecnológicas post-pandemia, al fortalecimiento de competencias globales y al alineamiento con prioridades de educación superior competitiva en América Latina, generando impactos sostenibles en docentes, estudiantes e instituciones mediante enfoques participativos y sistemáticos.

Coordinación, Comités Académico y de Logística

Red Internacional de Cooperación Académica – RED COMPA



LA AUSENCIA DE SIGNIFICADO EN EL CONCEPTO DE TECNOLOGOINDUSTRIAL DE LA UNIVERSIDAD TECNOLOGICA DE PEREIRA

Carlos Andrés Botero Girón¹, Sofia Correa Giraldo².

¹ Profesor Programa de Tecnología Industrial.
Universidad Tecnológica de Pereira

² Estudiante Programa de Tecnología Industrial
Universidad Tecnológica de Pereira

cboterog@utp.edu.co, sofia.correa1@utp.edu.co

RESUMEN

La semiótica de Charles Sanders Peirce nos da luz para analizar y construir una especie de rompecabezas con las perspectivas y el proceso individual de semiosis que se le da a lo que se abstrae en ciertos contextos. Es así como en el programa de Tecnología Industrial surge un interrogante, que hace posible una construcción desde la formación sígnica hasta lo que realmente se quería comunicar, claramente para así ver cómo los elementos que se usan influyen en el sentido general. No obstante, en este trabajo se buscó explorar desde un lente la transparencia y la abstracción de la realidad que usan los estudiantes para comprender un concepto tan importante como lo es el papel de un tecnólogo industrial y todo lo que lo hace ser. A partir de lo anterior, surge la pregunta de investigación ¿Cuáles son los elementos que usan los estudiantes y empleadores para construir el significado de lo qué es un Tecnólogo Industrial de la Universidad Tecnológica de Pereira? La investigación esta soportada en la teoría semiótica del filósofo Charles Sanders Peirce, donde se pueden comprender los índices que usan las personas para la construcción de significados. El objetivo general de la Investigación es Comprender desde la teoría de Peirce, cuales son los elementos que utilizan los estudiantes del programa de Tecnología Industrial de la Universidad Tecnológica de Pereira para comprender el concepto de lo que es un Tecnólogo Industrial. La metodología utilizada es cualitativo de tipo teórico-práctico, donde se da la relación entre la semiosis y la inferencia, que es la creación de signos, de la cual, se desprende la abducción. Palabras clave: Un mínimo de tres y un máximo de cinco palabras clave, las cuales deberán describir el contenido del trabajo y ayuden a encontrar el documento al ser buscado. Semiótica, semiósisis, Tecnólogo Industrial, abstracción, comunicación.



INTRODUCCIÓN

En la cotidianidad al hablar de complejidad, se puede decir que es lo que está constituido por diferentes aspectos que en múltiples circunstancias se dejan de lado, según el filósofo Sanders Charles Peirce, todo acto comunicativo parte de lo que está presente en la mente, lo que el individuo construye en su pensamiento, el signo, la manera en la que el humano relaciona lo que escucha, ve, percibe, comprende o quiere decir; una abstracción, sea errónea o asertiva de cualquier situación que comunique.

Es así como “la teoría semiótica de Peirce” habla más allá de lo que entendemos como “comunicación”, no es simplemente un intercambio de información o una observación superficial, sino un proceso continuo de creación de significado; tiene su propia complejidad ya que es un análisis de interpretaciones, abstracciones de realidad y creación de una esencia propia.

Para una perspectiva amplia, también se puede nombrar la “semiosis” y su teoría que se construye desde “la concepción de significado para ayudar a entender qué significa algo para un ser” (CASTAÑARES, 1992). De acuerdo con esta otra mirada, el signo no es solo la palabra y en Peirce, para hacer relación, “el signo no puede ser palabra, ni una frase, ni un texto; puede ser cualquiera o todos a la vez”.

Así, se comprende que la semiosis no se refiere únicamente a un término, o a un párrafo, o a un texto, sino que abarca un mundo de posibilidades para la construcción de interpretación: el momento justo, su proceso mental y la comprensión acerca de cómo el otro construye significados a partir de algunos índices (indicaciones) que se dan acerca de ese objeto; por otro lado, la “semiótica”, complementa cuando es la parte que analiza cómo se llega a esto

Y, al hablar de un ámbito educativo, (de un programa), ¿en sí qué sucede?

Se puede nombrar la metáfora de Heidegger dada en sus obras filosóficas más influyentes, como “Ser y tiempo” (1927) (retomada por Guillermo Hoyos en Educación y justicia en América Latina (1994)), donde plantea que “La educación se encuentra en lo seco”. Se podría decir que “La comunicación de varios aspectos de tecnología industrial se encuentra en lo seco por su naturaleza”. Si esto se da de esa forma, es porque carece de un elemento central, que le da sentido.



La base de Heidegger y su perspectiva es que el ser humano está en una búsqueda continua de sentido en un mundo que, muchas veces, aparece como árido o desajustado de significados fáciles de captar. La educación en este marco es lo desafiante, lo difícil y lo que no se nos presenta de manera inmediata, esta idea puede interpretarse como que es una realidad más compleja, a la deriva y encasillada.

Sin duda, es crucial abordar una manera distinta y profunda de ver la conexión que existe detrás de lo que comunica, teniendo en razón cómo se generan interpretaciones de la realidad y síntomas del objeto de referencia para comprender y generar un panorama de lo que realmente sucede en la construcción de sentido en el programa de tecnología industrial. Entonces, la semiosis y la semiótica Peirciana serán la guía, la motivación, el camino que se tomará en esta predilección.

METODOLOGÍA

Al ser esta una tesis cuya estructura se encuentra soportada a la luz de la teoría de los signos del filósofo Charles Sanders Pierce, esta es una investigación cualitativa de tipo teórico-práctico.

El soporte para la construcción de este edificio investigativo, está dado por la relación entre la Semiosis y la inferencia, de la cual se desprende la abducción.

Para Peirce, la construcción del significado es mucho más que la estructura de una imagen espacial y estética. La semiosis, es un movimiento de ire y venires, pero no a la deriva, sino con unas reglas claramente definidas. El término semiosis, lo toma Peirce de Filodemo de Gadara (Un lógico del siglo I a de C) y lo usa siempre con una inferencia sígnica, es decir como una inferencia de signos. Peirce, siempre ha planteado que la lógica como semiótica. Desde el positivismo, esta relación sería muy confusa, pero desde el pragmatismo y desde la filosofía de Peirce, la lógica es comprendida como “La ciencia de las condiciones necesarias para definir la verdad” (CASTAÑARES, W, 1995, p145). Esto se puede soportar con el planteamiento que hace Nubiola (2001, en la revista Razón y palabra No 21), donde plantea que los lógicos consideraban que la lógica no era jugar con signos, sino que es la ciencia del razonamiento válido, a partir de la experiencia. En virtud de lo anterior, y de acuerdo a entrevista sostenida con el profesor Castañares, es necesario que el otro este familiarizado con el tema, para poder que cree sus propios signos, que descubra cosas nuevas, haciendo procesos abductivos.



En el sentido amplio, la lógica son la leyes del pensamiento y como el pensamiento son signos, entonces la lógica es semiótica.

El estudio de los diferentes casos de la semiótica ha llevado a encontrar diferentes clases de inferencias. Según Peirce, estas inferencias toman tres formas diferentes. Estas formas, dice Peirce, son resultantes de aplicar una regla, un caso y un resultado y son: 1) La deducción, que consiste en aplicar una regla a una cosa. La verdad de la conclusión o resultado depende de lo establecido en la regla y el caso.

A manera de ejemplo desde Peirce, tenemos lo siguiente:

Caso: Todas las judías de este saco son blancas.

Regla: Estas judías son de este casco.

Resultado: Estas judías son blancas.

La segunda inferencia, es la Inductiva. En la inducción se parte de que es verdad lo que se aprecia en los casos y de allí se infiere que también es verdad respecto a lo que se incluye en los casos, es decir, consiste en inferir la regla a partir del caso, es la forma de comprobar la deducción. Peirce plantea el siguiente ejemplo:

Caso: Estas judías son de este casco.

Resultado: Estas judías son blancas.

Regla: Todas las judías de este casco son blancas.

La deducción, es una inferencia analítica y solo permite explicar un conocimiento. La inducción es una inferencia analítica y permite ampliar el conocimiento, pero aparece un Peirce, en concepto que abre puertas al mundo de las posibilidades. Este concepto es el de Abducción. En la abducción, se observa una inferencia que permite explicar un hecho sorprendente al considerarlo como el resultado de aplicar una regla a un caso. Lo anterior, Peirce nos lo aclara desde el siguiente ejemplo:

Regla: Todas las judías de este casco son blancas.

Resultado: Estas judías son blancas.

Caso: Estas judías son de este casco.



¿QUÉ TIENEN LA ABDUCCIÓN Y LA INDUCCIÓN?

La abducción como tal, tiene el tinte de la sorpresa. Esta inicia con la sorpresa de los hechos, sin tener al principio ninguna teoría particular a la vista, aunque motivada por la sensación que necesita la teoría para explicar los hechos sorprendentes. La inducción inicia con una hipótesis, que parece recomendarse a sí misma, sin tener al inicio ningún hecho particular, aunque con la sensación de necesitar hechos que den soporte a la teoría. La abducción busca una teoría y la Inducción busca los hechos.

En la Abducción, la consideración de los hechos es la que sugiere la hipótesis. En la Inducción el estudio de la hipótesis se sugiere a la luz de los hechos auténticos a los que ha apuntado la hipótesis. (Peirce, es Castañares; 1995).

Es de fácil comprensión que la inducción y la abducción sean irreducibles a la deducción, dado que las inferencias deductivas son lógicamente necesarias, mientras que la Inducción y la Abducción solo se justifican desde el punto de vista práctico y no desde el punto de vista lógico formal. De allí entonces, que la lógica formal excluya la Inducción y la Abducción debido a que estas solo se mueven en el mundo de las probabilidades, pero a Peirce, no le interesa la lógica únicamente desde los aspectos formales, sino en la relación de la misma con los problemas prácticos que plantean la investigación y la significación. Para Peirce, cualquier proceso de investigación debe iniciar su recorrido por una inferencia abductiva, de donde se sacan de manera deductiva unas conclusiones que solo con la inducción se contratan empíricamente.

Para alcanzar el objetivo específico 1: Distinguir los signos a partir de las categorías de Charles Sanders Peirce presentes en la comunicación del concepto de Tecnólogo Industrial en el ciudadano en los estudiantes

Estrategia	Procedimiento	Mecanismos de Verificación	Instrumentos y herramientas
Identificación de 5 conceptos relacionados con Tecnólogo Industrial e identificar los signos que estos proyectos generan en el ciudadano de a pie y en los posibles beneficiarios de estos proyectos. Es de	Un informe con los resultados de los conceptos.	Un informe con los signos generados a partir de las entrevistas realizadas con los estudiantes	- Diseño y aplicación y aplicación de entrevistas. - Realización de 5 videos cortos, donde se identifiquen los signos de los ciudadanos de a pie. - Análisis de estos signos.

anotar, que son proyectos relacionados con innovación originados en la Universidad Tecnológica de Pereira, a través de sus grupos de investigación.			
---	--	--	--

Para alcanzar el objetivo específico 2: Inferir a partir de la semiosis de Charles Sanders Peirce si los signos generados a partir de los resultados del concepto de Tecnólogo Industrial si comunican lo que se quería comunicar.

Estrategia	Procedimiento	Mecanismos de Verificación	Instrumentos y herramientas
Inferencia a partir de la semiosis de Charles Sanders Peirce, si los signos generados a partir de los del concepto de Tecnólogo Industrial, si comunican lo que se quería comunicar.	Revisión detallada de los términos en los que aparecen publicadas las Innovaciones originadas en la UTP y entrevistas a los investigadores autores de estas publicaciones.	Documentos analizados en relación con los términos utilizados para su difusión	Análisis de la semiosis generada. - Análisis de esta semiosis contrastada con lo que los investigadores querían comunicar.

Para alcanzar el objetivo específico 3: Explicar los posibles elementos que usan los ciudadanos de a pie para la construcción de significado a partir de los resultados del concepto de Tecnólogo Industrial

Estrategia	Procedimiento	Mecanismos de Verificación	Instrumentos y herramientas
Explicación de los elementos que usan los estudiantes y empresarios de a pie para la construcción de significado a partir del concepto de Tecnólogo Industrial	A partir de las entrevistas realizadas a los ciudadanos de a pie, identificar los índices que usan para la construcción de significado.	Documentos analizados en relación con la construcción de estos índices.	- Construcción de instrumentos para descifrar estos índices.



DESARROLLO

Se describe el desarrollo del trabajo de manera organizada presentando los apartados y en su caso los datos organizados incluyendo cuadros, gráficas, tablas y figuras, cuando sea el caso.

Se realizó una pregunta abierta a los estudiantes de primer, quinto y sexto semestre del programa de tecnología industrial de la Universidad Tecnológica de Pereira.

Pregunta: ¿Qué es un tecnólogo industrial?

Para responder este interrogante debían dar a conocer su perspectiva, desde lo que han abstraído de una realidad presentada ante lo que es su carrera y lo que profesionalmente constituye a un tecnólogo industrial.

En el caso de primer semestre, se obtuvieron veinticuatro respuestas. En quinto y sexto, se obtuvieron trece respuestas.

Ahora bien, desde lo planteado por la UTP.

¿Cuál es el perfil profesional de un tecnólogo industrial?

“El egresado del programa de Tecnología Industrial de la Facultad de Tecnología, es una persona éticamente fundamentada e inquieta en lo sociocultural, educada con sensibilidad tecnológica, como investigadora y gestora de la Tecnología en las organizaciones, competente en el diseño e innovación de los procesos tecnológicos y crítica de sus repercusiones multi escénicas, buena lectora – escritora y pensadora creativa – propositiva del saber tecnológico.”

Este sería el signo elaborado oficialmente por el programa, lo que se quiere comunicar tanto de manera directa como indirecta. Aquí se presenta una representación de todo el conocimiento que hacen de una persona ser parte de tecnología industrial. (Que con todos los signos tomados en clase y la experiencia modificando lo que ya se tenía se crea el contexto y lo que realmente es un tecnólogo o tecnóloga industrial).



ANÁLISIS DE CONCEPTO “TECNÓLOGO INDUSTRIAL, PRIMER SEMESTRE”

ÍNDICES EN COMÚN:

Recordando la teoría de Peirce, el Índice, da pie al objeto desde unas indicaciones, por una relación directa o casual, (algo que nos lleva a ligarlo al elemento).

PRODUCCIÓN

Ahora bien, según Kraft, K. L., & Frohlich, M. (1992). Operations Management.

"La producción consiste en crear bienes y servicios utilizando los recursos disponibles, buscando satisfacer necesidades humanas".

¿Por qué la producción es uno de los índices ?

De veinticuatro respuestas todas diversas y a la vez con puntos en común, cinco en específico estaban más direccionadas a la parte de producción.

Lo que quiere decir que estos estudiantes toman la “producción” y sus derivados como índices de lo que es un tecnólogo industrial.

Posteriormente, es una de las áreas de enfoque de la carrera, presentada en los cinco nodos de aplicación, cada uno de ellos con asignaturas que consiguen dar luz en los diferentes ámbitos. El nodo tres, denominado “administración de operaciones y logística” es quien brinda el conocimiento técnico y práctico en esta parte.

Asignaturas:

- Métodos y tiempos
- Control estadístico de procesos
- Administración de operaciones 1
- Administración de operaciones 2
- Distribución en planta Logística

¿Por qué en el primer semestre se habla de producción?

A pesar de que aún no tienen la experiencia en esta área, se podría deber a un estímulo externo.



En el documento, ***“EL CONCEPTO DE INDUSTRIA: REFLEXIONES PARA ABRIR EL DEBATE”***. (El concepto de industria para algunos Programas de pregrado de Colombia y de otros países). (2021) de Omar Montoya Suárez

- Se habla de la perspectiva de diferentes universidades que dictan (ingeniería, tecnología y administración) sobre el sentido que tienen de “industria”. Evidenciando según su autor una confusión.
- Se da a conocer lo que es un “tecnólogo industrial” desde diferentes miradas.

Entonces, sobre la desorientación del concepto de industria. **¿Cómo tocan este tema?**

La mayoría de los proyectos académicos según Montoya Suarez tratan la industria como sinónimo de fábricas o procesos de producción, sin reconocer su conexión con actividades más amplias como las cadenas de valor o la economía en su conjunto. Se da a conocer:

- **Falta de enfoque humanista:** Se carecen de temas que exploran los aspectos éticos, sociales o culturales de la industria y no consideran la sostenibilidad, el impacto ambiental o la responsabilidad social.
- **Diferencias con otros sectores:** El concepto industrial se centra en la producción y excluye importantes actividades económicas como la industria primaria, la industria de servicios y la industria cultural, que también crean valor.
- **Obedecer al mercado:** La industria es vista como una herramienta para satisfacer necesidades. La demanda del mercado ignora su potencial para contribuir al desarrollo general de la sociedad. Al ver este término desde un sistema técnico, el concepto de tecnología industrial se ve afectado:
 - Muchas organizaciones académicas ven a los tecnólogos industriales como personas que supervisan, organizan y mejoran los procesos de fábrica, como la operación de máquinas, el control de calidad o la coordinación de la producción. (Se centran principalmente en tareas prácticas y operativas).
 - Algunas universidades han ampliado el papel de los tecnólogos para incluir funciones como la gestión de la cadena de suministro o la optimización de recursos en diversas áreas del negocio, pero siempre vinculadas a la “empresa”.



De otro lado, la UTP que ha perfilado al Tecnólogo Industrial como algo más que un operador, alguien que innova, desarrolla nuevos procesos tecnológicos y piensa críticamente sobre su impacto en la sociedad, un líder completamente. Sin embargo, en última instancia, su formación y su trabajo suelen limitarse a los aspectos prácticos de la empresa.

CONCLUSIONES

Un índice como la producción se puede dar bajo la confusión entre el concepto de industria y la diversidad de concepciones alrededor del país sobre el campo de aplicación de un tecnólogo industrial.

Aquí se observa la parte de **“Semiosis al infinito”**.

Según Peirce los signos crean otros signos y es un proceso continuo, constante.

En el caso de los estudiantes que asocian lo industrial a la producción es porque toman signos arrojados socialmente como los que se presentan en el documento, que podríamos considerar (símbolos) o por su poca amplitud en el término real (índices), (*indicios de lo que realmente es industria y lo asociamos a ello*).

BIBLIOGRAFIA

- 1) ACOSTA Yhon. Tesis Doctoral, Sinequismo, ficción y realidad. Universidad Tecnológica de Pereira, 2015.
- 2) BARRENA Sara. Pragmatismo y Educación. Ed. Machado y Nuevo Aprendizaje. España 2015
- 3) BARRENA Sara. La creatividad en Charles Sanders Peirce. Tesis Doctoral: Universidad de Navarra España, 2003.
- 4) CASTAÑARES Wescenslao. Realidad virtual, Mimesis y Simulación. CCI, Cuadernos de Información y Comunicación. Universidad Complutense de Madrid, 2011.
- 5) CHAN Maria Elena. Comunidades y redes académicas en los Ecosistemas de Conomiento. Universidad de Guadalajara, México.
- 6) CASTAÑARES Wescenslao: De la Intepretación a la lectura. Ed. Colección Parte Luz. Madrid. España.
- 7) FERRER Ángela: Periodismo científico. Una Mirada en América Latina. Base de datos TESEO, 2016.



- 8) GUERRERO Pedro y otros. La Ironía del Quijote. Didáctica de Lengua y Literatura., 2012.Vol 23.
- 9) IZQUIERDO, Javier. Crítica y Consultoria. Empiria, Revista de Ciencias Sociales. 2016.
- 10) MELELLA, Cecilia. Migraciones Transnacionales y uso La presencia de Facebook en los periódicos. Revista Nomedes Mediterraneam. 2014.
- 11) MURIILLO Guillermo. Conocimiento y transformación en los procesos organizacionales. Editorial Universidad EAFIT, 2019.
- 12) REDONDO Ignacio. Tesis doctoral, El signo como medio. Una clave en el pensamiento de Charles Sanders Peirce. Universidad de Navarra, 2009.
- 13) SAMPSON Antony. De la Verdad y otras Quimera: Revista de estudios sociales. Ed 40. 2011.
- 14) VASCO, Carlos. Tres Tesis sobre la Educación superior en la segunda década del siglo XXI.



LA MÁS ALLÁ DE LAS COMPETENCIAS. DESEO Y CONSTRUCCIÓN DE SENTIDO EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR

Julieta Bacchetta¹.

¹ Docente de la Facultad de Desarrollo Humano y de la Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad Nacional de Pilar, Argentina.

julieta.bacchetta@unpilar.edu.ar

RESUMEN

En este trabajo se examina el lugar que ocupa el enfoque por competencias en la educación superior, y distintas perspectivas que acompañan su desarrollo. Este modelo busca articular conocimientos, habilidades y actitudes en situaciones concretas, vinculando la formación con las demandas sociales y laborales, promoviendo aprendizajes contextualizados y ofreciendo alternativas frente a esquemas de enseñanza centrados en la acumulación de contenidos. Se reconoce, sin embargo, que su implementación no es uniforme y genera tensiones. Conviven en torno a él miradas diversas: mientras algunas destacan su potencial innovador y su capacidad de acercar la educación a escenarios significativos y aplicables, otras señalan las dificultades que supone su traslado a las prácticas docentes y los riesgos de simplificación que puede conllevar.

Más allá de estas discusiones, se plantea la importancia de ampliar la mirada para incluir dimensiones que enriquecen la experiencia educativa y que no deberían quedar subordinadas a una lógica instrumental. Entre ellas se destacan el deseo de aprender, la creatividad, la construcción de sentido y la transmisión cultural como procesos indispensables en la formación superior.

Considerar estos aspectos permite pensar la educación no solo como un espacio de adquisición de competencias, sino también como un ámbito de subjetivación, de construcción colectiva y de apertura hacia nuevos horizontes de conocimiento.

Palabras clave: Educación superior, enfoque por competencias, subjetividad, deseo.



INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas, el discurso educativo ha incorporado con fuerza el enfoque por competencias, promovido tanto por organismos internacionales como a través de reformas curriculares a nivel local. La noción de “competencia” aparece ligada a la idea de formar sujetos capaces de movilizar saberes, habilidades y actitudes en contextos específicos. Este modelo se presenta como una alternativa innovadora frente a la educación tradicional, con la promesa de articular la formación académica con las demandas del mundo laboral y social.

Como advierte Díaz Barriga (2011, p. 5), la incorporación del término “competencia” al campo educativo es epocal; puede entenderse como una expresión propia de su tiempo, asociada a las transformaciones sociales, económicas y culturales de fines del siglo pasado y comienzos del siglo XXI, cuando en el marco de la globalización, la educación comienza a ser interpelada por las lógicas de la eficiencia y la productividad.

Orígenes y tensiones del enfoque por competencias

El término “competencia” proviene del mundo del trabajo y del campo de la lingüística. Su incorporación al ámbito educativo -y en particular en la formación técnica- fue muy importante porque permitió articular el saber y el hacer. Sin embargo, su traslación a otros niveles y áreas de formación académica plantea el desafío de revisar cómo una noción nacida en otros campos puede reinterpretarse para que la enseñanza no se reduzca a una mera capacitación laboral.

Como sugiere Perrenoud (2009), el enfoque por competencias surgió en parte como un intento de responder al fracaso escolar y a la dificultad de muchos estudiantes para otorgar sentido a los aprendizajes. Frente a una escuela centrada en la transmisión de saberes descontextualizados, propone “dar una importancia real a la transferencia y movilización de recursos” (p. 48), de modo que el conocimiento pueda ser usado en situaciones diversas y significativas. Desde esta perspectiva, enseñar por competencias no equivale a simplificar los contenidos, sino a favorecer aprendizajes que se mantengan activos en la experiencia. Lo que está en juego, explica Perrenoud, es redefinir el sentido del aprender y volverlo relevante para todos.

Ahora bien, ese desplazamiento no está libre de tensiones ni exento de críticas. Autores como Díaz Barriga (2006) han cuestionado hasta qué punto se trata de una alternativa real



de transformación o de un ‘disfraz de cambio’ en el que se reformula el lenguaje pedagógico sin modificar a fondo las prácticas educativas. Estas discusiones han dado lugar a críticas profundas, desde distintos marcos teóricos, que advierten sobre los riesgos de la estandarización, la pérdida de la dimensión humanista y la mercantilización de la educación.

En el marco de las reformas educativas globales de las últimas décadas, el enfoque por competencias ha sido promovido en América Latina, junto con otras propuestas innovadoras (Díaz Barriga, 2006, pp. 10-11), como una vía para superar la rigidez de los planes de estudio tradicionales y responder a las demandas del mercado laboral generando aprendizajes útiles y contextualizados. Sin embargo, el traslado de nociones provenientes de otros campos al área educativa abre una tensión central: ¿hasta qué punto las distintas propuestas aparecen como alternativas pedagógicas transformadoras y hasta qué punto expresan una reconfiguración de carácter instrumental?

Desde esta perspectiva, el uso del término “competencias” refleja, al mismo tiempo, una doble aspiración; la intención pedagógica que busca vincular la enseñanza con la resolución de problemas reales, y una orientación más “instrumental” que responde a las demandas de una economía globalizada y de una cultura de la evaluación permanente (Díaz Barriga, 2011, pp. 5-6). Estas dos racionalidades están presentes en el discurso educativo, generando cierta tensión entre la formación “para la vida” y “para el trabajo”, y entre la educación como experiencia de sentido y la educación como producción de resultados medibles.

Aun así, es posible reconocer en el enfoque por competencias, algunos aportes valiosos para la educación superior, especialmente en su búsqueda por articular los conocimientos teóricos con su aplicación en contextos bien concretos. Como el mismo autor propone (Díaz Barriga, 2006, p. 20) toda competencia supone la integración de tres dimensiones: información, habilidades y acción frente a una acción inédita. En ese sentido, el modelo ofrece la posibilidad de promover acciones más integrales, donde los estudiantes no solo aprendan conceptos, sino que aprendan a movilizarlos en la resolución de problemas que pueden ser reales o simulados. Está claro que no siempre las instituciones de formación superior pueden reproducir las condiciones “reales” del mundo profesional o social, pero estos espacios de práctica pueden ser instancias valiosas para vincular el saber académico con la experiencia, haciendo posible un aprendizaje significativo.



En La hora de clase, Recalcati (2016) señala que la educación contemporánea tiende a priorizar la adquisición de competencias y la dimensión práctica del aprendizaje, relegando a un segundo plano todo tipo de conocimiento que no se relacione de manera inmediata con objetivos pragmáticos. Esta observación coincide en gran medida con las tensiones señaladas por Díaz Barriga (2006, 2011), pero aporta una dimensión crítica desde la perspectiva psicoanalítica: cuando la educación se centra exclusivamente en competencias instrumentales, se corre el riesgo de vaciar de sentido la experiencia educativa. Recalcati subraya que una pedagogía auténtica debe articular la transmisión de saberes con la apertura al deseo, la creatividad y la capacidad de cuestionar, evitando que la enseñanza se reduzca a la mera eficiencia productiva.

METODOLOGÍA

Este trabajo se enmarca en una investigación en curso que analiza la traducción institucional del enfoque por competencias en la educación superior. Se trata de un estudio cualitativo de carácter teórico-reflexivo, basado en estudio de casos, orientado a comprender cómo se incorpora y redefine este enfoque en los discursos y prácticas de capacitación de los docentes en dos instituciones educativas.

En este trabajo nos proponemos reflexionar sobre algunos conceptos y debates teóricos que permiten contextualizar y problematizar el enfoque por competencias, entendiendo que su adopción no se limita a una cuestión técnica o curricular, sino que implica determinadas concepciones sobre el conocimiento, la enseñanza y los sujetos implicados.

A través de una revisión bibliográfica y del análisis de aportes de diferentes autores que han abordado esta cuestión, buscamos recuperar perspectivas diversas que contribuyan a ampliar la comprensión de este enfoque y de sus efectos en la formación superior. Estas reflexiones teóricas constituyen una base necesaria para el posterior análisis empírico que forma parte del desarrollo general de la investigación.

DESARROLLO

Entre la promesa y la ambigüedad

Según Díaz Barriga (2006), el enfoque por competencias propone reorganizar el currículo en torno a desempeños observables y transferibles, más que en torno a la mera acumulación de contenidos. La competencia se entiende así, como la capacidad de



movilizar conocimientos y habilidades para resolver problemas en situaciones concretas. Desde esta perspectiva, el enfoque por competencias se plantea como una alternativa para la superación del enciclopedismo (p. 18) y una apuesta por aprendizajes que tienen una real aplicación práctica.

No obstante, el autor advierte que muchas veces el término “competencia” se emplea con ambigüedad; puede aludir a saberes, a destrezas, a actitudes o a desempeños, sin ofrecer una definición unívoca. De allí su pregunta; ¿estamos frente a una alternativa pedagógica o ante un disfraz de cambio?

Para otras miradas más críticas se trata de un modelo que corre el riesgo de alinear la educación con los requerimientos del mercado laboral, relegando otras finalidades como la formación crítica, ciudadana y humanista.

A este panorama se suma el hecho de que muchas veces existe una brecha entre el discurso institucional y las prácticas educativas en concreto. Aunque se adoptan lineamientos que promueven de forma explícita la enseñanza por competencias, los docentes pueden mantener estrategias más tradicionales centradas en la transmisión de contenidos y la evaluación más memorística de los aprendizajes. Esto pone de relieve que la implementación del modelo no depende solo de prescripciones curriculares sino también de un cambio real en las concepciones y modos de trabajo.

Una de las promesas más atractivas del enfoque por competencias es la de desplazar el eje de la enseñanza desde la transmisión de contenidos hacia la movilización de saberes en situaciones auténticas. Como sostiene Díaz Barriga (2011, pp. 5-6), el interés no se centra ya en acumular información, sino en articular conocimientos, habilidades y actitudes en contextos significativos.

Esta orientación supone diseñar escenarios educativos en los que los estudiantes deban actuar, tomar decisiones y demostrar comprensión más allá de la repetición de datos, acercando la experiencia educativa a la vida social y profesional.

No obstante, esta capacidad movilizadora no se logra de manera automática. Como advierte el mismo autor, todo depende de cómo se concretan los dispositivos curriculares y de evaluación: si las tareas se reducen a pruebas estandarizadas o a ejercicios rutinarios, la lógica de las competencias corre el riesgo de convertirse en un discurso vacío (2011, pp. 10-11). En ese caso, las competencias terminan funcionando como una simple



reformulación del enfoque centrado en contenidos, sin modificar de manera sustantiva las prácticas docentes ni las experiencias de aprendizaje de los estudiantes.

Por otra parte, Perrenoud (2009) advierte que la enseñanza por competencias no garantiza por sí sola la superación de las desigualdades escolares. Si bien permite construir aprendizajes más duraderos y transferibles su implementación puede no ser sencilla, por eso requiere de un acompañamiento pedagógico sostenido. Señala, en esa línea, que el enfoque solo adquiere sentido cuando se traduce en una práctica docente que promueve autonomía y reflexión, y no cuando se limita a evaluar desempeños o aplicar modelos prescriptivos. En este punto, su planteo recupera la dimensión ética y social de la enseñanza, sin reducirse a una mera racionalidad técnica.

Entre los aportes más importantes del enfoque por competencias se encuentra la posibilidad de volver a interrogar el sentido mismo del aprendizaje en la educación superior. Como plantea Díaz Barriga (2006, p. 33), el debate no se limita a definir qué se enseña sino a preguntarse para qué se enseña; si el propósito es la simple acumulación de información o la formación de sujetos con capacidades para razonar y actuar frente a situaciones reales. Esta reflexión recupera una discusión de larga data centrada en cómo vincular el conocimiento con la vida, y plantea el enorme desafío de generar experiencias educativas con un sentido y basadas en la comprensión y la acción.

Ahora bien, desde distintas vertientes teóricas se cuestiona el término “competencia” aplicado a la educación por traer aparejado cierta carga semántica ligada al mercado, la individualización y la empleabilidad, poniendo al mismo tiempo en tensión la misión humanística, social y crítica de las instituciones educativas en el nivel superior.

Pero más allá de la ambigüedad conceptual del término, la crítica también se dirige a los efectos subjetivos que genera el enfoque por competencias. Cuando la enseñanza se reduce a desempeños observables y a estándares de evaluación, se produce un vaciamiento del deseo tanto en los estudiantes como en los docentes. El aprendizaje pierde su dimensión de descubrimiento y de sentido, quedando subordinado a la lógica de cumplimiento de indicadores. Esta dinámica, lejos de fortalecer la formación integral, conduce a un empobrecimiento de la experiencia educativa.



Explorando la traducción institucional del enfoque por competencias

El debate conceptual en torno al enfoque por competencias cobra otro peso cuando se observa su implementación en contextos concretos de la educación superior. Para comprender cómo las instituciones incorporan este modelo, resulta indispensable atender no solo al plano discursivo sino también al modo en que estas concepciones pedagógicas son traducidas en documentos institucionales y prácticas docentes.

Con ese propósito, hemos iniciado recientemente un trabajo de investigación, con un enfoque cualitativo, centrado en el análisis documental. El trabajo parte de una lectura sistemática y comparativa de los documentos que orientan la labor docente en dos instituciones de educación superior; una en Argentina y otra en Chile. Entre estos materiales se incluyen tanto los lineamientos institucionales para la elaboración de los programas de las asignaturas enfocados en competencias, manuales para la formación docente y recursos de apoyo utilizados en instancias institucionales de capacitación dirigidos a los profesores.

La elección de estas instituciones es intencional, y responde a una estrategia propia del estudio de casos. No se pretende dar cuenta de la dinámica interna de cada institución en particular, sino utilizar algunos de estos recursos de carácter público, como insumo para examinar de manera focalizada cómo se enuncian y configuran categorías centrales en el marco del enfoque por competencias.

El análisis contempla diversas dimensiones; entre ellas: el rol asignado al docente y al estudiante, las competencias priorizadas, las modalidades pedagógicas propuestas, las estrategias didácticas y evaluativas, la relación establecida con el mercado laboral y los discursos de legitimidad institucional.

En los próximos meses se proyecta avanzar hacia un examen más profundo que permita interpretar cómo las concepciones pedagógicas expresadas en los documentos se traducen en prácticas concretas de enseñanza y en la construcción de los programas de estudio. De este modo, se busca aportar una mirada más comprensiva sobre las tensiones y posibilidades que plantea la adopción del enfoque por competencias.

La investigación, aún en curso, constituye un esfuerzo por generar evidencia empírica acerca de cómo las competencias se inscriben en concepciones más amplias sobre la enseñanza, la figura del sujeto y el lazo social. Si bien el estudio empírico aún se encuentra



en desarrollo, las reflexiones que siguen buscan ampliar el análisis conceptual, profundizando en los aspectos subjetivos y culturales que atraviesan el debate sobre las competencias en la educación superior.

Más allá del saber hacer: subjetividad y deseo

En los últimos años distintos autores han advertido sobre los efectos de la creciente subordinación de la educación a los criterios de productividad y rendimiento. El enfoque por competencias, en su formulación más difundida, tiende a asociarse a la idea del “saber hacer”. Esta concepción conlleva el riesgo de reducir la formación a un conjunto de procedimientos eficaces, desplazando la pregunta por el sentido y por el tipo de sujeto que la educación contribuye a formar.

Como advierte Philippe Meirieu, la educación no puede reducirse a la mera transmisión de competencias técnicas, puesto que, así como “ninguna profesión se reduce a la suma de las competencias necesarias para ejercerla, ningún saber se reduce a la suma de las competencias necesarias para dominarlo” (2019, p. 104).

En su reflexión, la enseñanza debe articular dos dimensiones inseparables: el descubrimiento y la formalización (p. 104). En la primera de estas dimensiones tienen lugar la incertidumbre, el deseo, la creatividad. En la segunda los saberes disciplinares y el acceso sistemático a ellos. Meirieu advierte que cuando la lógica de competencias privilegia únicamente lo aplicable y lo medible, se corre el riesgo de relegar dimensiones fundamentales como la capacidad de reflexionar, inventar y otorgar sentido. Además, señala que un modelo educativo centrado únicamente en competencias puede deshumanizar la educación al reducir a los estudiantes a meros indicadores de rendimiento, subordinando a una lógica instrumental la pregunta pedagógica fundamental: ¿qué tipo de sujetos queremos formar y qué sociedad deseamos construir?

“Una competencia es una llave que no funciona indiferentemente en todas las cerraduras” (p. 103), dice Meirieu, y nos advierte que “en educación siempre hay que desconfiar de las palabras y las expresiones que tienen mucho éxito y se convierten fácilmente en ‘lugares comunes’” (p. 100), sobre todo cuando se trata de términos como “competencia”, muy utilizados para administrar de manera tecnocrática la cuestión de la empleabilidad en el mercado de trabajo.



Por su parte Susana Brignoni (2014) propone distinguir entre el “saber propio de la educación” -aquel que puede enseñarse, planificarse y evaluarse- y el “saber inconsciente”, que no se enseña ni se programa, que está del lado del goce. Esta distinción nos permite matizar y enriquecer la crítica de Meirieu al recordarnos que no hay aprendizaje sin deseo, desplazando el foco del rendimiento hacia la subjetividad de quien aprende, e invitándonos a reconocer que toda transmisión implica también un enigma, algo que no se puede anticipar ni controlar.

Meirieu y Brignoni, como también otros autores, coinciden en que la educación superior no puede reducirse a la eficacia o a la acumulación de competencias técnicas. Cada uno de ellos, desde su perspectiva, resalta la necesidad de abrir espacios donde el saber no solo se transmita, sino que circule generando deseo y sentido. Estas ideas nos permiten comprender que formar sujetos plenos implica combinar la adquisición de habilidades con la experiencia de significados.

En contraste con una concepción de enseñanza planificada y uniforme, autores como Massimo Recalcati plantean la educación como una experiencia de apertura. En *La hora de clase* (2016), propone que educar no consiste en guiar al estudiante por un camino trazado, sino en favorecer la posibilidad de habitar la apertura de los mundos, sosteniendo un movimiento que permite al aprendiz detenerse, interrogarse, y desplegar su deseo de conocer.

Señala, asimismo, que una enseñanza genuina debe inducir el deseo de conocer. Este tipo de enseñanza se vuelve profundamente erótica, en el sentido psicoanalítico, porque genera un movimiento afectivo e intelectual que constituye la condición misma de la experiencia educativa.

Sin ese lazo, no hay transmisión posible. De este modo, el problema, no reside únicamente en qué competencias se priorizan, sino en el hecho de que un modelo que llevado al extremo se centra únicamente en indicadores funcionales tiende a desplazar la pregunta por el deseo. Una educación que ignora esta dimensión corre el riesgo de volverse instrumental y vacía: los estudiantes aprenden a rendir exámenes, pero no encuentran razones para aprender. Reconocer la centralidad del deseo implica devolverle al acto educativo su carácter de encuentro, donde el saber circula no solo como información útil, sino como posibilidad de construcción subjetiva y social.



La dimensión cultural de los contenidos educativos: donde el encuentro se hace posible

Complementando esta perspectiva, Segundo Moyano (2021) señala que la educación no se sostiene solo en la relación entre docente y estudiante, porque requiere de contenidos que actúen como mediadores culturales. Los contenidos educativos, en tanto bienes culturales, operan como esa mediación que separa y une al mismo tiempo, impidiendo que la relación educativa se reduzca a una relación simétrica de “cara a cara”.

Como advierte Moyano (2021, p. 4), “si no existe ese elemento, no hay encuentro posible. Con su desaparición o su borrado lo que emerge es un par sin nada que lo separe, por lo tanto, sin nada que lo una”. En otras palabras, los contenidos educativos constituyen el punto de encuentro entre el agente y el sujeto de la educación, porque “aquello que separa, une”. Los contenidos son el soporte simbólico que permite que la transmisión educativa tenga lugar y adquiera sentido.

Desde esta perspectiva, la pregunta por los contenidos no puede limitarse a un listado de competencias útiles para el mercado. Como destaca Moyano (2021), la transmisión cultural exige un trabajo continuo de recorte, invención y reinversión, que combine la adecuación a las demandas de la época con el atrevimiento de proponer caminos inéditos. Recuperar esta dimensión cultural en la educación superior supone abrir la posibilidad de que los estudiantes no solo adquieran saberes aplicables, sino que se reconozcan como herederos de un legado y como creadores de nuevas formas de sentido.

Violeta Nuñez (2010) aporta una lectura afín al concebir la educación como una donación cultural que confía en el porvenir. En ese sentido dice: “la educación es un don, una donación cultural que lleva implícita una confianza en el porvenir” (p. 8). Enseñar es -entonces- un acto de transmisión y de apuesta, una entrega simbólica que se hace sin garantías, pero que mantiene viva la posibilidad de lo humano. Por eso, “la responsabilidad de los educadores estriba en no dimitir de su función de pasadores de herencias; no cejar en hacer llegar a todos (y a cada uno) de los sujetos con los que trabajan, los legados culturales plurales, vivificados en el acto de transmisión” (Nuñez, 2010, p.8).

Siguiendo a Meirieu, Segundo Moyano concibe al docente como un “pasador de cultura”: alguien que sostiene la transmisión desde una doble disposición: al saber y al no saber. Esta posición -dice- “requiere una postura ética abierta al conocimiento y dispuesta a



aceptar “la incertidumbre que todo acto educativo comporta” (2021, p. 6). En esa apertura se funda la confianza, la condición que hace posible el vínculo educativo; una confianza que consiste en alguien que ofrece al otro un legado cultural, confiando en la capacidad que tiene este último de apropiárselo, resignificarlo y transformarlo.

Dos síntomas del mundo actual adquieren importancia en este sentido: educadores y sujetos sin deseo de enseñar y sin deseo de aprender, revelando el riesgo de que, al perder el lazo con los contenidos culturales la educación se vacíe de deseo y se convierta en un mero hacer sin sentido (Moyano, 2021). Como plantea Núñez (2010), “el interés es el pivote que articula la actividad del agente, los contenidos educativos y la actividad del propio sujeto” (p. 5). Recuperar el interés -y con él, el deseo- supone restablecer la tensión viva entre quien enseña, quien aprende y aquello que los convoca en común: el saber.

En este sentido, Recalcati (2016) subraya la necesidad de que el conocimiento mismo se configure como un “objeto capaz de despertar el deseo; un objeto erotizado en condiciones de funcionar como causa del deseo, capaz de estimular, de atraer, de poner en movimiento al alumno” (p. 29). No se trata únicamente de transmitir competencias, sino de movilizar el deseo de aprender: “¿no es acaso ésta la competencia que hace posible todas las demás?”.

Despertar el deseo de aprender

Como señala Recalcati (2016), la enseñanza no se reduce a la transmisión de contenidos ni a la adquisición de competencias instrumentales. El docente es ante todo un testigo del saber, alguien que muestra con su propia implicación que el conocimiento puede ser vivido como pasión y no solo como obligación académica. En este sentido, lo que se transmite no es únicamente un corpus de saberes, sino también el deseo mismo de saber. Cuando ese lazo deseante se debilita, la educación pierde vitalidad y corre el riesgo de convertirse en una mera instrucción técnica, vaciada de sentido. Las instituciones pueden entonces caer en un silencio pedagógico, donde docentes y estudiantes se mueven por inercia: unos transmiten sin implicación, otros aprenden solo para aprobar. En ese circuito, la enseñanza se vuelve una práctica formal y repetitiva, despojada de su potencia subjetivante y transformadora.

Zelmanovich (2014) subraya que el deseo de saber no es una propiedad individual, sino que surge en relación con el Otro, ya sea docente o compañero. Este deseo emerge de una falta



y orienta la experiencia educativa, por eso más allá de la adquisición de competencias, la educación requiere activar la implicación subjetiva de los estudiantes y su motivación por aprender. Reconocer esta dimensión permite que la enseñanza no se reduzca a la mera transmisión de información o a la repetición de tareas estandarizadas. El deseo de enseñar y aprender -dice- se fortalece “entre varios”, por eso no tiene sentido concebir el proceso de enseñanza/aprendizaje como algo puramente individual; su fuerza y vitalidad -agregamos- dependen de lo grupal y lo colectivo. Así, el deseo se comparte y se transmite: solo cuando se activa colectivamente puede el acto educativo recuperar su potencia subjetivante, tal como señala Recalcati (2016). Integrar estas dimensiones -deseo, implicación y vínculos- permite pensar una educación que no solo transmite contenidos, sino que también despierta interés, compromiso y creatividad en los estudiantes.

Recuperar la dimensión del deseo

Recuperar la dimensión del deseo implica devolverle al proceso de enseñanza/aprendizaje su carácter de invención y apertura, donde el saber no quede limitado a responder las demandas del mercado, sino que genere nuevas preguntas y amplíe los horizontes de sentido. En esta línea puede decirse que “más allá de las competencias” -como enuncia el título de este trabajo- la educación superior requiere sostener el deseo, la creatividad y la transmisión cultural como elementos fundamentales de toda experiencia formativa. Como concluye Núñez (2010, p. 8), “la educación, para seguir produciendo sus efectos -hacer que lo humano no cese-, no puede renunciar a su designio: la transmisión de lo dado para que lo nuevo pueda producirse”.

La relación pedagógica, como sostiene Recalcati, constituye ante todo un encuentro subjetivante, en el que el docente no solo transmite saberes, sino también pasión, interrogantes y apertura al conocimiento. Para él, la enseñanza debe ser un espacio donde el sujeto se construye a través del encuentro con el otro, y no simplemente como objeto de evaluación o adaptación a estándares predefinidos. Desde esta perspectiva, las instituciones no se limitan a impartir competencias; despiertan deseos y habilitan procesos de subjetivación, en marcado contraste con un modelo tecnocrático centrado en la eficiencia y la medición.

La tesis central de Recalcati (2016) es clara: ninguna pedagogía puede sostenerse sin deseo. Más allá de las competencias técnicas, lo que hace posible el aprendizaje es la



apertura al deseo de saber, ese movimiento que impulsa al sujeto a ir más allá de lo dado. Por eso la educación no puede limitarse a cumplir estándares de desempeño; además de permitir la formulación de preguntas nuevas, debe mantener vivo el vacío que orienta el deseo.

Esta concepción es enormemente valiosa porque nos invita a pensar la educación no solo como entrenamiento de habilidades, sino como un espacio de encuentro y de construcción subjetiva donde se contemplan las singularidades y los deseos de cada estudiante.

CONCLUSIONES

El enfoque por competencias, si bien aporta herramientas valiosas para articular conocimientos y habilidades en contextos concretos, no puede ser comprendido únicamente como un instrumento técnico o un conjunto de estándares a cumplir. Su discusión adquiere sentido pleno cuando se lo vincula con la construcción de la subjetividad, la apertura al deseo y la generación de sentido en la educación superior.

Las perspectivas de Meirieu (2019) y Recalcati (2016) nos recuerdan que educar implica más que transmitir saberes medibles: significa formar sujetos capaces de pensar, crear, interrogarse y actuar en el mundo de manera autónoma y crítica. La educación, en este marco, se constituye como un espacio de encuentro, donde el conocimiento se transmite, pero también se recrea, despertando interés, curiosidad y deseo. Esto implica que la enseñanza no puede reducirse a competencias instrumentales, sino que debe sostener la dimensión afectiva, ética y cultural de los contenidos, reconociendo al estudiante como sujeto deseante.

Desde la óptica psicoanalítica, como señalan Brignoni (2014) y Zelmanovich (2014), la dimensión subjetiva del aprendizaje es ineludible: los estudiantes y docentes participan en un proceso de transferencia donde el deseo se comparte, se transmite y se construye. La educación se configura entonces como un espacio de mediación entre lo dado y lo posible, donde el docente actúa como pasador de cultura y como mediador del deseo, ofreciendo un marco en el que el aprendizaje pueda adquirir sentido más allá de la acumulación de información o la ejecución de tareas rutinarias.

Desde la perspectiva de Perrenoud (2009), formar por competencias implica preparar a los estudiantes para actuar en la incertidumbre y la complejidad del mundo contemporáneo,



no solo para reproducir respuestas conocidas. Enseñar en este sentido supone “ayudar al alumno a construir esquemas de acción transferibles a situaciones nuevas” (p. 57), promoviendo la capacidad de pensar, decidir y crear. En este punto, su planteo converge con la necesidad de preservar el deseo y la dimensión subjetiva del aprendizaje; solo cuando el estudiante puede movilizar saberes con sentido, el aprendizaje se vuelve emancipador. Así la propuesta de Perrenoud puede interpretarse como una invitación a recuperar la función formativa y transformadora de las competencias, más allá del uso instrumental que pueda dársele.

La dimensión cultural de los contenidos educativos, tal como señalan Moyano (2021) y Nuñez (2010), constituye un elemento clave que permite que el acto educativo sea significativo. Los contenidos no solo articulan saberes, sino que funcionan como mediadores entre el docente y el estudiante, sosteniendo un vínculo que permite el encuentro, la transmisión de herencias culturales y la creación de nuevas formas de sentido. Recuperar el interés y el deseo en relación con estos contenidos implica reconocer que la educación superior no puede limitarse a formar trabajadores competentes, sino que debe también formar ciudadanos críticos y sujetos capaces de proyectarse en la sociedad.

En síntesis, las tensiones entre el enfoque por competencias y la dimensión subjetiva del aprendizaje nos invitan a repensar la educación superior desde una perspectiva integral: una educación que articule saberes, habilidades, actitudes, deseo y cultura. Solo así es posible formar sujetos plenos, capaces de dar sentido a su experiencia, comprometerse con su entorno y participar activamente en la construcción social. Educar, en última instancia, es acompañar procesos de subjetivación, sosteniendo la tensión entre lo aprendido y lo deseado, entre lo transmitido y lo vivido, entre la cultura heredada y la creación de sentido.

BIBLIOGRAFIA

1. Brignoni, S. (2014). Síntomas actuales en ámbitos educativos. Saber y sublimación [Clase 3 Seminario I, Especialización en Ciencias Sociales con mención en Psicoanálisis y Prácticas Socioeducativas, Flacso Argentina].
2. Díaz Barriga, A. (2006). El enfoque de competencias en la educación: ¿Una alternativa o un disfraz de cambio? *Perfiles Educativos*, 28(111), 7-36.



3. Díaz Barriga, A. (2011) Competencias en educación. Corrientes de pensamiento e implicaciones para el currículo y el trabajo en el aula. *Revista Iberoamericana de Educación Superior*, 2(5), 3-24.
4. Meirieu, P. (2016). Recuperar la pedagogía. De lugares comunes a conceptos claves. Paidós.
5. Meirieu, P. (2019). Riquezas y límites del enfoque por competencias del ejercicio de la profesión docente hoy. (Trad. P. Montenegro) *Pedagogía y Saberes*, 50, 97-108.
6. Moyano, S. (2021). Los contenidos educativos: bienes culturales y filiación social [Clase 9 Especialización en Ciencias Sociales con mención en Psicoanálisis y Prácticas Socioeducativas – Cohorte 9, Flacso].
7. Nuñez, V. (2010). La pedagogía social [Clase 10, Seminario III, Especialización “Psicoanálisis y prácticas socioeducativas”]. Flacso Argentina.
8. Perrenoud, P. (2009) Enfoque por competencias ¿una respuesta al fracaso escolar?, *Revista Interuniversitaria de Pedagogía Social (SIPS)*, 16, 53-68.
9. Recalcati, M. (2016). La hora de clase. Por una erótica de la enseñanza. Anagrama
10. Zelmanovich, P. (2014). La constitución del sujeto en un tiempo lógico y discontinuo, en los desfiladeros de dos operaciones: alienación–separación [Clase del seminario “Psicoanálisis y prácticas socioeducativas”]. Flacso Virtual.



PROYECTO DE INVESTIGACIÓN DIAGNÓSTICO DEL IMPACTO DE LA GESTIÓN EMPRESARIAL EN LA SOSTENIBILIDAD Y LA RENTABILIDAD DE LOS NEGOCIOS EN HISPANIA, ANTIOQUIA

Daniel Rendón Ruiz¹, Maria Camila Sierra Villegas², Juan Carlos Montoya Galeano³

Semillero de innovación empresarial
Institución Universitaria Digital de Antioquia.

Camila.sierra@est.iudigital.edu.co, Daniel.rendonr@est.iudigital.edu.co,
Juan.montoyag@est.iudigital.edu.co

RESUMEN

En Hispania, el comercio representa el 57.95% de las unidades productivas; sin embargo, la mayoría de las microempresas opera con gestión empírica, alta informalidad laboral (63.26%), analfabetismo (15.31%) y baja conectividad (10.10% de los hogares con internet fijo). Estos factores limitan el acceso a formación y tecnologías empresariales, afectando la sostenibilidad y rentabilidad de los negocios. La investigación busca responder: ¿Cómo inciden las prácticas de gestión empresarial en la sostenibilidad y rentabilidad de los negocios en el municipio de Hispania, Antioquia?

Objetivo general

Diagnosticar el impacto de la gestión empresarial en la sostenibilidad y la rentabilidad de los negocios en Hispania, Antioquia.

Objetivos específicos

- Reconocer las prácticas de gestión empresarial de los negocios.
- Identificar las condiciones de sostenibilidad y rentabilidad de los negocios.
- Analizar la incidencia de las prácticas de gestión empresarial en la sostenibilidad y la rentabilidad de los negocios.



Marco de referencia teórico

La gestión empresarial implica planificar, organizar, dirigir y controlar recursos para alcanzar eficiencia, sostenibilidad y rentabilidad. Bloom et al. (2017), OECD (2017) y Porter (1985) destacan la importancia del monitoreo, las metas y los incentivos, además de la interacción entre factores internos y externos.

Descripción metodológica

Enfoque mixto, descriptivo y correlacional. Se aplicarán encuestas a 20–30 comerciantes y entrevistas a 3–5 expertos. El análisis combinará estadística descriptiva y análisis temático, contrastando resultados locales con evidencia internacional.

Resultados esperados

Predominio de gestión empírica, condiciones vulnerables de sostenibilidad y rentabilidad, y relación positiva entre gestión estructurada y desempeño empresarial. Palabras clave: rentabilidad, sostenibilidad, gestión, prácticas.

INTRODUCCIÓN

En el dinámico y competitivo entorno empresarial actual, una gestión eficaz se ha consolidado como un factor determinante para el desarrollo de la sostenibilidad y la rentabilidad de cualquier negocio, independientemente de su tamaño o sector. La adecuada implementación de prácticas de gestión permite a los empresarios mejorar continuamente sus procesos, alcanzar objetivos estratégicos y optimizar los recursos disponibles. Diversos estudios han demostrado que la calidad de la gestión empresarial influye directamente en la productividad laboral y en la eficiencia en la asignación de recursos. Este impacto es especialmente relevante en las micro, pequeñas y medianas empresas (MIPYMES), las cuales pueden incrementar su productividad al mejorar sus prácticas de gestión y su dotación de capital físico por trabajador.

El municipio de Hispania, ubicado en el Suroeste antioqueño, ofrece un contexto oportuno para estudiar estas dinámicas. Aunque tradicionalmente su economía ha estado asociada a cultivos como el café, el plátano y el aguacate, hoy el sector comercial representa el 57.95% del total de unidades productivas, con 102 de 176 unidades registradas, según



datos del DANE (2021). No obstante, Hispania enfrenta múltiples desafíos que podrían estar limitando el desarrollo de la rentabilidad y la sostenibilidad de sus negocios.

Uno de los retos más significativos es la alta informalidad laboral, que en 2021 alcanzó el 63.26%, lo cual implica limitaciones en el acceso a la seguridad social, afectaciones en la estabilidad laboral y una mayor vulnerabilidad ante contingencias económicas. A esto se suman factores estructurales como una tasa de analfabetismo del 15.31% en mayores de 15 años muy por encima del promedio subregional (9.28%) y departamental (8.89%), y una baja conectividad digital: apenas el 10.10% de los hogares cuentan con internet fijo. Esta carencia limita el acceso a herramientas de información y formación empresarial, esenciales para una gestión moderna y eficiente.

Asimismo, el municipio presenta una situación fiscal frágil, con un Índice de desempeño fiscal de 62.29 puntos en 2021, que lo ubica en el puesto 72 a nivel departamental y en condición de vulnerabilidad. Aunque cumple con los límites legales de deuda y gasto, su alta dependencia de transferencias y bajos niveles de inversión restringen su capacidad institucional para fortalecer el entorno empresarial local (Boletín Económico Municipal de Hispania, 2023).

Frente a este panorama, resulta urgente comprender el papel de la gestión empresarial en la sostenibilidad y rentabilidad de los negocios en Hispania. Investigaciones como la de Rico y Cabrer-Borrás (2021) destacan que, “junto a la calidad de la gestión, influyen factores externos como el entorno institucional, el funcionamiento de los mercados y el acceso a financiamiento” (p. 245). Además, Picado Juárez y Golovina (2021) “advierten sobre la escasez de estudios específicos que analicen el vínculo entre las prácticas administrativas y el desempeño comercial en contextos locales” (p. 98-99).

En este sentido, la presente investigación busca diagnosticar el impacto de la gestión empresarial en la sostenibilidad y rentabilidad de los negocios del municipio de Hispania, proporcionando un análisis integral de su situación actual y de sus implicaciones para el desarrollo económico local.



METODOLOGÍA

• Enfoque de investigación

La presente investigación adopta un **enfoque mixto** (cuantitativo y cualitativo), con el fin de obtener una comprensión integral sobre la relación entre las prácticas de gestión empresarial y el desempeño comercial de los negocios en el municipio de Hispania, Antioquia. Este enfoque permite analizar tanto los datos estadísticos de los comerciantes como las percepciones y recomendaciones de expertos.

Tipo de estudio

Se trata de un **estudio descriptivo y correlacional**. Es descriptivo porque busca caracterizar las prácticas de gestión actuales y el nivel de formación de los comerciantes; y es correlacional porque pretende establecer relaciones entre dichas prácticas y variables como la sostenibilidad y la rentabilidad de los negocios.

Técnicas e instrumentos de recolección de información

Para el componente cuantitativo se aplicará una **encuesta estructurada** a propietarios o administradores de negocios del municipio, con el fin de identificar:

- Las prácticas administrativas que implementan.
- Indicadores básicos de sostenibilidad y rentabilidad (duración del negocio, crecimiento, ingresos, clientes).
- Dificultades más frecuentes en la gestión.

Para el componente cualitativo, se realizarán **entrevistas semiestructuradas** a expertos en administración de empresas, emprendimiento y desarrollo local (por ejemplo, funcionarios públicos, docentes universitarios o asesores empresariales, líderes políticos y sociales). Estas entrevistas permitirán:

- Profundizar en la comprensión de los factores críticos de éxito empresarial en contextos locales.
- Recoger propuestas de estrategias de mejora adaptadas a la realidad de Hispania.



- Contrastar los hallazgos con experiencias y buenas prácticas nacionales e internacionales.

Población y muestra

La **población objetivo** está compuesta por los negocios activos en el municipio de Hispania, principalmente del sector comercio, que representa el 57.95% del total de unidades económicas del territorio (Gobernación de Antioquia, 2020).

Se utilizará un **muestreo no probabilístico por conveniencia**, considerando factores como la accesibilidad a los comerciantes, su disposición a participar y la cobertura territorial. Se estima una muestra de entre **20 y 30 comerciantes** para la encuesta, y **entre 3 y 5 expertos** para las entrevistas.

Análisis de la información

Los datos cuantitativos serán procesados mediante **estadística descriptiva y análisis correlacional básico** (tablas de frecuencia, cruces entre variables clave como formación vs. rentabilidad).

Los datos cualitativos se analizarán mediante **análisis de contenido temático**, identificando patrones, factores críticos y recomendaciones emergentes.

Finalmente, se realizará un **análisis comparativo** con estudios e informes internacionales, como el de Bloom et al. (2017) y la OECD (2017), para contrastar los hallazgos locales con evidencia externa.

DESARROLLO

El panorama económico de Antioquia y sus territorios evidencia la centralidad del sector comercio, aunque con matices significativos entre las escalas municipal, subregional y departamental. En el municipio de Hispania, esta actividad constituye el eje central de la economía local, representando el 57.95% de sus unidades productivas (Gobernación de Antioquia, 2020). Esta cifra denota una especialización extrema, muy por encima del promedio departamental, donde el comercio representa el 35.1% del tejido empresarial en la jurisdicción de la Cámara de Comercio de Medellín para Antioquia (CCMA, 2024, p. 6).



A nivel subregional, el Suroeste antioqueño presenta una estructura económica más diversificada, donde el comercio se constituye como uno de los ejes de apoyo, complementando actividades agropecuarias, mineras y turísticas (Universidad de Antioquia, 2020, p. 39). Según el Perfil de Desarrollo Subregional, esta subregión “tiene una participación del 4,1% en el PIB del Departamento, posicionándose como la cuarta subregión con mayor aporte en el valor agregado de Antioquia” (Universidad de Antioquia, 2020, p. 16). Su economía se sustenta principalmente en la caficultura, acompañada de ganadería, minería y producción frutícola, actividades que “han dinamizado la economía de la subregión con buena accesibilidad y conexiones con el Chocó y el occidente y centro de Colombia” (Universidad de Antioquia, 2020, p. 39). El comercio interno se concentra en municipios como Andes, Ciudad Bolívar, Amagá, Urrao, Santa Bárbara y Jericó; en el suroeste “se asientan 7.416 empresas, de las cuales el 97,4% son microempresas, dedicadas a actividades relacionadas con comercio, hoteles y restaurantes” (Universidad de Antioquia, 2020, p. 18). Este predominio de la microempresa coincide con la realidad departamental, donde este segmento representa el 93.1% de las empresas (CCMA, 2024, p. 3).

No obstante, tanto en Hispania como en el Suroeste se identifican limitaciones críticas que obstaculizan un desarrollo más robusto. En Hispania, el desafío radica en la gestión de sus MIPYMES, que operan sin formación estructurada en administración, contabilidad o mercadeo (Gobernación de Antioquia, 2020). Por lo tanto y por observación, se infiere que la gestión de las mismas se realiza de manera empírica un factor que contribuye a la baja supervivencia empresarial del 36.1% a cinco años registrada en Antioquia (CCMA, 2024, p. 15). Por su parte, el Suroeste enfrenta limitaciones estructurales como el “mal estado de las vías que impiden la accesibilidad a diferentes territorios de la subregión y el desarrollo de sus actividades económicas” y una “ausencia de tecnificación en las actividades económicas principalmente en el café que no han permitido un valor agregado y potencialización de este producto como factor exportador” (Universidad de Antioquia, 2020, p. 38-39).

A pesar de estos desafíos, el Suroeste antioqueño cuenta con un activo estratégico: una “posición geoestratégica que le ha permitido la conexión con el suroccidente del país, posicionando la subregión como un nodo central importante de conexiones para el Departamento” (Universidad de Antioquia, 2020, p. 37). Esta ventaja lo convierte en un

territorio con alto potencial para fortalecer su comercio y articularlo con los corredores logísticos nacionales. Para Hispania, una ruta de oportunidad paralela podría ser la diversificación hacia sectores de alto potencial identificados a nivel departamental, como las Industrias Creativas y Culturales, que muestran un crecimiento anual del 5.4% en su stock de empresas (CCMA, 2024, p. 25). En conclusión, mientras Antioquia avanza con una base económica diversificada pero desafiada por la baja supervivencia empresarial, sus territorios presentan realidades contrastantes: una alta especialización comercial en Hispania y una economía complementaria y con ventajas logísticas en el Suroeste, ambas requiriendo superar barreras de gestión e infraestructura para alcanzar su pleno potencial.

Estudios internacionales como el de Bloom et al. (2017) demuestran que las empresas con prácticas deficientes de gestión empresarial tienden a ser menos productivas y tienen mayores probabilidades de fracasar, especialmente en contextos con baja capacitación, informalidad y escaso acceso a tecnologías. Esta relación es especialmente crítica en municipios como Hispania, donde el 63.26% del empleo es informal, la tasa de analfabetismo en mayores de 15 años alcanza el 15.31% y solo el 10.10% de los hogares cuentan con internet fijo, lo que limita el acceso a formación y recursos digitales para la mejora de la gestión (Boletín Económico Municipal, 2023).

La ausencia de una gestión empresarial planificada conlleva problemas como:

- Dificultades en la administración de costos y fijación de precios competitivos.
- Ausencia de estrategias para fidelizar clientes o ampliar el mercado.
- Problemas contables y de control de inventarios
- Falta de planificación en marketing y promoción.

De continuar esta tendencia, la baja planificación en la gestión empresarial podría comprometer la sostenibilidad de los negocios locales, reduciendo su rentabilidad, su capacidad de crecimiento y, en consecuencia, afectando el desarrollo económico del municipio. Como señalan Rico y Cabrer-Borrás (2021), el éxito empresarial depende tanto de factores internos (entre ellos la calidad de la gestión), como de factores externos (relacionados con el entorno institucional y el acceso a recursos). Por tanto, se plantea la siguiente pregunta de investigación: ¿cómo inciden las prácticas de gestión empresarial en la sostenibilidad y rentabilidad de los negocios en el municipio de Hispania, Antioquia?



JUSTIFICACIÓN

La presente investigación es pertinente y necesaria, ya que permitirá comprender cómo las prácticas de gestión empresarial se relacionan con la sostenibilidad y rentabilidad de los negocios en el municipio de Hispania, Antioquia. Si bien el comercio es el sector económico más representativo del municipio, aún se desconoce en profundidad cómo están siendo gestionados estos negocios y qué tipo de prácticas empresariales aplican sus propietarios. Esta falta de información limita la posibilidad de diseñar estrategias adecuadas para el fortalecimiento del sector.

Según el *Perfil de Desarrollo Subregional del Suroeste Antioqueño*, el sector comercial ha mostrado un crecimiento del 3% en los últimos años. Sin embargo, este avance puede verse comprometido por la ausencia de formación en áreas clave como administración, contabilidad o planificación estratégica, lo cual ha sido señalado como un factor crítico en contextos similares (Gobernación de Antioquia, 2020). Este estudio permitirá explorar dicha situación en el caso específico de Hispania.

Desde un enfoque económico, se reconoce que una gestión empresarial sólida contribuye a la generación de empleo, dinamiza las economías locales y mejora la competitividad territorial (OECD, 2017; Porter, 1985). Asimismo, Bloom et al. (2017) destacan que las prácticas de gestión explican una proporción significativa de la variabilidad en la productividad de las empresas, especialmente en las MIPYMES.

Desde una perspectiva social, promover capacidades empresariales puede contribuir a reducir los altos niveles de informalidad, que en Hispania alcanzan el 63.26% y mejorar el acceso a seguridad social y la calidad de vida de los comerciantes y sus familias (Gobernación de Antioquia, ECV, 2020). Esto permitiría avanzar hacia un tejido empresarial más sostenible y resiliente, alineado con los objetivos de desarrollo económico local.

En este sentido, esta investigación aportará evidencia útil para los comerciantes del municipio, las instituciones locales y los programas de fortalecimiento empresarial, contribuyendo al diseño de estrategias más eficaces y contextualizadas.



MARCO TEÓRICO

Gestión empresarial: concepto y alcance

La gestión empresarial es el conjunto de procesos orientados a la planificación, organización, dirección y control de los recursos de una empresa, con el fin de alcanzar sus objetivos estratégicos y operativos. Su adecuada implementación incide directamente en la eficiencia, la sostenibilidad y la rentabilidad de los negocios (Picado Juárez & Golovina, 2021). En las MIPYMES, donde los recursos son más limitados, la calidad de la gestión puede ser el factor diferenciador entre la supervivencia o el fracaso comercial.

Prácticas de gestión y su impacto en el desempeño empresarial

La investigación empírica ha demostrado que existen prácticas de gestión específicas que contribuyen al éxito empresarial. Bloom et al. (2017) identifican tres dimensiones clave: el **monitoreo** (seguimiento de indicadores), el **establecimiento de metas** claras y realistas, y la **gestión de incentivos** que alineen el rendimiento con la estrategia organizacional. Las empresas que implementan estas prácticas de manera consistente tienden a mostrar mayor productividad, eficiencia en la toma de decisiones y capacidad de adaptación al entorno.

Estas prácticas, aunque simples en su concepción, no siempre son adoptadas por las MIPYMES debido a limitaciones de formación, recursos o desconocimiento, especialmente en contextos rurales o intermedios como Hispania.

Sostenibilidad y rentabilidad como indicadores de éxito

La sostenibilidad empresarial se refiere a la capacidad de una empresa para mantenerse en el tiempo, adaptándose a los cambios del entorno, operando con responsabilidad social y generando valor económico sostenido. Por su parte, la rentabilidad es un indicador financiero que mide la relación entre los beneficios obtenidos y los recursos invertidos (OECD, 2017).

En ambos casos, la gestión empresarial desempeña un papel central. Una empresa que administra bien sus costos, conoce su mercado, planea estratégicamente y evalúa su desempeño tiene mayores probabilidades de ser rentable y sostenible. Lo contrario ocurre



cuando se carece de prácticas administrativas claras: se pierde control de inventarios, se falla en la fijación de precios y se improvisa la toma de decisiones.

Factores internos y externos que inciden en el éxito empresarial

Rico y Cabrer-Borrás (2021) proponen una visión integradora del éxito empresarial, basada en la interacción entre **factores internos** (como la gestión, liderazgo, cultura organizacional y capacidades del equipo) y **factores externos** (como el entorno legal, el acceso a crédito, el mercado y la infraestructura). Estos factores deben analizarse de forma conjunta, ya que incluso una buena gestión puede verse limitada por barreras estructurales externas.

En municipios como Hispania, donde persisten retos como la informalidad laboral, la baja conectividad digital y el acceso limitado a formación empresarial, estos factores externos cobran especial relevancia.

Gestión empresarial como fuente de ventaja competitiva

Michael Porter (1985) plantea que una empresa puede lograr un desempeño superior si desarrolla una **ventaja competitiva**, entendida como la capacidad de diferenciarse o liderar en costos en su sector. La gestión empresarial, al permitir un uso más estratégico de los recursos, se convierte en un mecanismo esencial para construir dicha ventaja. En mercados locales, donde las condiciones cambian rápidamente y la competencia es intensa, una gestión bien estructurada puede marcar la diferencia.

Marco normativo: la Ley 2069 de 2020

La Ley 2069 de 2020, conocida como Ley de Emprendimiento, representa el marco normativo colombiano orientado a fortalecer el ecosistema empresarial, especialmente el de las MIPYMES. Esta ley reconoce la necesidad de promover prácticas de gestión más eficientes, facilitar el acceso a financiamiento, reducir barreras administrativas y brindar herramientas de formación para empresarios (Ley 2069 de 2020, art. 1, 5, 8 y 9).

Algunas de sus disposiciones relevantes incluyen:

- Contabilidad simplificada para microempresas.



- Fortalecimiento de programas de formación empresarial.
- Estrategias para la formalización y la disminución de trámites.
- Facilidades de acceso a crédito y microfinanzas.

Este marco legal refuerza la importancia de analizar las prácticas de gestión a nivel local, ya que estas políticas buscan cerrar las brechas que limitan el desarrollo de negocios sostenibles. Evaluar la manera en que estas medidas impactan o se articulan con la realidad de municipios como Hispania es parte esencial de este estudio.

RESULTADOS ESPERADOS

- **Sobre las prácticas de gestión empresarial:**

Se espera identificar que la mayoría de los negocios en Hispania operan con prácticas de gestión empíricas o informales, con una implementación limitada de procesos formalizados de monitoreo, establecimiento de metas, gestión de incentivos, control financiero y toma de decisiones basada en datos. Las encuestas probablemente revelarán dificultades frecuentes en áreas como administración de costos, fijación de precios, fidelización de clientes, control de inventarios y planificación de marketing.

- **Sobre la sostenibilidad y rentabilidad de los negocios:**

Se anticipa **diagnosticar condiciones de sostenibilidad y rentabilidad que, en promedio, son limitadas o vulnerables** para muchos negocios, influenciadas por la alta informalidad laboral y baja conectividad digital en el municipio. Se espera confirmar que la **deficiencia en la gestión contribuye directamente a la pérdida de control de inventarios, fallas en la fijación de precios y toma de decisiones improvisada**, impactando negativamente la permanencia y los beneficios.

- **Sobre la incidencia de la gestión en sostenibilidad y rentabilidad:**

Se prevé establecer una relación significativa y positiva: los negocios con prácticas de gestión más estructuradas mostrarán mejores indicadores de sostenibilidad y rentabilidad. Por el contrario, la investigación probablemente confirmará que la ausencia o deficiencia en las prácticas de gestión empresarial incide negativamente en



la productividad, eficiencia y capacidad de los negocios para ser sostenibles y rentables a largo plazo. Se espera también analizar cómo factores externos (informalidad, baja conectividad, acceso limitado a formación) exacerban estos desafíos.

En resumen, el resultado clave será un diagnóstico integral que evidencie cómo la informalidad y la baja calidad de las prácticas de gestión empresarial limitan directamente la sostenibilidad y rentabilidad de los negocios en Hispania, Antioquia. El estudio también aportará propuestas de mejora y recomendaciones adaptadas al contexto.

Conclusión esperada: la informalidad y la baja calidad de las prácticas de gestión empresarial limitan la sostenibilidad y rentabilidad de los negocios en Hispania, resaltando la necesidad de estrategias de fortalecimiento adaptadas al contexto local.

BIBLIOGRAFÍA

1. Boletines económicos municipales de Antioquia 2023. (s. f.). <https://portal.udea.edu.co/wps/portal/udea/web/generales/interna/Unidades+Acad%21c3%21a9micas/Ciencias+Econ%21c3%21b3micas/asContenidos/asListado/Boletines-Economicos-Municipales-de-Antioquia+2023>
2. Bloom, N., Lemos, R., Sadun, R., Scur, D., & Van Reenen, J. (2017). The new empirical economics of management (NBER Working Paper No. w20102). National Bureau of Economic Research. <https://doi.org/10.3386/w20102>
3. Cámara de Comercio de Medellín para Antioquia. (2024). Estudio Económico 2024. https://www.camaramedellin.com.co/Portals/0/Documentos/Transparencia/obligacion-reportes-entidad/ESTUDIO_ECONOMICO_2024_CCMA.pdf
4. DANE (2021). Censo de unidades económicas. Anexo: resultados consolidados por municipio. https://docs.google.com/spreadsheets/d/1nDxHxjxVjxaaa09BWBIX_IzQkH1JJFc-/edit?gid=880750592#gid=880750592
5. Gobernación de Antioquia. (2020). Ficha municipal estadística de Hispania. <https://www.antioquiadatos.gov.co>



6. Ley 2069 de 2020. Por medio de la cual se impulsa el emprendimiento en Colombia. Diario Oficial No. 51.546.
<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=154113>
7. OECD. (2017). Entrepreneurship at a Glance 2017. OECD Publishing.
http://dx.doi.org/10.1787/entrepreneur_aag-2017-en
8. Picado Juárez, A. M., & Golovina, N. S. (2021). La gestión empresarial en las micro, pequeñas y medianas empresas. Revista Científica FAREM-Estelí, 10(27), 53–64.
<https://camjol.info/index.php/FAREM/article/view/11610/13467>
9. Porter, M. E. (1985). Ventaja competitiva: Creación y sostenimiento de un desempeño superior.
10. Rico, P., & Cabrer-Borrás, B. (2021). La importancia de los factores internos y externos en el éxito empresarial. Revista de Métodos Cuantitativos para la Economía y la Empresa, 32, 241–256.
<https://www.upo.es/revistas/index.php/RevMetCuant/article/view/5417/5277>



SIETE, EL NÚMERO QUE TRANSFORMA VIDAS: REFLEXIONES DESDE LA DOCENCIA POR COMPETENCIAS

Emanuel de Jesús Carlock Acevedo¹, Irce Leal Cabrera¹, Lizbeth Carreto Flores²,
Juan Crescenciano Cruz Victoria¹, Joel Castro Ramírez¹, Yani Betancourt González³, Ángel Sulim
Nophal Carrillo³.

^{1,2}Grupo de Investigación en control inteligente.

¹Docente investigador del programa académico de Ingeniería Mecatrónica.

²Docente investigadora del programa académico de Ingeniería en Sistemas Automotrices.

³Jefe del laboratorio de instrumentación virtual del programa académico de Ingeniería
Mecatrónica.

^{1,2,3}Universidad Politécnica de Tlaxcala, México.

emanueldejesus.carlock@uptlax.edu.mx, irce.leal@uptlax.edu.mx,
lizbeth.carreto@uptlax.edu.mx, juancrescenciano.cruz@uptlax.edu.mx,
joel.castro@uptlax.edu.mx, yani.betancourt@uptlax.edu.mx, angelsulim.nophal@uptlax.edu.mx

RESUMEN

En la educación basada en competencias, la evaluación numérica trasciende su significado académico y adquiere una dimensión emocional y social profunda. Este artículo reflexiona sobre el número siete como un umbral simbólico y transformador en el contexto educativo de la Universidad Politécnica de Tlaxcala, donde representa la calificación mínima aprobatoria. A través de un análisis reflexivo y descriptivo, se examina cómo un solo número puede impactar la motivación, la autoestima y la dinámica familiar del estudiante, así como los retos éticos y pedagógicos del docente. Se proponen estrategias para fomentar la resiliencia, la empatía y procesos de evaluación formativa que trasciendan los resultados cuantitativos, buscando humanizar la experiencia de enseñanza-aprendizaje dentro del modelo por competencias.

Palabras clave: educación basada en competencias, evaluación académica, emociones en el aprendizaje, reflexión docente, resiliencia educativa, ética docente

INTRODUCCIÓN

En el modelo educativo por competencias, la evaluación se convierte en un proceso integral que busca valorar no solo los conocimientos, sino también las habilidades, actitudes y valores del estudiante. Sin embargo, detrás de cada número se esconde una historia, una emoción y una consecuencia. En la Universidad Politécnica de Tlaxcala



(UPTlax), la calificación mínima aprobatoria es siete; un valor que, más allá de lo académico, se ha convertido en un símbolo que puede transformar vidas.

Cuando un estudiante obtiene una calificación menor a siete, las repercusiones trascienden el aula: la frustración, el desánimo y la culpa se extienden al entorno familiar. Padres que discuten, jóvenes que pierden confianza en sí mismos y docentes que se enfrentan al dilema de la empatía frente a la objetividad académica.

Contexto educativo en la Universidad Politécnica de Tlaxcala

La UPTx adopta un modelo educativo por competencias que busca formar profesionistas integrales, capaces de aplicar sus conocimientos en contextos reales. En este modelo, la calificación de siete representa la evidencia mínima de competencia lograda. No obstante, esta frontera numérica puede generar presiones psicológicas en los estudiantes y dilemas éticos en los docentes.

El docente se convierte en mediador del aprendizaje, evaluador del desempeño y guía emocional. Su papel no se limita a medir logros, sino a acompañar procesos de desarrollo humano y profesional.

Universidades Politécnicas: Origen, Propósito y Modelo Educativo

Las Universidades Politécnicas (UUPP) fueron creadas en el año 2001 como parte de una política nacional orientada a ampliar la cobertura de la educación superior tecnológica y fortalecer su calidad. Su establecimiento se basó en las recomendaciones de organismos internacionales como la UNESCO, la OCDE, el BID, el Banco Mundial y la CEPAL, con el propósito de responder a las demandas del desarrollo científico, tecnológico y económico del país. Este modelo educativo se diseñó para diversificar los servicios de educación superior y consolidarse como un subsistema innovador, flexible y de excelencia académica.

Las UUPP cumplen con las funciones sustantivas de docencia, investigación y desarrollo tecnológico, además de la extensión universitaria. Esta última se orienta a promover la innovación científica, la vinculación con los sectores productivos y la capacitación



continúa para el trabajo, fortaleciendo la cultura tecnológica en las regiones donde operan. Su modelo institucional se sustenta en cuatro ejes estratégicos: la excelencia docente, la diversificación de la oferta educativa, la vinculación con el sector productivo y la investigación aplicada a las necesidades locales, regionales y nacionales.

El modelo educativo de las UUPP se fundamenta en la Educación Basada en Competencias (EBC), con el objetivo de formar profesionistas capaces de aplicar el conocimiento de manera práctica e innovadora. La estructura curricular de nivel licenciatura consta de diez cuatrimestres divididos en tres ciclos de formación. Cada ciclo permite el desarrollo de competencias profesionales específicas y mantiene un equilibrio entre teoría (40%) y práctica (60%). Al finalizar el segundo ciclo, el estudiante puede optar por titularse como Profesional Asociado, mientras que al concluir el tercero realiza una estadía profesional que le permite obtener el grado de licenciatura.

A partir de 2005, las Universidades Politécnicas ampliaron su oferta hacia el posgrado, ofreciendo programas de especialidad, maestría y doctorado, con duraciones de uno, dos y tres años respectivamente. Estos programas pueden ser de carácter profesionalizante o de investigación, según las necesidades del entorno.

El personal docente se distingue por su alto nivel de habilitación, con una participación significativa en el Sistema Nacional de Investigadores y en 219 cuerpos académicos registrados en PRODEP, lo que refleja el compromiso de las UUPP con la calidad, la innovación y el desarrollo tecnológico del país.

El rol docente ante la evaluación por competencias

El docente, consciente del impacto de sus decisiones evaluativas, vive también un conflicto ético y emocional. Muchos profesores buscan estrategias para apoyar al estudiante que se queda 'al borde del siete', ofreciendo retroalimentación, tutorías y oportunidades de mejora. Sin embargo, la responsabilidad institucional exige mantener la objetividad y los criterios establecidos por el modelo por competencias.



En este contexto, la docencia trasciende la transmisión de saberes: se convierte en un acto de empatía, comprensión y compromiso humano. La formación ética del docente debe incluir la sensibilidad ante las consecuencias emocionales de la evaluación.

Estrategias para fomentar la superación y la resiliencia académica

Superar la carga simbólica del número siete implica promover la cultura del aprendizaje continuo y la evaluación formativa. Algunas estrategias incluyen:

- Implementar evaluaciones diagnósticas y retroalimentación constante.
- Fomentar la autorreflexión del estudiante sobre su proceso de aprendizaje.
- Establecer tutorías personalizadas que atiendan factores emocionales y familiares.
- Reforzar la comunicación empática entre docentes, estudiantes y padres.
- Reconocer el esfuerzo y no solo el resultado cuantitativo.

Estas acciones fortalecen la resiliencia académica y reducen el impacto negativo de una evaluación desfavorable.

El número siete como umbral emocional y simbólico

El siete posee una carga simbólica universal: perfección, equilibrio y trascendencia. En el ámbito educativo, representa la línea entre el éxito y el fracaso. Los estudiantes que alcanzan este número experimentan alivio y esperanza; quienes no lo logran enfrentan sentimientos de frustración y vergüenza.

En muchos casos, la obtención de una calificación inferior desencadena conflictos familiares. Los padres atribuyen la responsabilidad al hijo o entre ellos mismos, generando tensión en el hogar. Así, un resultado académico se convierte en detonante de crisis personales y familiares.

METODOLOGÍA

Este estudio se desarrolló bajo un enfoque cualitativo de tipo descriptivo-reflexivo, con el objetivo de comprender las dimensiones emocionales y sociales asociadas a la calificación mínima aprobatoria (siete) en el modelo por competencias.



Para lograr una triangulación de la información, la investigación combinó dos estrategias principales:

Análisis Reflexivo

A partir de la experiencia docente de los autores en la Universidad Politécnica de Tlaxcala, se realizó un análisis crítico del papel del docente-evaluador y del impacto simbólico del número siete como umbral académico.

Estudio de Casos con Técnica de Encuesta Abierta

Para contrastar y enriquecer la perspectiva docente con la voz directa de los estudiantes, se diseñó e implementó un instrumento de recolección de datos cualitativos. Se aplicó una encuesta de respuesta abierta a una muestra no probabilística de 20 estudiantes universitarios de ingeniería de la UPTLAX, que representan el 20% de una población objetivo de 100 alumnos. La pregunta central fue: “¿Cómo afecta reprobar o aprobar una materia, en un sistema donde la mínima calificación es 7, en tu vida personal?”. El análisis de las respuestas se realizó mediante una codificación abierta para identificar categorías emergentes y patrones recurrentes en las narrativas estudiantiles.

Este trabajo se desarrolló bajo un enfoque cualitativo de tipo descriptivo-reflexivo, con el objetivo de comprender las dimensiones emocionales y sociales asociadas a la calificación mínima aprobatoria (siete) en el modelo por competencias.

El análisis de las respuestas de los estudiantes se presenta en la Tabla 1, que reveló que las calificaciones poseen una profunda carga simbólica y emocional, confirmando y matizando las reflexiones iniciales. Las narrativas se organizaron en cuatro categorías emergentes principales:

- **Impacto Emocional y Psicológico Directo: La Cicatriz del Número**

La frontera del siete se experimenta como una línea divisoria entre el bienestar y la angustia. Los estudiantes describen la aprobación como una inyección de vitalidad: *"aprobarme llena de energía y confianza para seguir adelante"* (E1). En contraste, reprobar se vive como una herida profunda: *"duele y desmotiva,*



haciéndome dudar de mí mismo" (E1). Este impacto va más allá de la frustración momentánea, generando un *"gran impacto psicológico pero esta vez para bien, ya que tus emociones y autoestima cambian"* (E17) al aprobar, y *"emociones negativas como tristeza, decepción y enojo"* (E17) al reprobar, especialmente cuando el esfuerzo fue significativo.

- **Presión y Dinámica Familiar: El Peso de la Expectativa Ajenas**

Una de las categorías más fuertes que emergió fue la presión del entorno familiar. La calificación se interpreta no solo como un logro académico, sino como una respuesta al sacrificio económico de los padres. Un estudiante expresa con crudeza el miedo a que *"mis papás pensarían que no estoy aprovechando el esfuerzo y sacrificio... y por ende ya no me seguirían apoyando"* (E5, E6). Otro testimonio revelador muestra cómo la calificación condiciona el afecto y la percepción de valía personal: *"afecta con el rechazo de mis padres, que no soy lo suficiente para ellos... un 7 y 8 no le es suficiente, un 9 y 10 sí lo es"* (E18). Esto transforma un resultado académico en un detonante de crisis familiares y de identidad.

- **Resiliencia y Perspectivas Críticas sobre la Evaluación: Más Allá del Número**

Frente a esta presión, un segmento de estudiantes muestra una notable capacidad de resiliencia y una visión crítica del sistema de evaluación. Encuentran en el tropiezo una oportunidad: *"cada tropiezo es una lección valiosa para crecer y aprender a levantarme con más fuerza"* (E1) y afirman que *"de los errores se aprende y se mejora continuamente"* (E8). Además, cuestionan abiertamente la validez del número como reflejo del conocimiento: *"una calificación no define el conocimiento que tienes o lo que sabes"* (E10); *"siento que un número no define los conocimientos que tengo"* (E12). Un estudiante lo sintetiza de manera elocuente: *"Al final, la vida no se mide con un número, sino con lo que haces con lo que sabes"* (E15).

- **La Dualidad del Éxito: Entre la Satisfacción y la Indiferencia Estratégica**

Mientras que para muchos aprobar es fundamental para su equilibrio emocional y familiar, otros desarrollan una actitud de indiferencia estratégica o priorizan el aprendizaje real sobre la nota. Algunos declaran que *"reprobar en sí una materia no me afecta"* (E2, E4) o que *"el aprobar o reprobar una materia solo demuestra una calificación la cual no te define como persona"* (E8). Sin embargo, incluso en estos casos, subyace la conciencia de las consecuencias, como el *"tener una mayor deficiencia en el historial académico"* (E3).

Tabla 1. Resultados de la encuesta: "¿Cómo afecta reprobar o aprobar en tu vida personal?"

ID Est.	Respuesta (Texto Original)	Categorías Emergentes
E1	"En lo personal, aprobar me llena de energía y confianza para seguir adelante, abriendo puertas que ni imaginaba. Reprobar, en cambio, duele y desmotiva, haciéndome dudar de mí mismo. Pero al final, cada tropiezo es una lección valiosa para crecer y aprender a levantarme con más fuerza. Lo importante es no dejar que un resultado defina quién soy y seguir buscando mi propio camino"	Impacto Emocional, Resiliencia, Cuestionamiento al Sistema
E2	"Reprobar en si una materia no me afecta, pero no por eso descuido las materias"	Indiferencia Estratégica
E3	"Afecta emocionalmente, y no ayuda a disfrutar las vacaciones, además de tener una mayor deficiencia en el historial académico"	Impacto Emocional, Consecuencias Académicas
E4	"No me afecta reprobar la materia, pero tampoco es motivo para estar relajado"	Indiferencia Estratégica
E5	"Afecta en mi vida personal ya que mis papás pensarían que no estoy aprovechando el esfuerzo y sacrificio que están haciendo por mi educación y por ende me ya no me seguirían apoyando y hay de 2 trabajo para pagarme mis estudios y la otra dedicarme a trabajar"	Presión Familiar, Consecuencias Económicas
E6	"Afecta en mi vida personal ya que mis papás pensarían que no estoy aprovechando el esfuerzo y sacrificio que están haciendo por mi educación y por ende me ya no me seguirían apoyando y hay de 2 trabajo para pagarme mis estudios y la otra dedicarme a trabajar"	Presión Familiar, Consecuencias Económicas
E7	"Siempre me esfuerzo, cuando apruebo me siento bien y feliz ya que son los resultados de mi dedicación y esfuerzo. Cuando repruebo me siento preocupada y triste ya que sé que me esforcé, pero no obtuve los resultados que esperaba"	Impacto Emocional, Esfuerzo vs. Resultado

E8	"El aprobar o reprobar una materia solo demuestra una calificación la cual no te define como persona, porque de los errores se aprende y se mejora continuamente dando tu mejor esfuerzo."	Cuestionamiento al Sistema, Resiliencia
E9	"Si apruebo simplemente es como cumplir cualquier otra responsabilidad que tengo en mi casa, sin embargo, si repruebo estaría yo tirando a la basura el esfuerzo que hacen mis papás día a día con mandarme a la universidad, al igual de que se vería algo afectado a mi futuro."	Presión Familiar, Consecuencias a Futuro
E10	"Afecta de la manera en que uno se siente mal por haber sacado esa mala calificación, pero por otro lado una calificación no define el conocimiento que tienes o lo que sabes así que en lo personal puede afectar de una manera psicológica ya que pues uno si se siente mal de cierta manera ya que nos han enseñado que una mala nota es por no saber nada, pero no es así"	Impacto Emocional, Cuestionamiento al Sistema
E11	"No afectaría en lo mínimo, solo me cuestionarían sobre el resultado, a mi familia le da igual"	Indiferencia Estratégica, Baja Presión Familiar
E12	"De manera negativa ya que vengo de algo lejos como para que nada más venga a reprobar, por otro lado, también de manera negativa si no fuera justo el cómo se me califico, pero en general siento que un número no define los conocimientos que tengo sobre la materia ya q es solo un número"	Impacto Logístico/Esfuerzo, Cuestionamiento a la Justicia, Cuestionamiento al Sistema
E13	"Me afecta reprobar una materia de manera emocional, porque se supone que esos conocimientos ya debería dominarlos y aprobar con buenas calificaciones. Estoy en la universidad, y eso implica que ya superé el proceso básico de aprendizaje en la preparatoria; ahora estoy en una etapa de especialización, donde se espera un mayor nivel de responsabilidad y comprensión."	Impacto Emocional, Autoexigencia
E14	"De manera personal puedo decir que el aprobar y desaprobarme da igual, sin embargo, para mi familia el aprobar es satisfactorio para ellos, ya que las calificaciones son muy importantes para ellos, significa que vas por buen camino y el desaprobarme es una decepción pues significa que entonces no haces nada, pero pienso que no significa que realmente no hagas nada, sino que hay veces en las que se te dificultan los temas y por más que lo intentes no puedes"	Indiferencia Personal, Presión Familiar, Cuestionamiento al Sistema
E15	"La verdad, yo no me estreso mucho por las calificaciones. Sé que es importante pasar las materias y todo eso, pero al final del día un número no define quién soy ni lo que puedo lograr. En ocasiones puedes tener un diez y no entender nada, o reprobar y aun así ser alguien muy capaz. Para mí lo que realmente importa es aprender algo útil, buscar experiencia y disfrutar cada etapa. Las calificaciones son solo una parte del sistema, pero no dicen nada de tu talento o de lo que harás en el futuro..."	Cuestionamiento al Sistema, Resiliencia, Enfoque en Aprendizaje Real
E16	"Mucho ya que al reprobar en mi vida personal sería como fallar a un objetivo o una enseñanza que me están inculcando, pero al aprobar tendría mucho éxito ya que dan muchas oportunidades en mi futuro"	Presión Externa (genérica), Consecuencias a Futuro
E17	"Afecta de manera significativa por el gran impacto psicológico. El reprobar significa emociones negativas como tristeza, decepción y enojo y tiene mucho más impacto cuando tu como alumno te esforzaste demasiado por	Impacto Emocional, Autoestima, Motivación

	aprobar. El caso de Aprobar una materia tiene de igual manera gran impacto psicológico pero esta vez para bien, ya que tus emociones y autoestima cambian, te vuelves más productivo y te impulsa a esforzarte cada vez más.”	
E18	"Afecta la reprobación bueno a mí con el rechazo de mis padres, que no soy lo suficiente para ellos, en respecto a la aprobación que soy lo suficiente para ellos y me premian o felicitan por mis calificaciones, un 7 y 8 no le es suficiente, un 9 y 10 si lo es y según ellos es lo que me da derecho a poder ir a la escuela, el 7 y 8 dicen que ellos se conforman con algo de poco, y que nunca me tengo que conformar"	Presión Familiar, Afecto Condicional, Valor Personal, Autoexigencia
E19	“No puedo dar una opinión concreta porque nunca he reprobado una materia, pero siento que solo tú decides si te afecta o no, ya que tú decides si recuperarte y sacar mejor calificación o pensar que no sabes y recaer emocionalmente, pero en particular, aunque tenga una calificación baja no dejo que me afecte mientras sepa que he aprendido “	Resiliencia, Control Personal, Enfoque en Aprendizaje
E20	"A mi punto de vista, todo depende de la mentalidad y de los comentarios que te dicen tus padres, porque desde pequeño te meten la idea de que si no tienes buenas calificaciones no te premian, y si tus calificaciones son bajas te regañan. Al final, no se dan cuenta del esfuerzo o desempeño que cada uno tiene. Cuando llegas a la edad adulta, te quedas con esa mentalidad... Por eso, en mi opinión, la calificación solo debería tener un pequeño valor en la evaluación de los conocimientos y no ser lo más importante”	Crítica a la Socialización, Presión Familiar, Cuestionamiento al Sistema

Nota: Muestra de 20 estudiantes de ingeniería de la Universidad Politécnica de Tlaxcala.

Población objetivo: 100 estudiantes.

DESARROLLO

Una calificación mínima puede interpretarse como un desempeño básico o incipiente, donde el estudiante demuestra conocimientos teóricos, pero aún carece de la suficiencia práctica, actitudinal o reflexiva necesaria para un ingeniero competente.

En la Universidad Politécnica de Tlaxcala, este tipo de resultados representa una oportunidad para fortalecer los procesos de enseñanza-aprendizaje y las estrategias docentes, con el propósito de que todos los alumnos alcancen las competencias definidas en su programa académico.

El modelo por competencias busca que el estudiante sea capaz de integrar el saber, saber hacer y saber ser en situaciones reales. Por ello, los docentes deben asumir un rol de facilitadores del aprendizaje, guiando a los alumnos hacia la aplicación práctica del conocimiento. Una calificación de 70 debe considerarse como una alerta pedagógica que exige acompañamiento y mejora continua.

Entre las estrategias docentes más efectivas se encuentran:



- **Evaluación auténtica y formativa**, mediante proyectos, estudios de caso o simulaciones que reflejen situaciones reales de la ingeniería.
- **Uso de rúbricas de desempeño**, que permitan valorar los distintos niveles de logro en las competencias.
- **Tutorías académicas personalizadas**, orientadas a los estudiantes con desempeño mínimo, con el fin de diseñar planes de mejora.
- **Metodologías activas** como el Aprendizaje Basado en Problemas (PBL) o el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP), que fomentan la autonomía, la investigación y la innovación.
- **Vinculación con el entorno productivo**, integrando prácticas o retos tecnológicos que den sentido al aprendizaje.

Factores del estudiante en la educación basada en competencias: el estudiante como eje del aprendizaje por competencia.

El enfoque por competencias requiere que el estudiante asuma un papel protagónico y autorregulado en su aprendizaje. Esto implica planificar, ejecutar y evaluar sus propias estrategias de estudio, así como integrar el conocimiento teórico con la práctica profesional. Según Biggs y Tang (2011), el aprendizaje profundo ocurre cuando el estudiante comprende la relevancia del contenido y lo relaciona con experiencias personales y contextuales.

En contraste, el aprendizaje superficial —común en estudiantes que apenas alcanzan calificaciones mínimas— se caracteriza por la memorización temporal y la falta de transferencia del conocimiento.

En el modelo por competencias, el estudiante deja de ser receptor pasivo del conocimiento y se convierte en protagonista de su aprendizaje.

Esto implica desarrollar tres dimensiones integradas:

- Saber: dominio conceptual.
- Saber hacer: aplicación práctica.
- Saber ser: actitud profesional, ética, trabajo colaborativo.



Cuando un estudiante obtiene una calificación mínima (70), suele indicar desequilibrio entre estas dimensiones —por ejemplo, conoce la teoría, pero no sabe aplicarla, o carece de hábitos de trabajo autónomo.

Factores personales y motivacionales

La motivación intrínseca es un elemento determinante del aprendizaje significativo. En estudiantes de ingeniería, esta motivación suele estar vinculada con la curiosidad científica, la resolución de problemas y la innovación tecnológica.

Sin embargo, la falta de claridad en sus metas profesionales, el escaso reconocimiento de sus logros o la desvalorización de su carrera pueden reducir el interés por aprender.

Asimismo, los hábitos de estudio inadecuados, la deficiente organización del tiempo y el manejo del estrés académico son barreras frecuentes. Muchos alumnos de ingeniería enfrentan una elevada carga de materias teórico-prácticas, lo que genera fatiga cognitiva y disminuye su rendimiento sostenido.

Factores cognitivos y académicos

a) Motivación y propósito profesional

- Los estudiantes que tienen claridad en su meta profesional tienden a involucrarse más en actividades prácticas y proyectos.
- Una motivación extrínseca (solo aprobar) genera aprendizaje superficial; en cambio, la motivación intrínseca (querer comprender, mejorar, aplicar) impulsa la excelencia.
- En ingeniería, el vínculo entre la asignatura y su aplicación en el mundo real es clave para mantener la motivación.

b) Hábitos de estudio y autorregulación

- Muchos alumnos de ingeniería llegan de la preparatoria sin haber desarrollado estrategias metacognitivas: planificar, monitorear y evaluar su propio aprendizaje.



- La autorregulación es una competencia transversal que diferencia al estudiante promedio del competente.
- Problemas comunes:
 - Estudian solo antes del examen.
 - No revisan retroalimentación.
 - Dependen del docente para organizarse.

c) Conocimientos previos y bases conceptuales

- En matemáticas, física o materiales, las brechas de conocimiento acumuladas desde niveles previos son un obstáculo serio.
- La EBC requiere que cada competencia se construya sobre la anterior; si hay vacíos, el avance se vuelve superficial.

d) Gestión del tiempo y carga académica

- Muchos estudiantes trabajan o tienen responsabilidades familiares.
- La falta de planeación del tiempo reduce la práctica deliberada, que es esencial en ingeniería.
- Un estudiante que dedica menos de 8–10 horas semanales por asignatura (incluyendo estudio independiente) rara vez alcanza un dominio óptimo.

e) Factores emocionales y de bienestar

El entorno familiar y emocional influye significativamente en el aprendizaje. La falta de apoyo, la presión económica o la baja autoestima académica pueden mermar el compromiso del estudiante. En ocasiones, los jóvenes no cuentan con redes de apoyo ni con espacios para la orientación vocacional o psicológica, lo que dificulta su estabilidad emocional y su sentido de pertenencia institucional.

La autoeficacia, entendida como la confianza en las propias capacidades para resolver retos académicos, es un predictor clave del éxito. Un estudiante que duda de su potencial tiende a rendirse ante las dificultades técnicas o matemáticas, características de las carreras de ingeniería.

- Ansiedad académica, falta de sueño, y estrés por desempeño afectan la memoria operativa y la concentración.



- El apoyo emocional, tutorías y redes de pares ayudan a disminuir la deserción y el bajo rendimiento.

f) Interacción social y trabajo colaborativo

- La ingeniería moderna exige colaboración y comunicación técnica.
- Cuando el estudiante se aísla o no participa activamente en equipos, su aprendizaje práctico disminuye.
- Las metodologías activas promueven estas habilidades, pero requieren disposición del alumno a participar.

Factores institucionales relacionados con el estudiante

Aunque el enfoque está centrado en el alumno, el contexto institucional también incide. La falta de acompañamiento tutorial, de estrategias de retroalimentación continua, o de ambientes de aprendizaje activos puede limitar el desarrollo de competencias. En este sentido, el estudiante necesita sentir que la universidad le proporciona las herramientas y el apoyo adecuados para su progreso profesional. La desarticulación entre teoría y práctica, la escasez de recursos tecnológicos y la carga académica excesiva son elementos que influyen en el rendimiento, especialmente en asignaturas con alta exigencia conceptual y práctica.

CONCLUSIONES

- El número siete, más que una cifra, representa una frontera emocional, social y educativa.
- Comprender su impacto permite a los docentes reflexionar sobre el poder transformador de la evaluación.
- Educar con empatía, sin perder el rigor académico, es el reto contemporáneo de la docencia universitaria basada en competencias.
- El docente tiene en sus manos no solo la posibilidad de aprobar o reprobar, sino de inspirar, orientar y reconstruir la esperanza en cada estudiante.
- Humanizar la evaluación es el camino hacia una educación más justa, sensible y significativa.



AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan su sincero agradecimiento a la Universidad Politécnica de Tlaxcala por su compromiso con la formación integral y por fomentar espacios de reflexión pedagógica que hacen posibles investigaciones como la presente. De manera especial, reconocemos la invaluable colaboración de los estudiantes de la carrera de Ingeniería Mecatrónica, cuyo testimonio fue fundamental para este estudio. Agradecemos particularmente a los señores **Lázaro Fabricio Lima Solís** y **Ángel Uriel Ramírez Atonal** por su apoyo en la aplicación de los instrumentos de investigación. Este trabajo no hubiera sido posible sin su participación desinteresada y compromiso con la mejora educativa.

BIBLIOGRAFIA

1. Perrenoud, P. (2008). La evaluación de los alumnos: de la producción de excelencia a la regulación de los aprendizajes. Graó.
2. Tobón, S. (2013). Formación basada en competencias. Ecoe Ediciones.
3. Zabalza, M. A. (2011). Competencias docentes del profesorado universitario. Narcea Ediciones.
4. Cano García, M. E., (2008). La evaluación por competencias en la educación superior. Profesorado. Revista de Currículum y Formación de Profesorado, 12(3), 1-16. ISSN: 1138-414X. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=56712875011>
5. Bonnefoy Valdés, N. (2021). Evaluación de competencias en educación superior: conceptos, principios y agentes. Revista Educación, 45(2). Recuperado de <http://doi.org/10.15517/revedu.v45i1.43444>
6. Dirección General de Universidades Tecnológicas y Politécnicas. (2024). *Nuevo Modelo Educativo en las Universidades del Subsistema Tecnológico*. Secretaría de Educación Pública. <https://dgutyp.sep.gob.mx>
7. Dirección General de Universidades Tecnológicas y Politécnicas. (2024). Normas generales para el acceso, tránsito, permanencia y egreso en las Universidades del Subsistema Tecnológico. Secretaría de Educación Pública.[Documento interno].



8. Dirección General de Universidades Tecnológicas y Politécnicas. (2024). Proceso de evaluación por competencias en las Universidades del Subsistema Tecnológico. Secretaría de Educación Pública.[Documento interno].
9. Dirección General de Universidades Tecnológicas y Politécnicas. (2024). Lineamientos de planeación, desarrollo y evaluación académica de las asignaturas que conforman los programas educativos en las Universidades del Subsistema Tecnológico. Secretaría de Educación Pública.[Documento interno].
10. Dirección General de Universidades Tecnológicas y Politécnicas. (2024). Escalas de evaluación en las UST. Secretaría de Educación Pública. [Documento interno].
11. Dirección General de Universidades Tecnológicas y Politécnicas. (s.f.). Manual de etiqueta. Secretaría de Educación Pública. [Documento interno].
12. Dirección General de Universidades Tecnológicas y Politécnicas. (2025). Módulo 2: Tipos y momentos de evaluación. Secretaría de Educación Pública. [Documento interno].
13. Oroszi, T. (2020) Competency-Based Education. *Creative Education*, **11**, 2467-2476. doi: [10.4236/ce.2020.1111181](https://doi.org/10.4236/ce.2020.1111181).
14. Competency-Based Education Network (C-BEN). (2017). *Understanding competency-based education: Toolkit*. <https://www.cbenetwork.org/>
15. Bernikova, O. (2017). Competency-Based Education: From Theory to Practice. En *Proceedings of the 8th International Multi-Conference on Complexity, Informatics and Cybernetics (IMCIC 2017)* (pp. 316-319). International Institute of Informatics and Systemics.



INNOVACIÓN EN LA GESTIÓN DEL CAPITAL HUMANO: BIENESTAR LABORAL INTELIGENTE

Julissa Tizapantzi Sánchez¹, Iván Jesús Sánchez Cuapio².

¹Docente investigadora del programa académico Licenciatura en Gestión de Capital Humano.
Universidad Tecnológica de Tlaxcala, México.

²Docente investigador del programa académico de Ingeniería en Mecatrónica.
Universidad Tecnológica de Tlaxcala, México.

julissats@uttlaxcala.edu.mx, ivan.sanchez@uttlaxcala.edu.mx.

RESUMEN

Este trabajo presenta el desarrollo de una metodología innovadora en busca del bienestar laboral inteligente aplicado desde la gestión del capital humano de las empresas del estado de Tlaxcala. La propuesta se centra en una estructura integral que combina inicialmente un diagnóstico organizacional, la selección de indicadores clave en la medición de desempeño y satisfacción laboral, la recolección y procesamiento de datos y finalmente la aplicación de inteligencia artificial para la generación de instrumentos y procedimientos. A través de este enfoque, es posible identificar riesgos psicosociales, prever la rotación laboral y optimizar el desempeño de los trabajadores, ofreciendo información a los responsables de recursos humanos para las tomas de decisión. Esta metodología integra factores como satisfacción, motivación y clima laboral, y contempla un módulo de retroalimentación y capacitación para asegurar su uso ético y efectivo. Su flexibilidad permite adaptarla a distintas organizaciones, contribuyendo a la retención de talento, la productividad y la competitividad empresarial. El principal aporte de este artículo es presentar una herramienta metodológica innovadora, que combina tecnología y gestión del capital humano para promover entornos laborales saludables y sostenibles.

Palabras clave: Capital Humano, Bienestar laboral e Inteligencia Artificial.

INTRODUCCIÓN

Las condiciones físicas del trabajo no son lo único que importa, sino que se necesita algo más. Las condiciones sociales y psicológicas también forman parte del ambiente laboral. Investigaciones recientes demuestran que, para alcanzar la calidad y la productividad, las



organizaciones deben contar con personas motivadas que se involucren en los trabajos que realizan y recompensadas adecuadamente por su contribución. Así, la competitividad de la organización pasa, obligatoriamente, por la calidad de vida en el trabajo. (Chiavenato, 2020). La consolidación del bienestar laboral se ha logrado porque es considerado como un factor estratégico en la competitividad y sostenibilidad de las organizaciones. Diversos estudios han demostrado que la calidad del entorno laboral influye directamente en la productividad, la retención de talento y la salud física y emocional de los trabajadores (Hernández, 2025; Martínez & Juárez, 2023).

En México, la Norma Oficial Mexicana NOM-035-STPS establece lineamientos claros para la identificación y prevención de riesgos psicosociales en el trabajo, lo que refleja la relevancia de contar con herramientas eficaces para monitorear y gestionar el bienestar de los empleados. Particularmente en Tlaxcala, donde predominan las micro y pequeñas empresas con más del 98 % de los establecimientos de la entidad, existe una necesidad urgente de implementar estrategias innovadoras que permitan mejorar la gestión del capital humano y la salud laboral (INEGI, 2025; Periódico Enfoque, 2025). Sin embargo, estas organizaciones enfrentan limitaciones en recursos, capacitación y acceso a tecnologías avanzadas, lo que dificulta la aplicación de métodos tradicionales de seguimiento del bienestar laboral.

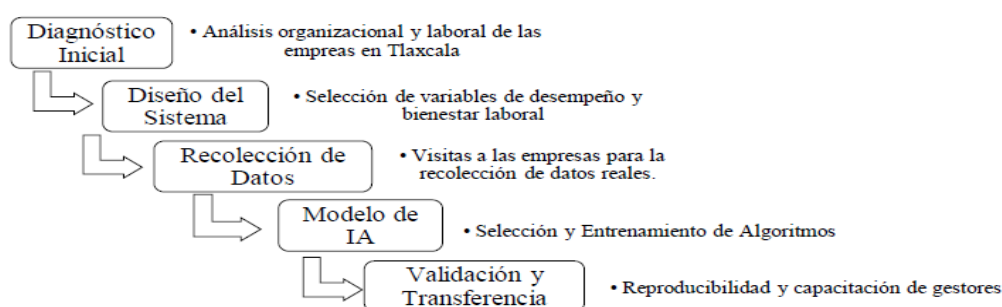
En este contexto, la presente propuesta plantea el desarrollo de una metodología innovadora de bienestar laboral inteligente, que integra indicadores de capital humano con técnicas de inteligencia artificial. Esta metodología tiene como objetivo proporcionar un modelo replicable y adaptable que permita anticipar riesgos psicosociales, generar recomendaciones preventivas y apoyar a los gestores de recursos humanos en la toma de decisiones.

Así, a diferencia de enfoques previos que presentan resultados empíricos concretos, el principal aporte de este proyecto será la propia metodología diseñada, la cual constituye un instrumento de valor tanto académico como práctico. Esta metodología permitirá establecer bases sólidas para futuras investigaciones, pilotos de implementación y la adopción de tecnologías de inteligencia artificial aplicadas al bienestar laboral, especialmente en el contexto de micro y pequeñas empresas de Tlaxcala.

METODOLOGÍA

La propuesta metodológica de este trabajo busca establecer un modelo integral de bienestar laboral inteligente, diseñado para integrar la gestión del capital humano con técnicas de inteligencia artificial, aplicable especialmente en empresas de Tlaxcala. La metodología se concibe como un resultado en sí misma, ya que su desarrollo, validación conceptual y aplicabilidad constituyen la principal contribución de este proyecto. Su diseño mostrado en la Figura 1, combina enfoques cuantitativos y cualitativos, incorporando variables tradicionales de capital humano, indicadores psicosociales y algoritmos de análisis predictivo.

Figura 1. Arquitectura de la metodología inteligente de bienestar laboral

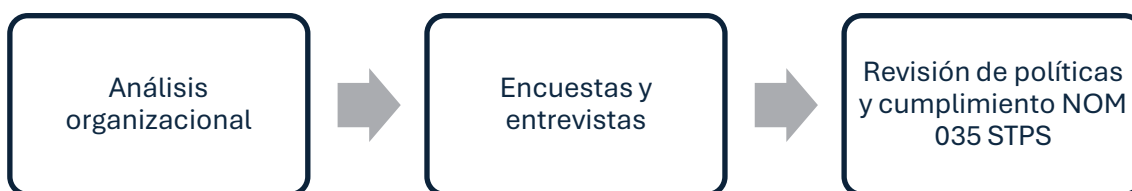


DESARROLLO

Fase de Diagnóstico Inicial

La fase de diagnóstico inicial (Figura 2) constituye el primer paso dentro de la metodología propuesta y se enfoca en comprender de manera profunda el contexto organizacional de las empresas participantes. Este diagnóstico busca identificar las condiciones actuales del capital humano, las políticas de gestión laboral vigentes, los niveles de bienestar y las posibles áreas de riesgo psicosocial. La relevancia de esta etapa radica en que proporciona la base sobre la cual se construirá el modelo de bienestar laboral inteligente, asegurando que las decisiones posteriores estén alineadas con las necesidades y particularidades de cada organización.

Figura 2. Fases de diagnóstico en las empresas



El diagnóstico se llevará a cabo mediante la recopilación de información primaria y secundaria. La información primaria incluirá la aplicación de encuestas estructuradas a los trabajadores, enfocadas en medir niveles de satisfacción, motivación, estrés laboral, percepción del clima organizacional y factores de riesgo psicosocial. Estas encuestas estarán diseñadas para capturar tanto variables cuantitativas como cualitativas, permitiendo un análisis integral de las condiciones de trabajo. Asimismo, se realizarán entrevistas semiestructuradas con directivos y responsables de recursos humanos para comprender las políticas y prácticas existentes, así como las estrategias actuales de gestión del talento y manejo de riesgos laborales.

Complementariamente, la información secundaria abarcará el análisis documental de reportes internos, políticas organizacionales, indicadores de rotación, ausentismo y desempeño, así como el cumplimiento de la normativa vigente, en particular la NOM-035-STPS. Este análisis permitirá establecer un marco comparativo entre la situación actual de la empresa y los estándares de gestión del bienestar laboral, identificando brechas y oportunidades de mejora. La combinación de datos cuantitativos y cualitativos facilitará la construcción de un perfil detallado de la organización, lo que es esencial para diseñar un modelo de IA que sea relevante, contextualizado y efectivo.

Esta fase de diagnóstico inicial no solo cumple la función de recolectar información, sino que también establece un marco de referencia para la implementación de la metodología. Al identificar los factores críticos del bienestar laboral y los riesgos asociados, se sientan las bases para que las etapas subsecuentes selección de variables clave, integración de IA y generación de retroalimentación sean precisas y efectivas. En consecuencia, esta fase constituye un resultado estratégico dentro de la propuesta, ya que permite anticipar desafíos, personalizar el modelo según el contexto de cada empresa y garantizar que la

metodología cumpla con su objetivo de mejorar la gestión del capital humano y el bienestar laboral en Tlaxcala.

Fase del Diseño del Sistema

La fase de diseño constituye el núcleo de la propuesta metodológica, ya que es en este momento donde se conceptualiza y estructura el sistema de bienestar laboral inteligente, integrando tanto los elementos del capital humano como las capacidades de análisis y predicción de la Inteligencia Artificial. El objetivo principal de esta fase es definir cómo se recopilarán, procesarán y analizarán los datos del personal para generar información relevante que apoye la toma de decisiones estratégicas en la gestión del talento y la prevención de riesgos psicosociales (Figura 3).

Figura 3. Fase del Diseño del Sistema de Bienestar Laboral Inteligente



En esta etapa, se inicia con la selección y definición de variables clave que alimentarán el sistema. Estas variables incluyen indicadores cuantitativos, como ausentismo, rotación, desempeño y productividad, así como indicadores cualitativos derivados de encuestas sobre satisfacción, motivación y clima organizacional. La combinación de estas variables permitirá capturar una visión integral del bienestar laboral, proporcionando información tanto sobre el estado actual como sobre tendencias y riesgos emergentes. Cada variable será cuidadosamente codificada y normalizada para garantizar la consistencia de los datos y facilitar su integración en los algoritmos de inteligencia artificial.

Una vez definidas las variables, se procede a la estructuración del sistema de análisis basado en IA. Este sistema incorporará modelos de aprendizaje supervisado y no supervisado, como Random Forest, Support Vector Machines y redes neuronales,



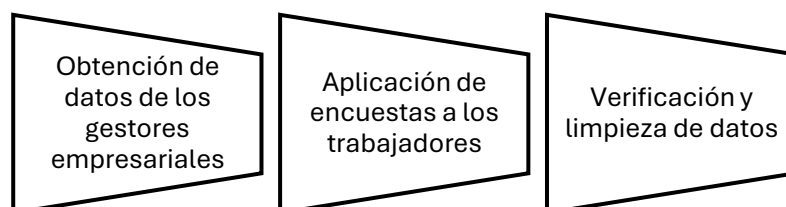
seleccionados por su capacidad para manejar grandes volúmenes de información y generar predicciones confiables sobre riesgos psicosociales, rotación laboral y niveles de satisfacción. Se establecerán procedimientos para la limpieza, transformación y validación de los datos, asegurando que los resultados del sistema sean robustos, precisos y consistentes. El diseño también contempla un módulo de retroalimentación y soporte a la toma de decisiones, orientado a que los responsables de capital humano puedan interpretar los resultados de manera clara y aplicar intervenciones efectivas. Este módulo permitirá generar recomendaciones preventivas personalizadas, así como alertas sobre factores críticos que requieran atención inmediata. Además, se incluye un plan de capacitación para los gestores de recursos humanos, de modo que comprendan la lógica detrás de los algoritmos y puedan utilizar el sistema de manera ética, responsable y alineada con las normativas vigentes, incluyendo la NOM-035-STPS.

Esta etapa asegura que el sistema de bienestar laboral inteligente sea flexible y adaptable a diferentes contextos organizacionales, permitiendo su implementación en empresas de Tlaxcala sin requerir recursos tecnológicos excesivos. Esta adaptabilidad no solo maximiza el alcance y la aplicabilidad de la metodología, sino que también garantiza que el modelo pueda evolucionar y ajustarse a medida que se obtengan nuevos datos y se identifiquen mejores prácticas. En conjunto, el diseño del sistema constituye un resultado central de la propuesta, representando un modelo integral que vincula la gestión del capital humano con la inteligencia artificial para mejorar el bienestar laboral y la competitividad empresarial.

Fase de Recolección de Datos

La fase de recolección de datos constituye un componente fundamental dentro de la metodología propuesta, ya que proporciona la información necesaria para alimentar el sistema de bienestar laboral inteligente y garantizar la precisión de los análisis y predicciones. Esta etapa como se muestra en la Figura 4, se centra en capturar datos de manera estructurada y sistemática, integrando información cuantitativa y cualitativa que refleje tanto el desempeño organizacional como el bienestar subjetivo de los trabajadores. El enfoque propuesto asegura que los datos recopilados sean representativos, confiables y éticamente obtenidos, respetando la privacidad y la confidencialidad de cada empleado.

Figura 4. Fase de Recolección de datos



Para la recolección de información cuantitativa, se consideran indicadores organizacionales como ausentismo, rotación laboral, desempeño y productividad. Estos datos provendrán de registros internos de las empresas, sistemas administrativos y reportes de recursos humanos. La consistencia y la calidad de los datos se garantizarán mediante procedimientos de estandarización y limpieza, asegurando que la información sea compatible con los algoritmos de inteligencia artificial seleccionados en fases posteriores.

De manera complementaria, se recolectarán datos cualitativos a través de encuestas estructuradas y entrevistas semiestructuradas con empleados y directivos. Las encuestas se enfocarán en medir aspectos de satisfacción laboral, motivación, percepción del clima organizacional y factores de riesgo psicosocial, mientras que las entrevistas permitirán profundizar en la comprensión de prácticas organizacionales, políticas de bienestar y percepciones de los trabajadores sobre su entorno laboral. Este enfoque mixto garantiza que el sistema de bienestar laboral inteligente considere tanto indicadores objetivos como experiencias subjetivas, integrando la dimensión humana de la gestión del capital humano con el análisis automatizado de datos.

Durante esta fase, se implementarán mecanismos para proteger la privacidad y la ética en el manejo de la información. Los datos serán de forma anónima y procesados bajo protocolos de confidencialidad, asegurando que la inteligencia artificial actúe como herramienta de apoyo y no como mecanismo de supervisión invasivo. Además, se establecerán procedimientos de verificación y validación para garantizar la integridad y



consistencia de la información recolectada, evitando sesgos y errores que puedan afectar la precisión de las predicciones.

En conjunto, la fase de recolección de datos permite construir una base sólida sobre la cual se desarrollarán las siguientes etapas del sistema. Al capturar de manera integral la información necesaria, se garantiza que la metodología propuesta pueda generar recomendaciones precisas, anticipar riesgos psicosociales y contribuir a la mejora del bienestar laboral y la competitividad de las empresas de Tlaxcala. Esta fase representa un elemento clave de la propuesta, asegurando que la metodología como resultado sea confiable, replicable y capaz de ofrecer un impacto tangible en la gestión del capital humano.

Fase de Modelado con Inteligencia Artificial

La fase de modelado con inteligencia artificial constituye uno de los elementos centrales de la metodología propuesta, dado que representa la etapa en la que los datos recolectados se transforman en información procesable para la gestión del bienestar laboral. El objetivo de esta fase es diseñar y entrenar modelos que permitan identificar patrones, predecir riesgos psicosociales y generar recomendaciones personalizadas, integrando de manera efectiva los indicadores de capital humano y los factores de bienestar laboral.

Como se muestra en la Figura 5, en primer lugar, se realiza la preparación de los datos. Esta etapa incluye la limpieza, normalización y codificación de las variables, tanto cuantitativas como cualitativas, para garantizar que la información pueda ser procesada adecuadamente por los algoritmos de inteligencia artificial. Se aplican técnicas de imputación para manejar datos faltantes y se eliminan inconsistencias o valores atípicos que podrían afectar la precisión de los modelos. Esta preparación asegura que la base de datos sea robusta, consistente y representativa del entorno laboral de las empresas de Tlaxcala.

Figura 5. Fase de modelado con IA



Posteriormente, se procede al entrenamiento de los modelos de IA, empleando algoritmos de aprendizaje supervisado y no supervisado, tales como Random Forest, Support Vector Machines, y redes neuronales artificiales. Estos modelos se seleccionan por su capacidad para procesar grandes volúmenes de información y detectar relaciones complejas entre variables, permitiendo predecir riesgos de rotación, estrés laboral, bajo desempeño y otros factores críticos que afectan el bienestar de los trabajadores. Además, se implementa un esquema de validación cruzada y ajuste de hiperparámetros, con el fin de garantizar que los modelos sean confiables, precisos y generalizables a distintos contextos organizacionales.

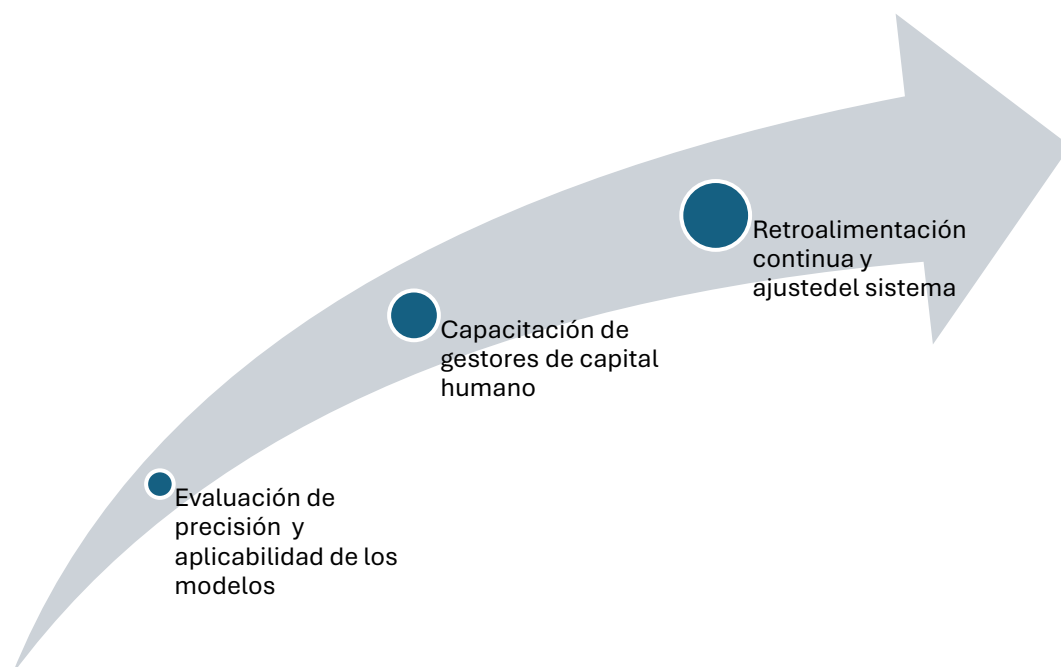
La fase de modelado también incluye la generación de resultados interpretables para los gestores de capital humano. Se diseñan salidas que traduzcan las predicciones del sistema en recomendaciones prácticas y acciones preventivas, asegurando que la información no solo sea precisa, sino también útil para la toma de decisiones. Este enfoque refuerza la visión de la metodología como un instrumento proactivo que integra la inteligencia artificial con la gestión estratégica del talento, contribuyendo a anticipar riesgos y mejorar el bienestar laboral.

Finalmente, se contempla la retroalimentación continua del modelo, de manera que los algoritmos puedan ajustarse y mejorar su precisión a medida que se disponga de nuevos datos. Este enfoque dinámico permite que la metodología se mantenga actualizada y relevante, fortaleciendo su aplicabilidad en micro y pequeñas empresas de Tlaxcala. En conjunto, la fase de modelado con inteligencia artificial constituye un resultado central de la propuesta, al ser el mecanismo que convierte la información recolectada en conocimiento estratégico, asegurando que la metodología genere un impacto tangible en la gestión del capital humano y en el bienestar laboral de los empleados.

Fase de Validación y Transferencia

La fase de validación y transferencia (Figura 6), representa el cierre de la metodología propuesta, asegurando que el sistema de bienestar laboral inteligente no solo sea funcional y confiable, sino también aplicable en entornos reales de trabajo. Esta etapa tiene como objetivo verificar la eficacia de los modelos de inteligencia artificial, evaluar la pertinencia de los indicadores seleccionados y garantizar que los resultados generados sean útiles para los gestores de capital humano en la toma de decisiones estratégicas.

Figura 6. Fase de modelado con IA Validación y transferencia del sistema inteligente



Para la validación, se utilizarán técnicas de evaluación de desempeño de modelos, incluyendo métricas de precisión, sensibilidad, especificidad y exactitud de las predicciones sobre riesgos psicosociales, rotación laboral y niveles de satisfacción. Esta validación permitirá identificar posibles ajustes en los algoritmos y en la selección de variables, asegurando que los resultados sean consistentes y generalizables a distintos contextos empresariales. Además, se contempla un proceso de revisión por parte de expertos en capital humano y bienestar laboral, quienes podrán evaluar la interpretabilidad y aplicabilidad de los resultados en la práctica organizacional.



En paralelo, la fase contempla la transferencia del conocimiento y tecnología a las empresas participantes. Esto incluye la capacitación de los responsables de recursos humanos en el uso de los sistemas de IA, la interpretación de los resultados y la implementación de acciones preventivas basadas en las recomendaciones generadas por el modelo. Se busca que los gestores comprendan no solo cómo utilizar la herramienta, sino también los fundamentos detrás de los algoritmos, garantizando un uso ético, responsable y alineado con la normativa vigente, incluyendo la NOM-035-STPS.

Asimismo, se establece un proceso de retroalimentación continua, mediante el cual los datos generados durante la operación del sistema pueden integrarse nuevamente en los modelos, mejorando su precisión y adaptabilidad con el tiempo. Este ciclo iterativo permite que la metodología evolucione junto con las necesidades de las empresas y las condiciones laborales, asegurando que el sistema mantenga su relevancia y utilidad en contextos cambiantes.

En conjunto, la fase de validación y transferencia garantiza que la metodología propuesta sea un resultado tangible y aplicable, capaz de generar un impacto real en la gestión del capital humano y el bienestar laboral. La combinación de verificación técnica, capacitación organizacional y retroalimentación continua asegura que el modelo no solo funcione en teoría, sino que sea adoptable por micro y pequeñas empresas de Tlaxcala, contribuyendo al fortalecimiento de su productividad, competitividad y capacidad para mantener entornos de trabajo saludables y sostenibles.

RESULTADOS

El principal resultado de esta propuesta es la metodología integral de bienestar laboral inteligente, la cual representa un instrumento innovador para la gestión del capital humano en las empresas de Tlaxcala. A diferencia de estudios empíricos tradicionales, donde los resultados se centran en datos obtenidos de pruebas piloto o implementaciones previas, en este caso el modelo metodológico en sí mismo constituye el producto de valor, al integrar diagnóstico organizacional, selección de variables críticas, recolección de datos, modelado con inteligencia artificial y retroalimentación para la toma de decisiones. Esta metodología ofrece un marco estructurado y replicable que permite anticipar riesgos



psicosociales, optimizar la gestión del talento y fomentar el bienestar laboral de manera ética y sostenible.

Uno de los aportes clave de la propuesta es su capacidad para identificar y priorizar factores críticos que afectan el bienestar laboral, mediante la integración de indicadores, tales como desempeño, rotación, ausentismo, motivación, satisfacción y percepción del clima organizacional. Al consolidar esta información en un sistema basado en inteligencia artificial, la metodología permite generar predicciones sobre riesgos y diseñar recomendaciones preventivas específicas para cada trabajador o grupo de empleados. Esto constituye un avance significativo respecto a los enfoques tradicionales de gestión del capital humano, ya que la información se vuelve accionable y personalizada, y no se limita a análisis estadísticos generales. La flexibilidad del sistema permite que las organizaciones ajusten los indicadores y modelos según su tamaño, sector económico y recursos disponibles, asegurando que el enfoque pueda aplicarse en distintos contextos sin perder efectividad.

Esta adaptabilidad es particularmente relevante en la región, donde la mayoría de las empresas están con recursos limitados y donde la gestión del bienestar laboral aún enfrenta desafíos importantes.

Otro resultado importante es la integración de inteligencia artificial como herramienta estratégica para la gestión del capital humano. Los modelos de aprendizaje supervisado y no supervisado permiten detectar patrones complejos y relaciones entre variables que no serían evidentes mediante análisis tradicionales. Esto fortalece la capacidad de las empresas para anticipar problemas como rotación laboral, estrés o bajo desempeño, y diseñar acciones preventivas basadas en evidencia, promoviendo un entorno de trabajo más saludable, productivo y motivador. Además, la incorporación de un módulo de retroalimentación garantiza que los gestores puedan interpretar fácilmente los resultados, facilitando la toma de decisiones informadas y éticas.

Este proyecto propone un modelo de transferencia y capacitación que asegura la apropiación del sistema por parte de los responsables de capital humano. La fase de transferencia contempla la capacitación en el uso de la herramienta, la interpretación de



los resultados y la aplicación de recomendaciones, fomentando una cultura organizacional basada en evidencia y en la mejora continua del bienestar laboral. Este enfoque garantiza que la metodología no solo sea un marco teórico, sino un instrumento operativo y sostenible, capaz de generar impactos tangibles en la productividad, la retención de talento y la competitividad de las empresas de Tlaxcala.

En conjunto, los resultados de esta propuesta evidencian que la metodología en sí misma constituye un producto innovador, capaz de transformar la manera en que las empresas gestionan su capital humano y el bienestar de sus trabajadores. La integración de inteligencia artificial, indicadores de desempeño y factores psicosociales genera un enfoque integral que promueve entornos laborales más saludables, éticos y competitivos, constituyendo una base sólida para futuras investigaciones, implementaciones piloto y la adopción de tecnologías de bienestar laboral inteligente en otras regiones del país.

CONCLUSIONES

El presente proyecto demuestra que la gestión del capital humano, cuando se combina con herramientas de inteligencia artificial, puede constituir una estrategia innovadora para mejorar el bienestar laboral y, al mismo tiempo, fortalecer la competitividad empresarial. La metodología propuesta representa un aporte significativo al campo, ya que permite integrar datos administrativos, indicadores de satisfacción y estrés laboral, así como algoritmos de predicción, en un modelo capaz de anticipar riesgos psicosociales y ofrecer recomendaciones preventivas a los gestores de recursos humanos.

Esta propuesta metodológica evidencia que es posible diseñar soluciones tecnológicas accesibles y adaptables a las empresas de la región de Tlaxcala, un sector predominante que enfrenta limitaciones de recursos y dificultades para implementar políticas tradicionales de bienestar laboral. Esto permite generar un impacto tangible en la productividad, la retención de talento y la satisfacción de los trabajadores, al tiempo que se promueve la cultura de prevención y cuidado de la salud ocupacional.

El proyecto también subraya la importancia de abordar la ética y la legalidad en la aplicación de inteligencia artificial en el entorno laboral. El manejo confidencial de datos y la utilización de la IA como herramienta de apoyo son aspectos esenciales para garantizar



la aceptación de la metodología por parte de los trabajadores y directivos, así como para cumplir con la normatividad vigente, incluida la NOM-035-STPS y la Ley Federal de Protección de Datos Personales.

Finalmente, se concluye que esta propuesta tiene un potencial de replicabilidad y escalabilidad, no solo en Tlaxcala, sino en otras regiones con características empresariales similares. La integración de capital humano, bienestar laboral y tecnologías inteligentes constituye una estrategia que combina investigación aplicada, innovación tecnológica y gestión estratégica de talento, ofreciendo un modelo que contribuye a crear entornos laborales más saludables, productivos y competitivos.

BIBLIOGRAFIA

1. Becker, G. (2022). Human capital in the modern economy. Oxford University Press.
2. Idalberto Chiavenato (2022). Comportamiento Organizacional: Dinámicas de éxito de las organizaciones. Mc Graw Hill.
3. Fernández, L., & López, J. (2022). Artificial intelligence in human resources management: Challenges and opportunities. Journal of Business Innovation, 15(2), 45–62.
4. García, P., & Ramírez, M. (2024). Bienestar laboral y competitividad empresarial en entornos digitales. Revista Iberoamericana de Gestión Empresarial, 12(1), 77–95.
5. Hernández, R. (2025). Estrés laboral y su impacto en la salud en México: Un análisis actualizado. Revista Mexicana de Salud Laboral, 5(1), 23–41.
6. INEGI. (2025). Tlaxcala y su economía: Indicadores Censos Económicos 2024 – Tlaxcala. Mexconomy.com.
7. Martínez, R., & Juárez, D. (2023). Capital humano y salud organizacional: Un enfoque integral. Revista Mexicana de Administración y Desarrollo, 9(3), 101–120.
8. Periódico Enfoque. (2025, julio 26). Tlaxcala tiene más de 107 mil negocios, revela el INEGI 2024.
9. Secretaría del Trabajo y Previsión Social (STPS). (2018). NOM-035-STPS-2018, Factores de riesgo psicosocial en el trabajo.
10. Idalberto, Chiavenato. Gestión del Talento Humano (2020). El nuevo papel de los recursos humanos en las organizaciones. Mc Graw Hill.



CAPACIDAD GERENCIAL Y DESARROLLO SOSTENIBLE EN MICRO Y PEQUEÑAS EMPRESAS DE CALI

Rubén Darío Rojas Higueta¹, Carlos Augusto Narváez Díaz², Santiago Moya Castro³, John Jairo Salazar Arenas⁴

¹Investigador. Grupo de Investigación UNIRSE

²Rector. Investigador. Grupo de Investigación INGENIARSE

³Director de Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas. Grupo de Investigación CONSTRUCECS

⁴Docente Investigador. Grupo de Investigación INGENIARSE
Corporación Universitaria Centro Superior - UNICUCES

rdrojas@live.unicuces.edu.co, rectoria@unicuces.edu.co, diradministracion@unicuces.edu.co,
jasarunicuces2025@gmail.com

RESUMEN

El estudio titulado “Capacidad Gerencial y Desarrollo Sostenible en Micro y Pequeñas Empresas de Cali” se adentra en cómo las habilidades de gestión influyen en la sostenibilidad de tres sectores clave para la economía local: madera, cuero y confección. En un contexto marcado por la pérdida de competitividad y una gestión basada más en la experiencia que en la técnica, el objetivo es claro: encontrar un modelo de administración que se alinee con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).

Para lograrlo, se adoptó un enfoque cuantitativo dentro del paradigma positivista. Se aplicó la herramienta de Medición de Capacidades Empresariales (MCE) a 122 empresas, evaluando cinco áreas fundamentales: gestión, desarrollo de productos, comercialización, finanzas y tecnología. Los resultados mostraron que el instrumento utilizado es altamente confiable, lo que respalda la validez del análisis.

Los resultados indican que más del 70% de las MyPEs presentan niveles bajos de desarrollo gerencial, con debilidades en innovación y sostenibilidad. La Capacidad Administrativa y Financiera (CAF) es el principal predictor del desarrollo sostenible, evidenciando que la gestión financiera sólida y la planificación presupuestal son determinantes para la estabilidad empresarial.

Se concluye que la sostenibilidad aún no está institucionalizada y se requiere fortalecer la gestión gerencial, la formalización, la articulación institucional y la innovación mediante políticas públicas y cooperación universidad-empresa-Estado.



Palabras Clave: Capacidades gerenciales, Medición de las Capacidades Empresariales, Sostenibilidad

Problema

La competitividad del área metropolitana de Santiago de Cali ha experimentado un retroceso, ubicándose en el quinto lugar a nivel nacional respecto a periodos anteriores, con desempeños bajos en pilares clave como la Adopción de TICs, Sostenibilidad Ambiental, e Innovación y Dinámica Empresarial (CPC & Rosario, 2019). Este fenómeno se relaciona directamente con la capacidad gerencial de los directivos para interpretar y actuar sobre las tendencias de mejoramiento empresarial. El tejido productivo de Cali está dominado por las Micro y Pequeñas Empresas (MyPEs), que constituyen aproximadamente el 97% del total de compañías.

El contexto sectorial de la investigación se centra en tres subsectores manufactureros tradicionales y estratégicos para la economía local: la transformación de la madera, la transformación del cuero (calzado y marroquinería) y la confección. Estos sectores han sido históricamente reconocidos por su significativa capacidad para generar empleo. Sin embargo, enfrentan desafíos estructurales que amenazan su sostenibilidad y competitividad, evidenciados en la contracción del número de empresas, la pérdida de aproximadamente el 4% de empleos en el subsector de la madera (Rojas et al., 2019) como ejemplo.

El problema central radica en la ausencia de estructuras formales robustas y la prevalencia de una gestión empírica, ligada a la interacción familiar, lo que limita la institucionalización de procesos de calidad, diseño estratégico y planificación financiera. La mayoría de las MyPEs se ubican en niveles bajos de desarrollo gerencial en áreas como la documentación de procesos, planificación financiera, innovación y articulación institucional. Esta deficiencia gerencial obstaculiza la adopción de procedimientos organizacionales profesionales y, por ende, su desarrollo sostenible.

El desafío que enfrentan muchas micro y pequeñas empresas en Cali es urgente: necesitan adoptar modelos de gestión que integren principios de sostenibilidad y estén alineados con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). Esta necesidad se vuelve aún más relevante en sectores como la transformación de la madera, el cuero y la confección, pilares de la economía local.

En este contexto, surge una pregunta clave: ¿Qué modelo de gestión empresarial puede impulsar el desarrollo sostenible de estas MyPEs? Encontrar la respuesta no solo permitirá fortalecer la resiliencia y competitividad de estas empresas, sino que también contribuirá a preservar empleos y mejorar el bienestar de toda la región.

Marco Teórico

El marco de referencia del estudio se establece en torno a tres pilares conceptuales: la Sostenibilidad, las Capacidades en la Organización y la relación entre Capacidades Empresariales y Sostenibilidad, todo ello sustentado por un análisis de estudios previos y el marco regulatorio aplicable.

El Concepto de Sostenibilidad

La sostenibilidad se concibe como un imperativo estratégico que trasciende la mera ventaja competitiva. El Informe Burtland (Burtland, 1987), la define como "Satisfacer las necesidades del presente sin comprometer la habilidad de las futuras generaciones de satisfacer sus necesidades propias.", el análisis documental revela que la gestión empresarial actual de las MyPEs en Cali no es consistente con los principios de sostenibilidad. Los estudios previos (Tabla 1)

Tabla 1. Estudios Sostenibilidad

Estudio / Título	Año	Autor(es)	Variables Principales
<i>La sostenibilidad en la formación universitaria</i>	2014	(Aznar Minguet, P., Ull, M. A., Piñero, A., & Martínez-Agut, 2014).	Educación para la sostenibilidad, competencias transversales, ética ambiental
<i>Sostenibilidad curricular en educación superior</i>	2020	(Higuera Zimbrón, A., Rivera Gutiérrez, E., & Santamaría Ortega, 2020)	Sostenibilidad curricular, interdisciplinariedad, Agenda 2030
<i>Universidad y sostenibilidad: una aproximación teórica</i>	2015	(Parrado Castañeda, Á. M., & Trujillo Quintero, 2015)	Campus sostenible, gestión ambiental, gobernanza universitaria
<i>Sostenibilidad en la educación superior en Colombia</i>	2022	(González-Campo, C. H., Ico-Brath, D., & Murillo-Vargas, 2022)	Planeación estratégica, integración de ODS, barreras institucionales
<i>Economía circular y Agenda 2030</i>	2022	(Zottele Allende, A. C., & Nájera Jiménez, 2022)	Economía circular, consumo responsable, ética empresarial
<i>Agenda 2030 y sostenibilidad en la UE</i>	2022	(Marta Alejandra González López, 2022)	ODS, políticas económicas, resiliencia post-COVID
<i>Sostenibilidad y gobernanza en la OCDE</i>	2022	(González Parías, C. H., Londoño Arias, J. A., Paradela López, M., & Builes Tobón, 2022)	Gobernanza económica, cooperación internacional, desarrollo en transición

Estudio / Título	Año	Autor(es)	Variables Principales
<i>Fundamentación de la sostenibilidad en educación superior</i>	2017	(Alba Hidalgo, 2017)	Educación ambiental, responsabilidad social, transparencia
<i>Sostenibilidad y desarrollo humano</i>	2020	(UC3M., 2021)	Derechos humanos, inclusión, diversidad, Agenda 2030

indican que las empresas en el Valle del Cauca, especialmente las medianas y grandes, han incrementado su conciencia y han comenzado a incorporar prácticas de sostenibilidad motivadas por presiones de mercados internacionales, políticas públicas y la adaptación al cambio climático.

Autores como Zanabria Yanqui (2025) han enfocado estudios en la competitividad, economía circular y digitalización en MyPEs latinoamericanas, mientras que el DANE (2023) provee estadísticas clave sobre indicadores ambientales, sociales, económicos e institucionales relacionados con el desarrollo sostenible (Tabla 2).

Tabla 2 . Variables Principales Estudios Nacionales y/o Latinoamericanos

Estudio / Título	Año	Autor(es)	Variables Principales
Estrategias sostenibles en MyPEs latinoamericanas	2025	Zanabria Yanqui	Competitividad, economía circular, digitalización, barreras institucionales
Madera sostenible para un mundo sostenible	2022	FEDEMADERAS	Gestión forestal, ciclo de vida del producto, bioeconomía, cadenas de valor
Iniciativas de sostenibilidad en ALC	2023	OECD	Conducta empresarial responsable, certificaciones, gobernanza, impacto social
Estadísticas de desarrollo sostenible	2023	DANE	Indicadores ambientales, sociales, económicos e institucionales
Perfil económico del Valle del Cauca	2022	MinCIT	Productividad, exportaciones, estructura empresarial, sectores estratégicos
Diagnóstico de capacidades organizacionales	2021	Fundación IC	Liderazgo, planeación estratégica, cultura organizacional, innovación
Gestión sostenible en Mipymes madereras	2023	Univ. del Valle	Producción limpia, eficiencia energética, legalidad de insumos, capacitación
Gobernanza y sostenibilidad en textiles	2021	UNAL	Gobierno corporativo, responsabilidad social, transparencia, sucesión
Índice de competencias organizacionales	2010	USAID-MIDAS	Capacidad técnica, gestión financiera, clima organizacional, redes
Capacidades productivas en empresas rurales	2012	MADR-FIDA	Tecnología, sostenibilidad ambiental, inclusión social, acceso a mercados



La necesidad de un enfoque gerencial proactivo es destacada por diversos estudios, los cuales consideran la sostenibilidad no como un tema secundario, sino como una estrategia central que debe involucrar a la alta dirección, fortalecer la resiliencia y mejorar el desempeño financiero.

Las Capacidades en la Organización

El estudio se fundamenta en la perspectiva de las Capacidades Gerenciales como la variable independiente que influye en la sostenibilidad (variable dependiente). El concepto de capacidad gerencial, esencial para el desarrollo sostenible de las MyPEs, se operacionaliza en el estudio a través de cinco dimensiones, adaptadas de modelos para empresas privadas y asociaciones referenciados por la (USAID, 2021) y la (IC Fundación, 2021):

Capacidad Gerencial y Organizacional (CGO): Evalúa la toma de decisiones estratégicas, administración del negocio y la participación del personal.

Capacidad de Servicios y/o Productos (CSP): Relacionada con el desarrollo de productos y la atención a la economía circular (Reducir, Reutilizar, Reciclar).

Capacidad Comercial y de Mercadeo (CCM): Evalúa la penetración de mercados, segmentación, distribución y alianzas.

Capacidad Administrativa y Financiera (CAF): Mide la gestión de recursos humanos, planificación presupuestal, contabilidad, costos y acceso a crédito.

Capacidad Tecnológica e Innovadora (CTI): Evalúa la documentación de desarrollos, procesos de creación de nuevos productos y adopción digital.

El abordaje teórico de las capacidades es crucial, pues se ha identificado que el liderazgo sostenible desde los altos niveles jerárquicos aún es limitado en América Latina, aunque cuando está presente, fortalece la atracción de talento, innovación y gestión de riesgos. Además, las prácticas gerenciales de sostenibilidad son diferenciadas por tamaño y sector: en pequeñas empresas predominan las prácticas de monitoreo del entorno y respuesta rápida al cambio.



Capacidades Empresariales y Sostenibilidad (Estudios)

Los estudios previos analizados como los referidos en la Tabla 2 refuerzan la conexión entre gestión y sostenibilidad, entre ellos:

Fundación IC (2021): Un diagnóstico aplicado a MyPEs del cuero y la confección en Colombia (incluyendo el Valle del Cauca) reveló déficits en el liderazgo estratégico con enfoque sostenible, una planeación reactiva que no incorpora objetivos ambientales ni sociales, y una cultura organizacional poco predispuesta al aprendizaje e innovación.

MinCIT (2022): Un perfil económico del Valle del Cauca encontró que, si bien hay avances en grandes empresas, persisten brechas en capacidades gerenciales en MyPEs, lo que obstaculiza su transformación hacia modelos sostenibles debido a limitaciones de recursos y conocimiento técnico.

La literatura subraya que la toma de decisiones estratégicas, la aplicación de prácticas ecoeficientes, la gestión de la cadena de suministro y la innovación tecnológica son elementos esenciales para equilibrar el desempeño económico con la responsabilidad ambiental y social. La clave es desarrollar y fortalecer la Capacidad Gerencial para que la sostenibilidad se institucionalice y se mantenga en el tiempo.

Metodología

La investigación se adscribe al paradigma positivista y utiliza un enfoque metodológico cuantitativo. Este enfoque es fundamental para esclarecer el fenómeno de la capacidad gerencial y su vínculo con la sostenibilidad, facilitando la caracterización adecuada del problema y la generación de recomendaciones pertinentes.

Tipo de Investigación y Paradigma

Paradigma Metodológico: Positivista, lo que facilita el entendimiento de los aspectos que determinan los procesos de gestión empresarial actual y su confrontación con propuestas relacionadas, como los conceptos de capacidades gerenciales de la USAID.

Tipo de Investigación: Cuantitativa. Se enfoca en el análisis objetivo y sistemático de datos recolectados a través de instrumentos estructurados.

Modelo de Análisis: No obstante, se establecieron dos modelos, un modelo de medición de las capacidades empresariales (MCE) y un modelo de regresión multilineal para l



medición de la importancia de las capacidades gerenciales en el contexto de la sostenibilidad, el análisis que se presenta se aborda desde la propuesta de la Ic Fundación, en la cual:

$$MCE = \sum (Ic_i \times CE_i)$$

Y la Ic_i es la capacidad empresarial analizada la cual se mide:

$$Cal^{CGO} = \text{Cal Total CGO} - 6$$

24

En ello: Cal Total CO (Cal^{CO}) representa la suma de las respuestas obtenidas para la capacidad organizacional.

El valor de 6 corresponde a la calificación mínima de acuerdo al número de preguntas totales de la capacidad, para el ejemplo es 6, y 24 corresponde a la diferencia entre la calificación máxima que podría obtener (número de preguntas multiplicado por la calificación máxima de cada pregunta) menos la puntuación mínima, situación que se repite para cada capacidad.

En este horizonte y como producto de un panel de expertos en Gerencia Empresarial, se estimó, que el peso de cada una de las capacidades es como se especifica en la Tabla 3:

Tabla 3. Peso de las Capacidades Gerenciales

Capacidad	Peso (Ic_i) %
Capacidad Gerencial y Organizacional	18
Capacidad de servicios y/o productos	22
Capacidad Comercial y de Mercadeo	25
Capacidad Administrativa y Financiera	17
Capacidad Tecnológica y de Innovación	18

Por ello el modelo de la MCE opera de la siguiente manera:

$$MC = 0.18Cal^{CGO} + 0.22Cal^{CSP} + 0.25Cal^{CCM} + 0.17Cal^{CAF} + 0.18Cal^{CTI}$$

En el mismo horizonte y atendiendo la propuesta de la IC Fundación, la valoración de las organizaciones en cuanto a su desarrollo empresarial de cara a la sostenibilidad se establece de acuerdo con la siguiente tabla:

Tabla 4 . Valoración Niveles de Desarrollo

Organización	Evaluación MCE	Nivel de desarrollo empresarial	Características de la empresa
Tipo D	< 25% >=40%	Muy Bajo	No hay un modelo de negocio claro No se han realizado ejercicios comerciales
Tipo C	> 40% >= 60%	Bajo	Hay un modelo de negocio que no ha sido validado. Han realizado muy pocos ejercicios comerciales.
Tipo B	> 60% >= 80%	Medio	Existe un modelo de negocio en implementación, el volumen de ventas no llega al punto de equilibrio económico
Tipo A	> 80% >= 100%	Alto	* El modelo de negocio está validado, y se busca escalar.

Población, Muestra e Instrumentos

El estudio se localizó en Santiago de Cali, Valle del Cauca, y se centró en un universo de Micro y Pequeñas Empresas (MyPEs) de tres subsectores manufactureros clave: Transformación de la Madera, Transformación del Cuero (calzado y marroquinería) y Confecciones. La población objetivo es significativa, ya que el sector manufacturero en Cali totalizaba aproximadamente 12.704 empresas en 2023, de las cuales la inmensa mayoría (11.562) son microempresas. La muestra de investigación fue estratificada por sector y tamaño, determinada mediante un cálculo específico, su tamaño exacto es de 122 empresas de las cuales se abordan 118 microempresas, 37 de madera, 42 textil confección y 39 en Cuero, pequeñas empresas se abordan 4 de las cuales 1 en madera, 2 en confecciones y 1 en cuero, la muestra que se detalla fue considerada relevante para el análisis estadístico de los resultados.

Para la recolección de datos, se utilizó un enfoque cuantitativo y se aplicó la herramienta Medición de Capacidades Empresariales (MCE), diseñada para realizar un diagnóstico en profundidad a través de encuestas cerradas, escalas de valoración tipo Likert y matrices de evaluación. El estudio se enfocó en dos variables principales: la Variable Independiente, que corresponde a las Capacidades Gerenciales (medidas en cinco dimensiones: CGO, CSP, CCM, CAF y CTI); y la Variable Dependiente, la Sostenibilidad (SOST), operacionalizada a partir de la autopercepción de prácticas empresariales en escalas Likert, lo que permitió establecer relaciones entre los niveles de desarrollo organizacional y la gestión sostenible.



El estudio se apoyó en un proceso riguroso que incluyó la búsqueda de BIBLIOGRAFIA seleccionada, diseño de la encuesta, aplicación a la muestra, y análisis de la información para llegar a los hallazgos y conclusiones, en este sentido el Alfa de Cronbach citado en (Jaramillo & Ossesa, 2012) y calculado para el instrumento, arrojó un 0,8992 lo que indicó una excelente consistencia interna entre los ítems incluidos en el análisis.

Resultados

La síntesis de resultados se articula en torno a la caracterización del universo estudiado y la identificación/evaluación de los componentes de gestión empresarial, revelando patrones de desempeño, debilidades críticas, fortalezas incipientes y oportunidades estratégicas.

Generalidades de las MyPEs Estudiadas

El conjunto de micro y pequeñas empresas analizadas en Cali revela una configuración particular marcada por tres elementos clave: su ubicación geográfica, su tamaño reducido y su reciente creación. Estos factores configuran un ecosistema empresarial con rasgos tanto de vulnerabilidad como de dinamismo. El análisis muestra una fuerte aglomeración en la Comuna 9, que se consolida como un nodo estratégico para los subsectores de la madera, el cuero y las confecciones. Esta concentración, pese a la diversidad sectorial de la muestra, convierte a la zona en un centro productivo con alto potencial de articulación y desarrollo.

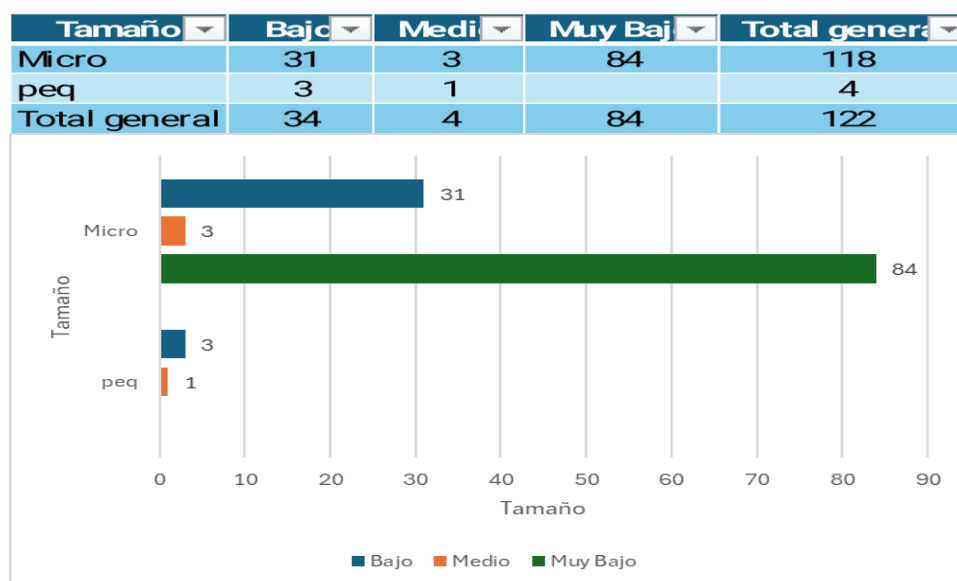
El universo de estudio está claramente inclinado hacia las microempresas, predominando aquellas con menos de diez años de operación. Esta juventud empresarial sugiere una alta tasa de creación de negocios, lo que refleja un entorno dinámico, pero también expuesto a los vaivenes del mercado y con desafíos en términos de consolidación y sostenibilidad.

En cuanto al cumplimiento normativo, el 83.6% de las empresas declara estar formalmente registradas, ya sea como persona natural o jurídica, lo que representa un nivel aceptable de legalidad comercial. Sin embargo, preocupa que un 8.2% opere sin ningún tipo de registro, lo que constituye una debilidad estructural. Esta informalidad no solo las expone a riesgos operativos y regulatorios, sino que también limita su acceso a beneficios institucionales, financiamiento y oportunidades de crecimiento.

Identificación y Evaluación de Componentes de Gestión Empresarial (MCE)

La Medición de las Capacidades Empresariales (MCE) revela que la mayoría de las MyPEs se ubican en niveles bajos o muy bajos de desarrollo gerencial Gráfico # 1.

Gráfico # SEQ Grafico_# * ARABIC 1 MCE Generales



De igual manera los resultados de cada una de las capacidades gerenciales arrojan los valores que se observan en los gráficos subsiguientes:

Gráfico # 2 CGO
(Capacidad Gerencial y Organizacional) industria / tamaño

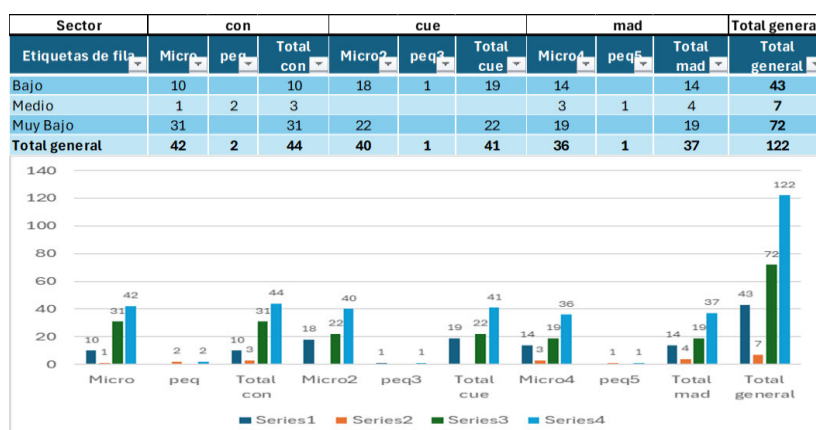


Gráfico # 3 CSP
(Capacidad Servicios y
Productos) industria /
tamaño

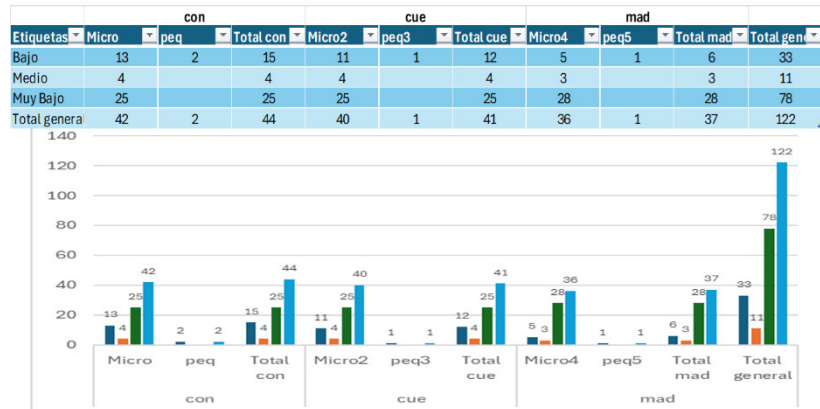


Gráfico # 4 CCM
(Capacidad Comercial y
Mercadeo) industria /
tamaño

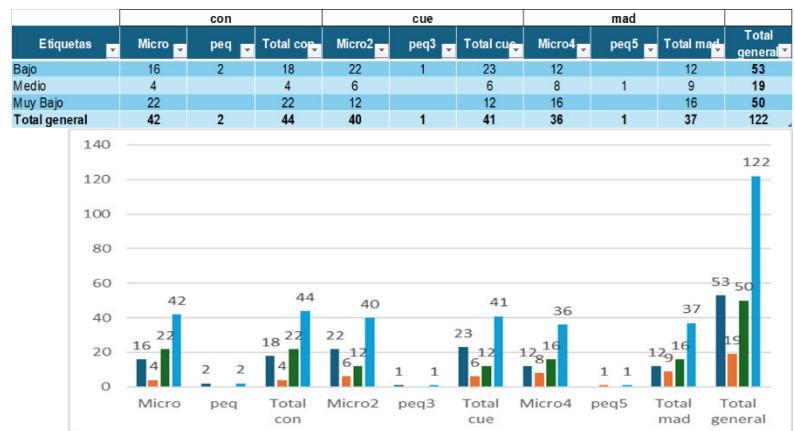


Gráfico # 5 CAF
(Capacidad Administrativa
y Financiera) Industria /
Tamaño

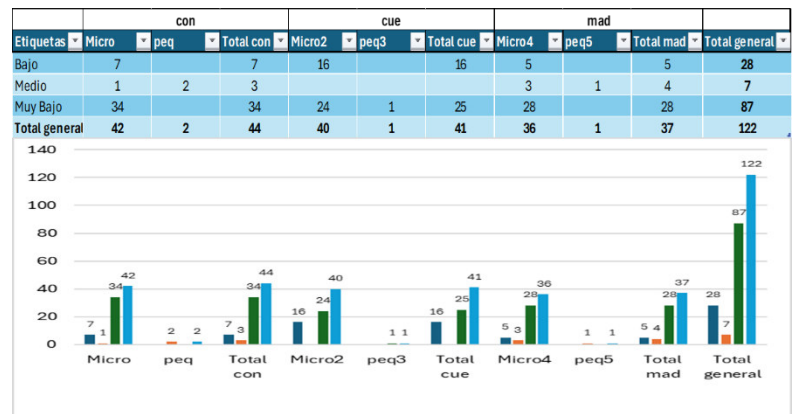
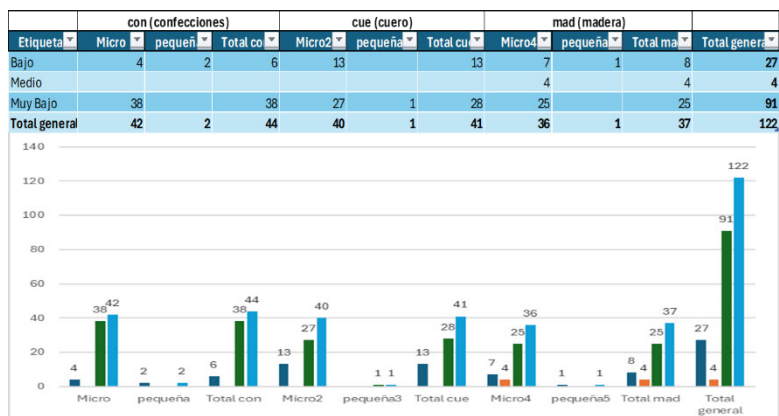


Gráfico # 6 CTI
(Capacidad de Tecnología
e Innovación) Industria /
Tamaño



De acuerdo con lo anterior se pueden definir los siguientes hallazgos:

Tabla 5 . Hallazgos principales en la MCE

Capacidad	Sigla	Hallazgo Principal	Nivel de Deficiencia
Capacidad Gerencial y Organizacional	CGO	El 72% de las entidades se califica como "muy baja" . El sector Confecciones es el más deficiente (93.18% en baja/muy baja).	DEBILIDAD CRÍTICA
Capacidad de Servicios y Productos	CSP	El 90.1% se concentra en niveles "bajo" o "muy bajo" . Es la capacidad donde se empieza a ordenar la actividad empresarial en función de la economía circular.	DEBILIDAD CRÍTICA
Capacidad Comercial y Mercadeo	CCM	Presenta una calificación "baja" o "muy baja" en el 85.9% de las empresas. El sector Cuero tiene el peor desempeño.	DEBILIDAD ALTA
Capacidad Administrativa y Financiera	CAF	Mayoría de las micro y pequeñas empresas tienen una capacidad "Muy Baja" en esta área. Sin embargo, es el único predictor significativo de la sostenibilidad.	DEBILIDAD CRÍTICA Y OPORTUNIDAD
Capacidad Tecnológica e Innovadora	CTI	Es la dimensión más crítica. 91 entidades (casi tres cuartas partes de la muestra) tienen capacidad "Muy Baja" . El sector Confecciones es el más afectado.	DEBILIDAD EXTREMA

Patrones y Debilidades:

- **Gestión Empírica y Falta de Sistematización:** La tendencia general es hacia una gestión poco sistematizada, con predominio de respuestas en los niveles 1 y 2 de las escalas de valoración.
- **Brecha en Innovación (CTI):** La debilidad es estructural, con la mayoría de las empresas sin procesos definidos para la creación de nuevos productos o baja adopción digital.



- **Inconsistencia con la Sostenibilidad:** La información y análisis sugieren que la gestión empresarial no es consistente con los principios de gestión para la sostenibilidad, limitando la capacidad de asegurar la viabilidad a largo plazo.
- **Articulación Institucional Escasa:** Existe una baja articulación institucional. La mayoría de las empresas no acceden a programas de apoyo (SENA, INNPULSA, etc.) por desconocimiento o falta de requisitos formales.
- **Inclusión Social Limitada:** La baja participación de mujeres, jóvenes y grupos vulnerables en la gestión refleja estructuras organizacionales poco diversas, lo que afecta la innovación y el clima laboral.

Fortalezas y Oportunidades:

- **Relevancia de la Capacidad Administrativa y Financiera (CAF):** El hallazgo más relevante es la relación directa entre la Capacidad Administrativa y Financiera (CAF) y la sostenibilidad empresarial. El modelo de MCE por los valores encontrados confirmó que la CAF es el predictor más importante de la sostenibilidad, mientras que otras capacidades (CGO, CCM, CSP, CTI) no demostraron un impacto directo y significativo, sino que probablemente sea indirecto.
- **Oportunidad:** Priorizar intervenciones en el área financiera (control de costos, planificación presupuestal, acceso a crédito) es la base más efectiva para el desarrollo de la sostenibilidad.
- **Iniciativas Incipientes en Innovación:** A pesar de la debilidad general en CTI, el sector de la Madera es el único que registra microempresas con capacidad Media.
- **Gestión Gerencial Orientada a Mejoras (Propuesta):** El estudio culmina en la propuesta de una estructura de gestión gerencial orientada a mejores prácticas, que sitúa a la CGO (Dirección Estratégica) y CAF (Gestión Financiera) como ejes centrales (Rojas Higueta, 2025). Esta propuesta representa una oportunidad para cubrir las brechas encontradas y potenciar el desarrollo empresarial con un enfoque sostenible.

CONCLUSIONES

La sostenibilidad empresarial no se encuentra institucionalizada. Los hallazgos indican que las prácticas de sostenibilidad en las MyPEs de Cali son incipientes, fragmentadas y



más reactivas que planificadas. Esta inconsistencia entre discurso y práctica impide que las empresas alineen su desempeño con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y con las políticas públicas regionales de competitividad y sostenibilidad.

El tejido empresarial de Cali mantiene una estructura empírica con baja sistematización y débil institucionalización. La predominancia de microempresas, la ausencia de estructuras formales y la limitada documentación de procesos evidencian un modelo de gestión reactivo más que estratégico. Esta configuración restringe la capacidad de adaptación frente a los retos para la consolidación de una cultura organizacional orientada a la innovación y la sostenibilidad.

El modelo de Medición de Capacidades Empresariales (MCE): Se consolida como una herramienta confiable y útil para el diagnóstico estratégico de las micro y pequeñas empresas. Con un Alfa de Cronbach elevado, demuestra una alta consistencia estadística, lo que permite identificar con precisión las brechas en la gestión y establecer prioridades para intervenir. Aplicarlo de forma periódica no solo ayuda a monitorear el desempeño empresarial, sino que también sirve como guía para avanzar hacia modelos de gestión más sostenibles.

La gestión financiera: motor clave de la sostenibilidad: Los hallazgos del estudio confirman que la capacidad gerencial es el núcleo del desarrollo sostenible en las MyPEs. En particular, la dimensión administrativa y financiera (CAF) se destaca como el factor más determinante para lograr sostenibilidad organizacional. Esto subraya la importancia de una gestión financiera sólida, basada en una planificación presupuestal eficiente, control riguroso de costos y acceso estratégico al crédito. Aunque otras capacidades también influyen, lo hacen de manera indirecta, lo que sugiere que el fortalecimiento integral es necesario, pero debe comenzar por robustecer la gestión financiera.

Las políticas públicas y gestión empresarial: Los resultados del estudio plantean una necesidad urgente de diseñar políticas públicas que fortalezcan las capacidades gerenciales de las micro y pequeñas empresas. Esto implica promover la educación financiera, mejorar la gobernanza organizacional e incentivar la innovación sostenible. Además, se recomienda fomentar alianzas estratégicas entre universidades, empresas y el Estado, con el fin de facilitar la transferencia tecnológica y avanzar en la formalización



productiva. Estos ejes son fundamentales para elevar la competitividad regional y construir un tejido empresarial más sólido en términos de sostenibilidad.

BIBLIOGRAFIA

1. Alcaldía de Cali. (2024). *Plan de Desarrollo Distrital 2024 - 2027*.
2. CONSEJO PRIVADO DE COMPETITIVIDAD. (2024). *Índice de Competitividad de las Ciudades (ICC) 2024*.
3. Donato, H., & Haedo, H. (2019). *Atlas de la geografía industrial de Colombia*.
4. DANE. (2023). *Encuesta Anual Manufacturera (EAM) 2022*.
5. Gobernación del Valle del Cauca. (2024). *Plan de Desarrollo Del Valle Del Cauca 2024 - 2027*.
6. Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2010). *Metodología de la investigación* (5a ed.).
7. IC Fundación. (2021). *Diagnóstico aplicado a Mipymes del cuero y confección*.
8. Mincomercio. (2019a). *Decreto 957 de 2019*.
9. Mincomercio. (2019b). *Clasificación de empresas por tamaño*.
10. MinCIT. (2022). *Perfil económico del Valle del Cauca*.
11. Rojas Higueta, R. D. (2025). *Capacidad Gerencial enfocada al Desarrollo Sostenible en Micros Y Pequeñas Empresas de Tres Industrias en Cali. Informe de Investigación. Corporación Universitaria Centro Superior - UNICUCES*.
12. Rojas, R. D., et al. (2019). *Estudios sobre tendencias en la presencia de empresas*.
13. USAID. (2021). *Índice de desempeño organizacional (IDO)*.
14. Zanabria Yanqui. (2025). *Estrategias sostenibles en MyPEs latinoamericanas*.



ESTRUCTURA DE GESTIÓN DOCENTE PARA LOS PROGRAMAS DE PREGRADOS DE LA CORPORACIÓN UNIVERSITARIA AUTÓNOMA DE NARIÑO (VILLAVICENCIO).

Jair David Marín Martínez¹; Leidy Taiana Cespedes Baquero²; Jhon Wilmer Rojas Gutiérrez.³

¹Grupo de Investigación GIAUNARVI. Subdirector académico, Docente programa de administración de empresas. MBA, Master en administración de empresas.

<https://orcid.org/0009-0005-4455-6611>.

²Grupo de Investigación GIAUNARVI. Coordinadora de Investigación e Innovación, Docente programa de Contaduría Pública. MBA, Master en Administración de negocios.

<https://orcid.org/0009-0005-4455-6611>.

²Grupo de Investigación GIAUNARVI. Coordinador de la Facultad de Ciencias Sociales, Docente programa de Contaduría Pública. Esp, en finanzas.

<https://orcid.org/0009-0005-4455-6611>.

Corporación Universitaria Autónoma de Nariño Extensión Villavicencio.

RESUMEN

La presente investigación tiene como propósito diseñar un modelo integral que permita optimizar la gestión del profesorado en los programas de pregrado de la institución. Se centra en los retos y necesidades que enfrentan los docentes en sus funciones académicas y administrativas, incorporando aspectos esenciales como la dirección, la práctica pedagógica y el uso de tecnologías digitales.

El estudio comienza con un análisis detallado del estado actual de la administración docente, identificando los principales obstáculos que limitan el desempeño profesional y afectan la calidad educativa. A partir de ello, plantea una estrategia orientada a fortalecer el papel del profesorado, con el fin de mejorar los aprendizajes de los estudiantes y garantizar una educación superior de alto nivel.

Asimismo, responde a las exigencias del contexto educativo contemporáneo, integrando recursos tecnológicos, asegurando el cumplimiento de estándares académicos y promoviendo la actualización constante de competencias. Su implementación busca generar beneficios tanto para docentes como para estudiantes, mediante una gestión eficaz, coherente con las tendencias internacionales, y basada en un enfoque participativo y sistemático que involucra a todos los actores relevantes.

Palabras clave: Gestión docente, Programas pregrado, AUNAR Villavicencio, Optimización profesoral, Calidad educativa.



INTRODUCCIÓN

Planteamiento del problema

La educación superior atraviesa actualmente numerosos retos, siendo la gestión del profesorado uno de los más relevantes, ya que incide de manera directa en la calidad del proceso formativo y en los logros alcanzados por los estudiantes. En el caso de la Corporación Universitaria Autónoma de Nariño, sede Villavicencio, se han identificado diversas dificultades vinculadas a la administración docente que requieren atención inmediata.

En primer lugar, se evidencia la ausencia de estrategias sólidas y bien definidas que respalden el trabajo académico y administrativo de los profesores. Entre las limitaciones más notorias se encuentran la falta de planificación pedagógica estructurada, el acceso insuficiente a recursos tecnológicos adecuados para la enseñanza y la escasa promoción del desarrollo profesional continuo. A esto se suma la dificultad que muchos docentes experimentan al incorporar herramientas digitales en sus prácticas educativas, lo que restringe su capacidad de responder a las exigencias actuales del entorno académico.

En segundo término, se presentan problemas relacionados con la sobrecarga administrativa que recae sobre los profesores. Estas tareas suelen ser excesivas y reducen el tiempo disponible para preparar clases, realizar investigaciones o atender de manera personalizada a los estudiantes. Como consecuencia, se afecta tanto el desempeño docente como la calidad de la educación impartida.

Otro aspecto crítico es la falta de un sistema organizado que permita evaluar y mejorar de forma constante la gestión profesoral. La ausencia de esta estructura impide identificar con precisión las áreas que requieren intervención urgente y limita la posibilidad de aplicar estrategias eficaces para fortalecer el rol docente. Esto repercute directamente en los resultados académicos de los estudiantes, quienes no siempre reciben una formación integral acorde con las demandas del mundo laboral y social.

Finalmente, es necesario subrayar que estas problemáticas impactan no solo a docentes y estudiantes, sino también a la imagen institucional. En un escenario donde las universidades compiten por ofrecer programas de calidad y prestigio, resulta indispensable



contar con una gestión profesoral eficiente que contribuya al cumplimiento de dichos objetivos.

Por ello, se plantea la necesidad de diseñar una estructura integral que permita diagnosticar el estado actual de la gestión docente, reconocer sus principales debilidades e implementar acciones concretas para su mejora. Esta propuesta debe contemplar factores administrativos, pedagógicos y tecnológicos, ajustándose a las particularidades del contexto local e institucional.

Justificación

La importancia de este proyecto radica en su contribución al fortalecimiento del sistema educativo superior dentro del contexto específico de la Corporación Universitaria Autónoma de Nariño extensión Villavicencio. La gestión profesoral es un factor determinante para garantizar una educación superior de calidad; sin embargo, su potencial no ha sido plenamente aprovechado debido a diversas limitaciones estructurales y contextuales.

En primer lugar, este estudio permitirá realizar un diagnóstico detallado sobre el estado actual de la gestión profesoral en la institución. Este diagnóstico es esencial porque proporcionará información clave sobre las condiciones laborales y académicas de los docentes, así como sobre las principales dificultades que enfrentan en su desempeño diario. Al comprender estas problemáticas desde una perspectiva integral (administrativa, pedagógica y tecnológica), será posible proponer soluciones específicas que respondan a las necesidades reales del cuerpo docente.

En segundo lugar, este proyecto busca contribuir al mejoramiento continuo de la calidad educativa ofrecida por la institución. Una gestión profesoral eficiente no solo beneficia a los docentes al proporcionarles herramientas adecuadas para desarrollar su labor; también tiene un impacto directo en los estudiantes. Cuando los profesores cuentan con recursos suficientes y estrategias claras para desempeñar su rol, pueden ofrecer una enseñanza más efectiva e innovadora que fomente aprendizajes significativos entre sus estudiantes.

Además, este proyecto tiene relevancia porque aborda uno de los principales retos actuales en educación superior: la incorporación efectiva de tecnologías al proceso



educativo. La pandemia global aceleró la transformación digital en todos los niveles educativos; sin embargo, muchas instituciones aún enfrentan dificultades para integrar estas herramientas dentro del aula. Esta estructura buscará cerrar esa brecha tecnológica mediante estrategias concretas que permitan a los docentes utilizar tecnologías innovadoras para enriquecer sus prácticas pedagógicas.

Por último, este proyecto está alineado con las metas estratégicas institucionales y nacionales relacionadas con el mejoramiento continuo de la educación superior. En Colombia, asegurar una formación profesional pertinente y competitiva es una prioridad nacional; por lo tanto, diseñar Una estructura eficiente para gestionar al cuerpo docente representa un aporte significativo al cumplimiento de estos objetivos.

En conclusión, esta investigación no solo responde a una necesidad institucional inmediata sino que también tiene implicaciones más amplias para el desarrollo del sistema educativo regional. Al proponer Una estructura integral para mejorar la gestión profesoral, se espera contribuir al fortalecimiento del rol docente como eje central del proceso educativo y garantizar una formación profesional acorde con las exigencias del siglo XXI.

MARCO TEORICO

El marco teórico de la propuesta de investigación sobre una estructura de gestión docente para los programas de pregrado de la Corporación Universitaria Autónoma de Nariño extensión Villavicencio se fundamenta en diversas teorías y enfoques que abordan la gestión educativa, el desempeño docente y la calidad en la educación superior. A continuación, se presentan los componentes clave que sustentan esta investigación:

- **Teoría del Desempeño Docente:** Esta teoría se centra en la evaluación del desempeño de los profesores, considerando factores como la planificación, la ejecución y la evaluación de procesos educativos. Según Campos Alvarado (2020), Una estructurade evaluación del desempeño profesoral debe ser integral y considerar una perspectiva de 360 grados, lo que permite obtener información confiable sobre el cumplimiento de metas educativas y facilita la toma de decisiones para mejorar los procesos académicos (Bogoya, Morales & Marín,2020)



- **Gestión del Conocimiento:** La gestión del conocimiento en instituciones de educación superior es fundamental para el desarrollo académico y profesional del profesorado. Este enfoque implica identificar, crear y distribuir conocimiento que potencie las capacidades docentes. Rojas (2020) destaca que Una estructura efectivo de gestión del conocimiento puede contribuir a convertir aprendizajes empíricos en conocimientos explícitos, facilitando su almacenamiento y transferencia a través de tecnologías adecuadas. (Guzmán & Arrieta, 2020).
- **Competencia Global:** La educación contemporánea requiere desarrollar competencias globales en los estudiantes, lo que implica que los docentes deben estar capacitados para fomentar estas habilidades. Un marco teórico reciente propone evaluar la gestión educativa en función del desarrollo de competencias globales, lo que puede ser un referente importante para el diseño del modelo propuesto. (García, Bueno & Teba-Fernández, 2021).
- **Liderazgo Educativo:** El liderazgo docente es un aspecto crucial en la gestión educativa. Los modelos actuales sugieren que un liderazgo efectivo puede influir positivamente en el clima escolar y en el rendimiento académico. La investigación sobre liderazgo docente resalta la necesidad de formar a los profesores no solo como educadores, sino también como líderes dentro del aula y en sus comunidades educativas. (Pérez, Marco, & Conejo, 2023).

Objetivo general

Diseñar una estructura de gestión docente para los profesores de los programas de pregrado de la Corporación Universitaria Autónoma de Nariño (Villavicencio).

METODOLOGÍA

Enfoque

Se utilizará un enfoque mixto para obtener una comprensión integral del problema de investigación. El enfoque cuantitativo permitirá recolectar datos numéricos para analizar el impacto de la gestión profesoral en la calidad educativa y los resultados de aprendizaje. El enfoque cualitativo permitirá explorar en profundidad las experiencias, percepciones y desafíos que enfrentan los profesores, proporcionando un contexto rico y detallado para interpretar los datos cuantitativos.



Tipo de investigación:

Inicialmente, se realizará un estudio descriptivo para diagnosticar el estado actual de la gestión profesoral en la Corporación Universitaria Autónoma de Nariño extensión Villavicencio. Posteriormente, se llevará a cabo un análisis explicativo para identificar las causas y consecuencias de las principales dificultades y desafíos que enfrentan los profesores, así como para analizar el impacto de la gestión profesoral en la calidad educativa y los resultados de aprendizaje de los estudiantes.

Hipótesis Alternativa: Una estructurade gestión profesoral integral, que considere factores administrativos, pedagógicos y tecnológicos, tendrá un impacto positivo significativo en la calidad educativa y los resultados de aprendizaje de los estudiantes de la Corporación Universitaria Autónoma de Nariño extensión Villavicencio.

Hipótesis Nula: Una estructurade gestión profesoral integral, que considere factores administrativos, pedagógicos y tecnológicos, tendrá un impacto negativo en la calidad educativa y los resultados de aprendizaje de los estudiantes de la Corporación Universitaria Autónoma de Nariño extensión Villavicencio.

Población:

La población objeto de estudio está compuesta por 75 profesores vinculados a los programas de pregrado de la Corporación Universitaria Autónoma de Nariño extensión Villavicencio. Estos docentes representan una diversidad de disciplinas académicas y niveles de experiencia, lo que permite obtener una visión amplia y representativa sobre la gestión profesoral en la institución. La selección de esta población es fundamental para el diagnóstico del estado actual de la gestión docente, así como para identificar las principales dificultades y desafíos que enfrentan en su desempeño académico y administrativo. Se espera que la participación activa de estos profesores en el proceso de investigación contribuya a la elaboración de Una estructurade gestión profesoral que responda a sus necesidades específicas y que, a su vez, impacte positivamente en la calidad educativa y los resultados de aprendizaje de los estudiantes. Además, al incluir a todos los profesores vinculados, se garantiza una representación equitativa y se fomenta



un enfoque colaborativo en la búsqueda de soluciones efectivas para mejorar la gestión académica en la institución.

Fuentes primarias

Se aplicarán encuestas a los docentes de la Corporación Universitaria Autónoma de Nariño, extensión Villavicencio, con el fin de conocer su percepción frente a los desafíos que enfrentan en su gestión académica y administrativa. Además, se realizarán entrevistas ya que es una herramienta más detallada que pretende profundizar en las percepciones docentes sobre los desafíos y propuestas de mejora.

Fuentes secundarias

Se consultarán documentos institucionales, normativas internas, artículos académicos, libros y otras investigaciones previas relacionadas con la gestión profesoral y el uso de tecnologías en la educación superior.

Técnicas de recolección de información

Las técnicas de recolección de información utilizadas serán la encuesta estructurada y la entrevista semiestructurada como técnicas cualitativas y cuantitativas, respectivamente. Además, se llevará a cabo una revisión documental para complementar el análisis con datos ya existentes y relevantes al tema de estudio.

Determinación de la Muestra

De acuerdo con la fórmula para la población finitas se establece que la muestra es de 64 profesores pertenecientes a la universidad Autónoma de Nariño extensión de Villavicencio como se evidencia a continuación.

$$n = 95\%$$

$$nc: \text{nivel de confianza} = 95\%$$

$$p: \text{Probabilidad de ocurrencia} = 0,5\%$$

$$q: \text{probabilidad de fracaso} = 0,5\%$$

$$z: \text{Nivel de correlación} = 1,959964$$

$$e: \text{Probabilidad de error} = 0,005$$

$$n: \text{Muestra} = 64$$



RESULTADOS ESPERADOS

- Diagnóstico preciso del estado actual de la gestión docente, identificando deficiencias administrativas, pedagógicas y tecnológicas mediante encuestas, entrevistas y revisión documental a 64-75 profesores.
- Identificación de desafíos clave como cargas administrativas excesivas, brechas digitales y falta de desarrollo profesional, con impacto cuantificable en el desempeño académico.
- Análisis del vínculo entre gestión docente eficiente y mejora en calidad educativa, evidenciando avances en resultados de aprendizaje estudiantil vía enfoque mixto.
- Propuesta concreta de estructura integral, alineada con metas institucionales, incluyendo estrategias para liderazgo docente, gestión del conocimiento y competencias globales.

CONCLUSIONES

La implementación de esta estructura optimizará la administración del profesorado, fortaleciendo su rol como eje del proceso educativo y elevando la excelencia en pregrados. Contribuirá al cierre de brechas tecnológicas post-pandemia y al alineamiento con prioridades nacionales colombianas de educación superior competitiva. Generará impactos sostenibles en docentes, estudiantes e institución, fomentando innovación pedagógica y reputación regional mediante Una estructura participativa y sistemática

BIBLIOGRAFIA

- Bogoya Maldonado, J, Morales Saldarriaga, M, Marín Suárez, C, Galindo López, L, Muñoz Restrepo, A, Villa Saavedra, A y Campos Alvarado, J. (2020). Sistema de evaluación del desempeño profesoral: marco teórico. Universidad Cooperativa de Colombia, Vicerrectoría Académica, Medellín. Disponible en: <https://dx.doi.org/10.16925/wpgp.02>
- García-Beltrán, E., Bueno-Villaverde, Ángeles, & Teba-Fernández, E. (2021). Marco teórico para la evaluación de la gestión educativa para el desarrollo de la competencia global. Revista De Estilos De Aprendizaje, 14(28), 83–97. <https://doi.org/10.55777/rea.v14i28.3734>



- Pérez, Ricardo Palacios, Ramírez, Marco Tarifeño, & Conejo, Ada Lucia Gallegos Ruiz. (2023). Liderazgo docente universitario en los modelos del sistema gestión universitario, explorando enfoques. Horizontes Revista de Investigación en Ciencias de la Educación, 7(30), 1989-2005. Epub 25 de mayo de 2023. <https://doi.org/10.33996/revistahorizontes.v7i30.644>
- Escorcía Guzmán, J., & Barros Arrieta, D. (2020). Gestión del conocimiento en Instituciones de Educación Superior: Caracterización desde una reflexión teórica. Revista de Ciencias Sociales. Obtenido de <https://www.redalyc.org/journal/280/28063519013/html/>
- ANID, A. (S.f de 10 de 2024). ¿Cuál es la diferencia entre un pregrado y un postgrado? Obtenido de Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo, ANID: <https://ayuda.anid.cl/hc/es/articles/360022532491--Cu%C3%A1l-es-la-diferencia-entre-un-pregrado-y-un-postgrado>
- Bogoya Maldonado, J. D., Morales Saldarriaga, M., Marín Suárez, C. A., Galindo López, L. F., Muñoz Restrepo, A. L., Villa Saavedra, A., & Campos Alvarado, J. L. (S.f. de 11 de 2020). Sistema de evaluación del desempeño profesoral. Obtenido de Universidad Cooperativa de Colombia, Vicerrectoría Académica, Medellín: <https://dx.doi.org/10.16925/wpgp.02>
- Darroz, L., Werner da Rosa, C., & Pelegrini, M. (15 de 11 de 2015). Dificultades encontradas por estudiantes do ensino público do Rio Grande do Sul nas questões de Física do ENEM: um estudo de caso. Obtenido de Revista IBERO AMERICANA de educacion: <https://doi.org/10.35362/rie693116>
- Escorcía Guzmán, J., & Barros Arrieta, D. (S.F de S.F de 2020). Gestión del conocimiento en Instituciones de Educación Superior: Caracterización desde una reflexión teórica. Obtenido de Revista de ciencias sociales: <https://www.redalyc.org/journal/280/28063519013/html/>



PROYECTO DE INVESTIGACIÓN DIAGNÓSTICO DEL IMPACTO DE LA GESTIÓN EMPRESARIAL EN LA SOSTENIBILIDAD Y LA RENTABILIDAD DE LOS NEGOCIOS EN HISPANIA, ANTIOQUIA

Daniel Rendón Ruiz, Maria Camila Sierra Villegas, Juan Carlos Montoya Galeano.

Semillero de innovación empresarial

Institución Universitaria Digital de Antioquia.

Camila.sierra@est.iudigital.edu.co

Daniel.rendonr@est.iudigital.edu.co

Juan.montoyag@est.iudigital.edu.co

Planteamiento del Problema

En Hispania, el comercio representa el 57.95% de las unidades productivas; sin embargo, la mayoría de las microempresas opera con gestión empírica, alta informalidad laboral (63.26%), analfabetismo (15.31%) y baja conectividad (10.10% de los hogares con internet fijo). Estos factores limitan el acceso a formación y tecnologías empresariales, afectando la sostenibilidad y rentabilidad de los negocios. La investigación busca responder: ¿Cómo inciden las prácticas de gestión empresarial en la sostenibilidad y rentabilidad de los negocios en el municipio de Hispania, Antioquia?

Objetivo general

Diagnosticar el impacto de la gestión empresarial en la sostenibilidad y la rentabilidad de los negocios en Hispania, Antioquia.

Objetivos específicos

Reconocer las prácticas de gestión empresarial de los negocios.

Identificar las condiciones de sostenibilidad y rentabilidad de los negocios.

Analizar la incidencia de las prácticas de gestión empresarial en la sostenibilidad y la rentabilidad de los negocios.

Marco de referencia teórico

La gestión empresarial implica planificar, organizar, dirigir y controlar recursos para alcanzar eficiencia, sostenibilidad y rentabilidad. Bloom et al. (2017), OECD (2017) y Porter



(1985) destacan la importancia del monitoreo, las metas y los incentivos, además de la interacción entre factores internos y externos.

Descripción metodológica

Enfoque mixto, descriptivo y correlacional. Se aplicarán encuestas a 20–30 comerciantes y entrevistas a 3–5 expertos. El análisis combinará estadística descriptiva y análisis temático, contrastando resultados locales con evidencia internacional.

Resultados esperados

Predominio de gestión empírica, condiciones vulnerables de sostenibilidad y rentabilidad, y relación positiva entre gestión estructurada y desempeño empresarial. Palabras clave: rentabilidad, sostenibilidad, gestión, prácticas.

INTRODUCCIÓN

En el dinámico y competitivo entorno empresarial actual, una gestión eficaz se ha consolidado como un factor determinante para el desarrollo de la sostenibilidad y la rentabilidad de cualquier negocio, independientemente de su tamaño o sector. La adecuada implementación de prácticas de gestión permite a los empresarios mejorar continuamente sus procesos, alcanzar objetivos estratégicos y optimizar los recursos disponibles. Diversos estudios han demostrado que la calidad de la gestión empresarial influye directamente en la productividad laboral y en la eficiencia en la asignación de recursos. Este impacto es especialmente relevante en las micro, pequeñas y medianas empresas (MIPYMES), las cuales pueden incrementar su productividad al mejorar sus prácticas de gestión y su dotación de capital físico por trabajador.

El municipio de Hispania, ubicado en el Suroeste antioqueño, ofrece un contexto oportuno para estudiar estas dinámicas. Aunque tradicionalmente su economía ha estado asociada a cultivos como el café, el plátano y el aguacate, hoy el sector comercial representa el 57.95% del total de unidades productivas, con 102 de 176 unidades registradas, según datos del DANE (2021). No obstante, Hispania enfrenta múltiples desafíos que podrían estar limitando el desarrollo de la rentabilidad y la sostenibilidad de sus negocios.

Uno de los retos más significativos es la alta informalidad laboral, que en 2021 alcanzó el 63.26%, lo cual implica limitaciones en el acceso a la seguridad social, afectaciones en la estabilidad laboral y una mayor vulnerabilidad ante contingencias económicas. A esto se suman factores estructurales como una tasa de analfabetismo del 15.31% en mayores de 15 años muy por encima del promedio subregional (9.28%) y departamental (8.89%), y una baja conectividad digital: apenas el 10.10% de los hogares cuentan con internet fijo. Esta



carencia limita el acceso a herramientas de información y formación empresarial, esenciales para una gestión moderna y eficiente.

Asimismo, el municipio presenta una situación fiscal frágil, con un Índice de desempeño fiscal de 62.29 puntos en 2021, que lo ubica en el puesto 72 a nivel departamental y en condición de vulnerabilidad. Aunque cumple con los límites legales de deuda y gasto, su alta dependencia de transferencias y bajos niveles de inversión restringen su capacidad institucional para fortalecer el entorno empresarial local (Boletín Económico Municipal de Hispania, 2023).

Frente a este panorama, resulta urgente comprender el papel de la gestión empresarial en la sostenibilidad y rentabilidad de los negocios en Hispania. Investigaciones como la de Rico y Cabrer-Borrás (2021) destacan que, “junto a la calidad de la gestión, influyen factores externos como el entorno institucional, el funcionamiento de los mercados y el acceso a financiamiento” (p. 245). Además, Picado Juárez y Golovina (2021) “advierten sobre la escasez de estudios específicos que analicen el vínculo entre las prácticas administrativas y el desempeño comercial en contextos locales” (p. 98-99).

En este sentido, la presente investigación busca diagnosticar el impacto de la gestión empresarial en la sostenibilidad y rentabilidad de los negocios del municipio de Hispania, proporcionando un análisis integral de su situación actual y de sus implicaciones para el desarrollo económico local.

METODOLOGÍA

Enfoque de investigación

La presente investigación adopta un enfoque mixto (cuantitativo y cualitativo), con el fin de obtener una comprensión integral sobre la relación entre las prácticas de gestión empresarial y el desempeño comercial de los negocios en el municipio de Hispania, Antioquia. Este enfoque permite analizar tanto los datos estadísticos de los comerciantes como las percepciones y recomendaciones de expertos.

Tipo de estudio

Se trata de un estudio descriptivo y correlacional. Es descriptivo porque busca caracterizar las prácticas de gestión actuales y el nivel de formación de los comerciantes; y es correlacional porque pretende establecer relaciones entre dichas prácticas y variables como la sostenibilidad y la rentabilidad de los negocios.



Técnicas e instrumentos de recolección de información

Para el componente cuantitativo se aplicará una encuesta estructurada a propietarios o administradores de negocios del municipio, con el fin de identificar:

Las prácticas administrativas que implementan.

Indicadores básicos de sostenibilidad y rentabilidad (duración del negocio, crecimiento, ingresos, clientes).

Dificultades más frecuentes en la gestión.

Para el componente cualitativo, se realizarán entrevistas semiestructuradas a expertos en administración de empresas, emprendimiento y desarrollo local (por ejemplo, funcionarios públicos, docentes universitarios o asesores empresariales, líderes políticos y sociales). Estas entrevistas permitirán:

Profundizar en la comprensión de los factores críticos de éxito empresarial en contextos locales.

Recoger propuestas de estrategias de mejora adaptadas a la realidad de Hispania.

Contrastar los hallazgos con experiencias y buenas prácticas nacionales e internacionales.

Población y muestra

La población objetivo está compuesta por los negocios activos en el municipio de Hispania, principalmente del sector comercio, que representa el 57.95% del total de unidades económicas del territorio (Gobernación de Antioquia, 2020).

Se utilizará un muestreo no probabilístico por conveniencia, considerando factores como la accesibilidad a los comerciantes, su disposición a participar y la cobertura territorial. Se estima una muestra de entre 20 y 30 comerciantes para la encuesta, y entre 3 y 5 expertos para las entrevistas.

Análisis de la información

Los datos cuantitativos serán procesados mediante estadística descriptiva y análisis correlacional básico (tablas de frecuencia, cruces entre variables clave como formación vs. rentabilidad).

Los datos cualitativos se analizarán mediante análisis de contenido temático, identificando patrones, factores críticos y recomendaciones emergentes.

Finalmente, se realizará un análisis comparativo con estudios e informes internacionales, como el de Bloom et al. (2017) y la OECD (2017), para contrastar los hallazgos locales con evidencia externa.



Desarrollo

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El panorama económico de Antioquia y sus territorios evidencia la centralidad del sector comercio, aunque con matices significativos entre las escalas municipal, subregional y departamental. En el municipio de Hispania, esta actividad constituye el eje central de la economía local, representando el 57.95% de sus unidades productivas (Gobernación de Antioquia, 2020). Esta cifra denota una especialización extrema, muy por encima del promedio departamental, donde el comercio representa el 35.1% del tejido empresarial en la jurisdicción de la Cámara de Comercio de Medellín para Antioquia (CCMA, 2024, p. 6).

A nivel subregional, el Suroeste antioqueño presenta una estructura económica más diversificada, donde el comercio se constituye como uno de los ejes de apoyo, complementando actividades agropecuarias, mineras y turísticas (Universidad de Antioquia, 2020, p. 39). Según el Perfil de Desarrollo Subregional, esta subregión “tiene una participación del 4,1% en el PIB del Departamento, posicionándose como la cuarta subregión con mayor aporte en el valor agregado de Antioquia” (Universidad de Antioquia, 2020, p. 16). Su economía se sustenta principalmente en la caficultura, acompañada de ganadería, minería y producción frutícola, actividades que “han dinamizado la economía de la subregión con buena accesibilidad y conexiones con el Chocó y el occidente y centro de Colombia” (Universidad de Antioquia, 2020, p. 39). El comercio interno se concentra en municipios como Andes, Ciudad Bolívar, Amagá, Urrao, Santa Bárbara y Jericó; en el suroeste “se asientan 7.416 empresas, de las cuales el 97,4% son microempresas, dedicadas a actividades relacionadas con comercio, hoteles y restaurantes” (Universidad de Antioquia, 2020, p. 18). Este predominio de la microempresa coincide con la realidad departamental, donde este segmento representa el 93.1% de las empresas (CCMA, 2024, p. 3).

No obstante, tanto en Hispania como en el Suroeste se identifican limitaciones críticas que obstaculizan un desarrollo más robusto. En Hispania, el desafío radica en la gestión de sus MIPYMES, que operan sin formación estructurada en administración, contabilidad o mercadeo (Gobernación de Antioquia, 2020). Por lo tanto y por observación, se infiere que la gestión de las mismas se realiza de manera empírica un factor que contribuye a la baja supervivencia empresarial del 36.1% a cinco años registrada en Antioquia (CCMA, 2024, p. 15). Por su parte, el Suroeste enfrenta limitaciones estructurales como el “mal estado de



las vías que impiden la accesibilidad a diferentes territorios de la subregión y el desarrollo de sus actividades económicas” y una “ausencia de tecnificación en las actividades económicas principalmente en el café que no han permitido un valor agregado y potencialización de este producto como factor exportador” (Universidad de Antioquia, 2020, p. 38-39).

A pesar de estos desafíos, el Suroeste antioqueño cuenta con un activo estratégico: una “posición geoestratégica que le ha permitido la conexión con el suroccidente del país, posicionando la subregión como un nodo central importante de conexiones para el Departamento” (Universidad de Antioquia, 2020, p. 37). Esta ventaja lo convierte en un territorio con alto potencial para fortalecer su comercio y articularlo con los corredores logísticos nacionales. Para Hispania, una ruta de oportunidad paralela podría ser la diversificación hacia sectores de alto potencial identificados a nivel departamental, como las Industrias Creativas y Culturales, que muestran un crecimiento anual del 5.4% en su stock de empresas (CCMA, 2024, p. 25). En conclusión, mientras Antioquia avanza con una base económica diversificada pero desafiada por la baja supervivencia empresarial, sus territorios presentan realidades contrastantes: una alta especialización comercial en Hispania y una economía complementaria y con ventajas logísticas en el Suroeste, ambas requiriendo superar barreras de gestión e infraestructura para alcanzar su pleno potencial. Estudios internacionales como el de Bloom et al. (2017) demuestran que las empresas con prácticas deficientes de gestión empresarial tienden a ser menos productivas y tienen mayores probabilidades de fracasar, especialmente en contextos con baja capacitación, informalidad y escaso acceso a tecnologías. Esta relación es especialmente crítica en municipios como Hispania, donde el 63.26% del empleo es informal, la tasa de analfabetismo en mayores de 15 años alcanza el 15.31% y solo el 10.10% de los hogares cuentan con internet fijo, lo que limita el acceso a formación y recursos digitales para la mejora de la gestión (Boletín Económico Municipal, 2023).

La ausencia de una gestión empresarial planificada conlleva problemas como:

Dificultades en la administración de costos y fijación de precios competitivos.

Ausencia de estrategias para fidelizar clientes o ampliar el mercado.

Problemas contables y de control de inventarios.

Falta de planificación en marketing y promoción.

De continuar esta tendencia, la baja planificación en la gestión empresarial podría comprometer la sostenibilidad de los negocios locales, reduciendo su rentabilidad, su



capacidad de crecimiento y, en consecuencia, afectando el desarrollo económico del municipio. Como señalan Rico y Cabrer-Borrás (2021), el éxito empresarial depende tanto de factores internos (entre ellos la calidad de la gestión), como de factores externos (relacionados con el entorno institucional y el acceso a recursos). Por tanto, se plantea la siguiente pregunta de investigación: ¿cómo inciden las prácticas de gestión empresarial en la sostenibilidad y rentabilidad de los negocios en el municipio de Hispania, Antioquia?

JUSTIFICACIÓN

La presente investigación es pertinente y necesaria, ya que permitirá comprender cómo las prácticas de gestión empresarial se relacionan con la sostenibilidad y rentabilidad de los negocios en el municipio de Hispania, Antioquia. Si bien el comercio es el sector económico más representativo del municipio, aún se desconoce en profundidad cómo están siendo gestionados estos negocios y qué tipo de prácticas empresariales aplican sus propietarios. Esta falta de información limita la posibilidad de diseñar estrategias adecuadas para el fortalecimiento del sector.

Según el Perfil de Desarrollo Subregional del Suroeste Antioqueño, el sector comercial ha mostrado un crecimiento del 3% en los últimos años. Sin embargo, este avance puede verse comprometido por la ausencia de formación en áreas clave como administración, contabilidad o planificación estratégica, lo cual ha sido señalado como un factor crítico en contextos similares (Gobernación de Antioquia, 2020). Este estudio permitirá explorar dicha situación en el caso específico de Hispania.

Desde un enfoque económico, se reconoce que una gestión empresarial sólida contribuye a la generación de empleo, dinamiza las economías locales y mejora la competitividad territorial (OECD, 2017; Porter, 1985). Asimismo, Bloom et al. (2017) destacan que las prácticas de gestión explican una proporción significativa de la variabilidad en la productividad de las empresas, especialmente en las MIPYMES.

Desde una perspectiva social, promover capacidades empresariales puede contribuir a reducir los altos niveles de informalidad, que en Hispania alcanzan el 63.26% y mejorar el acceso a seguridad social y la calidad de vida de los comerciantes y sus familias (Gobernación de Antioquia, ECV, 2020). Esto permitiría avanzar hacia un tejido empresarial más sostenible y resiliente, alineado con los objetivos de desarrollo económico local.



En este sentido, esta investigación aportará evidencia útil para los comerciantes del municipio, las instituciones locales y los programas de fortalecimiento empresarial, contribuyendo al diseño de estrategias más eficaces y contextualizadas.

OBJETIVOS

Objetivo General

Diagnosticar el impacto de la gestión empresarial en la sostenibilidad y la rentabilidad de los negocios en Hispania, Antioquia.

Objetivos Específicos

Reconocer las prácticas de gestión empresarial de los negocios.

Identificar las condiciones de sostenibilidad y rentabilidad de los negocios.

Analizar la incidencia de las prácticas de gestión empresarial en la sostenibilidad y la rentabilidad de los negocios.

MARCO TEÓRICO

Gestión empresarial: concepto y alcance

La gestión empresarial es el conjunto de procesos orientados a la planificación, organización, dirección y control de los recursos de una empresa, con el fin de alcanzar sus objetivos estratégicos y operativos. Su adecuada implementación incide directamente en la eficiencia, la sostenibilidad y la rentabilidad de los negocios (Picado Juárez & Golovina, 2021). En las MIPYMES, donde los recursos son más limitados, la calidad de la gestión puede ser el factor diferenciador entre la supervivencia o el fracaso comercial.

Prácticas de gestión y su impacto en el desempeño empresarial

La investigación empírica ha demostrado que existen prácticas de gestión específicas que contribuyen al éxito empresarial. Bloom et al. (2017) identifican tres dimensiones clave: el monitoreo (seguimiento de indicadores), el establecimiento de metas claras y realistas, y la gestión de incentivos que alineen el rendimiento con la estrategia organizacional. Las empresas que implementan estas prácticas de manera consistente tienden a mostrar mayor productividad, eficiencia en la toma de decisiones y capacidad de adaptación al entorno.

Estas prácticas, aunque simples en su concepción, no siempre son adoptadas por las MIPYMES debido a limitaciones de formación, recursos o desconocimiento, especialmente en contextos rurales o intermedios como Hispania.



Sostenibilidad y rentabilidad como indicadores de éxito

La sostenibilidad empresarial se refiere a la capacidad de una empresa para mantenerse en el tiempo, adaptándose a los cambios del entorno, operando con responsabilidad social y generando valor económico sostenido. Por su parte, la rentabilidad es un indicador financiero que mide la relación entre los beneficios obtenidos y los recursos invertidos (OECD, 2017).

En ambos casos, la gestión empresarial desempeña un papel central. Una empresa que administra bien sus costos, conoce su mercado, planea estratégicamente y evalúa su desempeño tiene mayores probabilidades de ser rentable y sostenible. Lo contrario ocurre cuando se carece de prácticas administrativas claras: se pierde control de inventarios, se falla en la fijación de precios y se improvisa la toma de decisiones.

Factores internos y externos que inciden en el éxito empresarial

Rico y Cabrer-Borrás (2021) proponen una visión integradora del éxito empresarial, basada en la interacción entre factores internos (como la gestión, liderazgo, cultura organizacional y capacidades del equipo) y factores externos (como el entorno legal, el acceso a crédito, el mercado y la infraestructura). Estos factores deben analizarse de forma conjunta, ya que incluso una buena gestión puede verse limitada por barreras estructurales externas.

En municipios como Hispania, donde persisten retos como la informalidad laboral, la baja conectividad digital y el acceso limitado a formación empresarial, estos factores externos cobran especial relevancia.

Gestión empresarial como fuente de ventaja competitiva

Michael Porter (1985) plantea que una empresa puede lograr un desempeño superior si desarrolla una ventaja competitiva, entendida como la capacidad de diferenciarse o liderar en costos en su sector. La gestión empresarial, al permitir un uso más estratégico de los recursos, se convierte en un mecanismo esencial para construir dicha ventaja. En mercados locales, donde las condiciones cambian rápidamente y la competencia es intensa, una gestión bien estructurada puede marcar la diferencia.

Marco normativo: la Ley 2069 de 2020

La Ley 2069 de 2020, conocida como Ley de Emprendimiento, representa el marco normativo colombiano orientado a fortalecer el ecosistema empresarial, especialmente el de las MIPYMES. Esta ley reconoce la necesidad de promover prácticas de gestión más eficientes, facilitar el acceso a financiamiento, reducir barreras administrativas y brindar herramientas de formación para empresarios (Ley 2069 de 2020, art. 1, 5, 8 y 9).



Algunas de sus disposiciones relevantes incluyen:

Contabilidad simplificada para microempresas.

Fortalecimiento de programas de formación empresarial.

Estrategias para la formalización y la disminución de trámites.

Facilidades de acceso a crédito y microfinanzas.

Este marco legal refuerza la importancia de analizar las prácticas de gestión a nivel local, ya que estas políticas buscan cerrar las brechas que limitan el desarrollo de negocios sostenibles. Evaluar la manera en que estas medidas impactan o se articulan con la realidad de municipios como Hispania es parte esencial de este estudio.

RESULTADOS ESPERADOS

Sobre las prácticas de gestión empresarial:

Se espera identificar que la mayoría de los negocios en Hispania operan con prácticas de gestión empíricas o informales, con una implementación limitada de procesos formalizados de monitoreo, establecimiento de metas, gestión de incentivos, control financiero y toma de decisiones basada en datos. Las encuestas probablemente revelarán dificultades frecuentes en áreas como administración de costos, fijación de precios, fidelización de clientes, control de inventarios y planificación de marketing.

Sobre la sostenibilidad y rentabilidad de los negocios:

Se anticipa diagnosticar condiciones de sostenibilidad y rentabilidad que, en promedio, son limitadas o vulnerables para muchos negocios, influenciadas por la alta informalidad laboral y baja conectividad digital en el municipio. Se espera confirmar que la deficiencia en la gestión contribuye directamente a la pérdida de control de inventarios, fallas en la fijación de precios y toma de decisiones improvisada, impactando negativamente la permanencia y los beneficios.

Sobre la incidencia de la gestión en sostenibilidad y rentabilidad:

Se prevé establecer una relación significativa y positiva: los negocios con prácticas de gestión más estructuradas mostrarán mejores indicadores de sostenibilidad y rentabilidad. Por el contrario, la investigación probablemente confirmará que la ausencia o deficiencia en las prácticas de gestión empresarial incide negativamente en la productividad, eficiencia y capacidad de los negocios para ser sostenibles y rentables a



largo plazo. Se espera también analizar cómo factores externos (informalidad, baja conectividad, acceso limitado a formación) exacerbaban estos desafíos.

En resumen, el resultado clave será un diagnóstico integral que evidencie cómo la informalidad y la baja calidad de las prácticas de gestión empresarial limitan directamente la sostenibilidad y rentabilidad de los negocios en Hispania, Antioquia. El estudio también aportará propuestas de mejora y recomendaciones adaptadas al contexto l.

Conclusión esperada: la informalidad y la baja calidad de las prácticas de gestión empresarial limitan la sostenibilidad y rentabilidad de los negocios en Hispania, resaltando la necesidad de estrategias de fortalecimiento adaptadas al contexto local.

BIBLIOGRAFÍA

- Boletines económicos municipales de Antioquia 2023. (s. f.).
<https://portal.udea.edu.co/wps/portal/udea/web/generales/interna/Unidades+Acad%21c3%21a9micas/Ciencias+Econ%21c3%21b3micas/asContenidos/asListado/Boletines-Economicos-Municipales-de-Antioquia+2023>
- Bloom, N., Lemos, R., Sadun, R., Scur, D., & Van Reenen, J. (2017). The new empirical economics of management (NBER Working Paper No. w20102). National Bureau of Economic Research. <https://doi.org/10.3386/w20102>
- Cámara de Comercio de Medellín para Antioquia. (2024). Estudio Económico 2024. https://www.camaramedellin.com.co/Portals/0/Documentos/Transparencia/obligacion-reportes-entidad/ESTUDIO_ECONOMICO_2024_CCMA.pdf
- DANE (2021). Censo de unidades económicas. Anexo: resultados consolidados por municipio.
https://docs.google.com/spreadsheets/d/1nDxHxjVjxeaa09BWBIX_IzQkH1JJFc-/edit?gid=880750592#gid=880750592
- Gobernación de Antioquia. (2020). Ficha municipal estadística de Hispania. <https://www.antioquiadatos.gov.co>
- Ley 2069 de 2020. Por medio de la cual se impulsa el emprendimiento en Colombia. Diario Oficial No. 51.546.
<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=154113>
- OECD. (2017). Entrepreneurship at a Glance 2017. OECD Publishing.
http://dx.doi.org/10.1787/entrepreneur_aag-2017-en



- Picado Juárez, A. M., & Golovina, N. S. (2021). La gestión empresarial en las micro, pequeñas y medianas empresas. *Revista Científica FAREM-Estelí*, 10(27), 53–64.
<https://camjol.info/index.php/FAREM/article/view/11610/13467>
- Porter, M. E. (1985). Ventaja competitiva: Creación y sostenimiento de un desempeño superior.
- Rico, P., & Cabrer-Borrás, B. (2021). La importancia de los factores internos y externos en el éxito empresarial. *Revista de Métodos Cuantitativos para la Economía y la Empresa*, 32, 241–256.
<https://www.upo.es/revistas/index.php/RevMetCuant/article/view/5417/5277>

EJE 3. INTERNACIONALIZACIÓN DE LA EDUCACIÓN SUPERIOR, PROYECCIÓN SOCIAL E INTERCULTURALIDAD





INTERNACIONALIZACIÓN DE LA EDUCACIÓN SUPERIOR, PROYECCIÓN SOCIAL E INTERCULTURALIDAD

La internacionalización de la educación superior en América Latina ha dejado de ser un sinónimo exclusivo de movilidad académica o participación en rankings globales. En las últimas décadas, este proceso se ha complejizado al entrelazarse con la expansión de la cultura digital, la irrupción de la inteligencia artificial (IA) generativa y del aprendizaje automático en los entornos educativos, la emergencia de nuevas economías del conocimiento, la centralidad de las agendas de sostenibilidad y los reclamos de los movimientos feministas y de derechos humanos. Internacionalizar implica hoy, al mismo tiempo, proyectarse hacia el exterior, fortalecer la proyección social en los territorios y asumir la interculturalidad como principio estructurante de los proyectos universitarios. Desde esta perspectiva, el Eje 3 articula experiencias y reflexiones provenientes de universidades y centros de investigación latinoamericanos que abordan la internacionalización desde ángulos diversos pero complementarios: la integración de certificaciones profesionales con estándares globales en los planes de estudio universitarios (Rivera Torres et al., 2025), la problematización crítica del estatuto del conocimiento y de la autoría en la era de la IA generativa (Rivera Cano, 2025), las políticas institucionales que buscan democratizar el acceso y la permanencia en la educación superior (Universidad Nacional de Pilar [UNPilar], s. f.-a), las estrategias para reconocer la cultura digital como territorio de aprendizaje y derecho (UNPilar, s. f.-b), los análisis sobre greenwashing y sostenibilidad performativa en ciudades latinoamericanas (Orbes Gómez et al., 2025) y las lecturas feministas de los cuerpos como lienzo de lucha y expansión de derechos (Biancheri, s. f.).

A ello se suma una contribución situada en la ingeniería y la innovación tecnológica: una metodología integral para el modelado, simulación y aprendizaje automático de un robot manipulador antropomórfico de cinco grados de libertad (5 GDL), basada en parámetros Denavit–Hartenberg (D–H) y en la Robotics Toolbox de Peter Corke en MATLAB®. Este enfoque propone generar datos sintéticos mediante cinemática inversa (ikine) y entrenar modelos de IA para predecir configuraciones articulares a partir de posiciones cartesianas, con validación por seguimiento de trayectorias e implementación en sistemas embebidos (Castro Ramírez et al., s. f.). Este trabajo amplía la discusión sobre internacionalización al



conectar formación, investigación aplicada y transferencia tecnológica con herramientas, lenguajes y estándares compartidos en comunidades científicas globales.

A lo anterior se integra la reflexión sobre los desafíos jurídicos y las oportunidades económicas que plantea el desarrollo de la aviación autónoma y los sistemas de aeronaves no tripuladas (UAS) en clave comparada entre México y Colombia, donde la cooperación entre Estado, industria y academia se convierte en un caso paradigmático de internacionalización productiva y regulatoria (Rivera Cano, 2025b). En conjunto, estos aportes permiten pensar la internacionalización no como un fin en sí mismo, sino como un medio para fortalecer la justicia social, la equidad territorial y la interculturalidad en la educación superior latinoamericana.

Este capítulo se organiza de manera análoga al Eje 3: en primer lugar, se presenta la metodología general que articula los trabajos y experiencias analizadas; en segundo lugar, se sintetizan los principales resultados en torno a tres grandes dimensiones: (a) trayectorias de internacionalización académica y profesional; (b) cultura digital, IA y nuevos regímenes de conocimiento; y (c) sostenibilidad, proyección social e interculturalidad. Finalmente, se ofrecen algunas reflexiones integradoras sobre los retos y posibilidades de un modelo de internacionalización situado en América Latina.

METODOLOGÍAS

La diversidad de trabajos que confluyen en este Eje 3 permite construir una lectura metodológicamente plural sobre la internacionalización, la proyección social y la interculturalidad. Pueden distinguirse, al menos, cinco enfoques principales que, lejos de ser excluyentes, dialogan entre sí.

En primer lugar, se encuentran los estudios de caso institucionales con fuerte apoyo en métodos cuantitativos, como la estrategia de la Universidad Politécnica de Tlaxcala (UPTLAX) para impulsar la certificación de estudiantes de Ingeniería Financiera en la Figura III de la Asociación Mexicana de Instituciones Bursátiles (AMIB). Rivera Torres et al. (2025) diseñan e implementan una intervención pedagógica y curricular que integra la preparación para la certificación al noveno cuatrimestre de la carrera y evalúan su impacto mediante pruebas de diferencia de proporciones, utilizando software estadístico especializado. Esta aproximación permite medir de manera rigurosa los efectos de la estrategia tanto en el número de estudiantes que solicitan la certificación como en el porcentaje de quienes aprueban el examen, ofreciendo evidencia empírica sobre cómo la



internacionalización de estándares profesionales puede incorporarse de forma sistemática a la formación universitaria.

En segundo lugar, se destacan los estudios cualitativos de carácter documental y crítico. El trabajo de Orbes Gómez et al. (2025) sobre greenwashing y sostenibilidad performativa en ciudades latinoamericanas se apoya en una revisión sistemática de más de veinte fuentes académicas, normativas y estudios de caso producidos entre 2020 y 2025. Mediante un diseño documental analítico-reflexivo, los autores organizan el análisis en torno a cinco ejes temáticos (marco conceptual, estrategias comunicativas, impactos éticos y reputacionales, herramientas metodológicas y estudios de caso), construyendo una lectura crítica del modo en que los discursos de sostenibilidad pueden ser instrumentalizados sin trazabilidad real en las políticas públicas ambientales.

En tercer lugar, se ubican los análisis conceptuales y filosóficos sobre la IA generativa en educación. Rivera Cano (2025) adopta un enfoque exploratorio-reflexivo que combina análisis conceptual, genealogía teórica y revisión crítica de literatura reciente en torno a la IA generativa. A través de la noción de tránsito desde el modelo a la simulación, de la simulación a la parodia y de la parodia a la paranoia, el autor propone una categoría nueva —el autor-IA— para pensar la producción de conocimiento académico en contextos marcados por la colaboración entre sujetos humanos y sistemas algorítmicos. Este trabajo no se limita a describir tecnologías, sino que problematiza su impacto en la evaluación, la autoría y la integridad académica.

En cuarto lugar, se encuentran los estudios institucionales sobre políticas de acceso, permanencia y cultura digital, como los desarrollados por la UNPilar. Los documentos sobre la “Política de ingreso y democratización” y sobre “La cultura digital como territorio de aprendizaje” (UNPilar, s. f.-a; UNPilar, s. f.-b) se apoyan en diagnósticos cuantitativos sobre deserción, trayectorias estudiantiles y condiciones socioeconómicas de la población, complementados con análisis cualitativos de experiencias de acompañamiento y de implementación del Sistema Institucional de Educación a Distancia (SIED) y del Centro de Recursos para la Enseñanza y el Aprendizaje (CREA). La metodología articula así datos estadísticos, sistematización de experiencias y reflexión pedagógica, con un fuerte anclaje territorial.

En quinto lugar, se incorpora una metodología de investigación aplicada basada en modelado computacional, simulación y aprendizaje automático para el control cinemático de sistemas robóticos. En la propuesta de Castro Ramírez et al. (s. f.), el robot manipulador



de 5 GDL se parametriza mediante D–H, se valida en simulación con Robotics Toolbox y se genera un conjunto de datos sintéticos (pares de entrenamiento entre coordenadas cartesianas y variables articulares) utilizando la función iterativa ikine. Con el dataset se entrenan modelos de regresión multisalida (por ejemplo, redes neuronales densas u otros regresores), evaluados con métricas como el error cuadrático medio (MSE), el desempeño ante entradas no vistas y el tiempo de inferencia, y se plantea su exportación e implementación en hardware embebido (p. ej., ESP32, Raspberry Pi o STM32) mediante formatos ligeros de despliegue. Este enfoque metodológico es relevante para el Eje 3 porque traduce la internacionalización de saberes en prácticas reproducibles, comparables y transferibles: desde convenciones estandarizadas (D–H) hasta librerías, algoritmos y criterios de evaluación ampliamente usados en comunidades científicas transnacionales.

Por último, el trabajo de Biancheri (s. f.) sobre los cuerpos como lienzo en las luchas de los movimientos feministas en Argentina utiliza herramientas del análisis semiótico, visual y sociohistórico para interpretar el significado político de los colores, los vestuarios, las coreografías callejeras y las referencias a obras como *The Handmaid's Tale* en las movilizaciones de “Ni una menos”, el 8M y la “marea verde”. Esta perspectiva, aunque centrada en un caso nacional, se inscribe en debates transnacionales sobre feminismos, derechos y corporalidades disidentes que atraviesan los campus universitarios latinoamericanos y reconfiguran las agendas de interculturalidad y proyección social.

En conjunto, estas metodologías cuantitativas, cualitativas, documentales, conceptuales, semiótico-visuales y de ingeniería basada en datos permiten abordar la internacionalización desde sus dimensiones académicas, económicas, culturales, tecnológicas y políticas, evitando reducirla a indicadores de movilidad o a métricas estandarizadas de desempeño.

RESULTADOS

Trayectorias de internacionalización académica y profesional.

Los resultados de los trabajos analizados muestran que la internacionalización de la educación superior latinoamericana se juega, en buena medida, en la articulación entre estándares globales y proyectos formativos situados. La experiencia de la UPTLAX con la certificación AMIB Figura III (Rivera Torres et al., 2025) ilustra cómo una universidad regional puede vincular a su estudiantado con marcos normativos y profesionales de alcance internacional sin renunciar a su misión social. La integración de la preparación



para la certificación en el mapa curricular —a través de materias optativas, acompañamiento docente y articulación con empresas capacitadoras— no sólo incrementó significativamente el porcentaje de estudiantes que solicitan y aprueban el examen, sino que fortaleció su empleabilidad en un mercado financiero crecientemente regulado y globalizado.

En el campo de la ingeniería, la metodología para el aprendizaje automático de un manipulador de 5 GDL (Castro Ramírez et al., s. f.) muestra otra vía de internacionalización profesional: la formación de capacidades técnicas alineadas con convenciones y herramientas de uso global (parámetros D–H, simulación reproducible, métricas de evaluación de modelos y despliegue embebido). La posibilidad de entrenar modelos que aproximen la cinemática inversa y que alcancen errores espaciales extremadamente bajos en simulación, así como su implementación propuesta en sistemas embebidos, refuerza la conexión entre investigación universitaria, innovación tecnológica y empleabilidad en sectores industriales y de automatización que operan en cadenas de valor transnacionales.

Este resultado dialoga con las reflexiones de Rivera Cano (2025b) sobre la aviación autónoma y los UAS en el eje México–Colombia. Allí se muestra que el desarrollo de nuevas industrias intensivas en conocimiento exige la formación de profesionales capaces de moverse en marcos jurídicos comparados, comprender estándares internacionales de seguridad y responsabilidad civil, y participar en redes de investigación transnacionales. La internacionalización ya no se limita a enviar y recibir estudiantes, sino a participar en la construcción de cadenas de valor, regulaciones y ecosistemas de innovación que trascienden las fronteras nacionales.

En el plano institucional, los documentos de la UNPilar (s. f.-a) evidencian que la internacionalización sólo adquiere sentido democrático si se asienta sobre políticas robustas de acceso, permanencia y graduación. Una universidad que expande su oferta de movilidad o sus alianzas internacionales, pero reproduce altas tasas de deserción en los primeros años o excluye a estudiantes por razones socioeconómicas, de género, etnia o territorio, corre el riesgo de consolidar una internacionalización elitizada. En contraste, la política de ingreso de la UNPilar concibe la democratización como construcción de igualdad: acompaña la transición desde la secundaria, implementa tutorías entre pares y desarrolla dispositivos de apoyo que buscan garantizar que quienes ingresan tengan condiciones reales para sostener su trayectoria.



Cultura digital, IA y nuevos regímenes de conocimiento.

La expansión de la cultura digital y la irrupción de la IA generativa constituyen otro vector central de la internacionalización contemporánea. La asignatura transversal “Introducción a la cultura digital” y el despliegue del SIED y el CREA en la UNPilar (UNPilar, s. f.-b) son ejemplos de cómo una universidad pública puede concebir la cultura digital no sólo como infraestructura o plataforma, sino como derecho y territorio de aprendizaje. Al promover alfabetización digital crítica —incluyendo debates sobre huella digital, algoritmos, economía de la atención y violencias de género en redes— la institución forma sujetos capaces de habitar espacios digitales globales sin perder de vista sus anclajes locales y sus responsabilidades éticas.

En paralelo, la ponencia de Rivera Cano (2025) sobre IA en educación muestra que los modelos de lenguaje transforman la manera en que se produce, circula y valida el conocimiento académico. La transición desde la IA como modelo computacional hacia la IA como simulación, parodia y origen de paranoia institucional revela una crisis en los criterios tradicionales de evaluación y autoría. La figura del autor-IA —ese híbrido entre sujeto humano y sistema algorítmico— cuestiona la idea de que el texto académico es siempre expresión directa de un proceso cognitivo individual y localizable.

Los trabajos de ingeniería y robótica revisados añaden una dimensión complementaria: la IA no sólo reconfigura la escritura y la autoría, sino que se integra como técnica de modelado y control en sistemas ciberfísicos. En el caso del robot manipulador de 5 GDL (Castro Ramírez et al., s. f.), el aprendizaje supervisado se emplea para aproximar la función de cinemática inversa a partir de datos sintéticos generados por simulación. Esta estrategia permite reducir tiempos de cómputo y habilitar inferencia en tiempo real, especialmente cuando se plantea el despliegue en plataformas embebidas, contribuyendo a la automatización y a la innovación en entornos industriales. En clave de internacionalización, se trata de un ejemplo de circulación de métodos, librerías y criterios de validación que facilitan comparabilidad científica, colaboración entre grupos de investigación y transferencia tecnológica más allá de fronteras nacionales.

Estas transformaciones tienen implicaciones directas para la internacionalización. Por un lado, la IA (incluyendo modelos generativos y modelos de aprendizaje para control) permite acceder y producir contenidos en múltiples lenguas, abre posibilidades de colaboración transnacional y facilita la participación de instituciones con menores recursos en circuitos globales de conocimiento. Por otro lado, corre el riesgo de profundizar asimetrías si las



universidades latinoamericanas se limitan a consumir tecnologías desarrolladas en el Norte global sin desarrollar competencias propias de análisis crítico, adaptación pedagógica, soberanía tecnológica y regulación ética.

Los trabajos revisados sugieren que una internacionalización responsable debe integrar la IA desde una perspectiva de derechos: garantizando transparencia en su uso, evitando su implementación como herramienta de vigilancia o disciplinamiento, y promoviendo pedagogías que valoren procesos de reflexión, creación situada y colaboración intercultural por encima de la mera reproducción de productos textuales (Rivera Cano, 2025; UNPilar, s. f.-b). En el ámbito de la ingeniería, ello implica además prácticas de reproducibilidad, documentación, evaluación rigurosa y despliegue seguro de modelos en sistemas físicos.

Sostenibilidad, proyección social e interculturalidad. El aporte de Orbes Gómez et al. (2025) introduce una dimensión ineludible para pensar la proyección social de las universidades en clave internacional: la tensión entre sostenibilidad auténtica y greenwashing. El análisis del caso de Santiago de Cali muestra cómo el discurso de la sostenibilidad urbana puede convertirse en una “sostenibilidad simbólica” cuando no cuenta con mecanismos de verificación, monitoreo técnico ni auditoría social. Normas locales como el Acuerdo 470 de 2019, aun cuando se presentan como progresistas, pueden ser apropiadas por actores institucionales y privados que buscan legitimidad reputacional sin transformar estructuras socioambientales profundamente desiguales. Desde la perspectiva de la internacionalización, este diagnóstico es especialmente relevante. Muchas universidades participan en redes, rankings y programas globales asociados a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), publican informes de responsabilidad social y promueven proyectos “verdes” en sus campus. Sin embargo, si estas iniciativas no van acompañadas de indicadores claros, auditorías independientes y participación comunitaria efectiva, corren el riesgo de reproducir formas de greenwashing académico: una proyección internacional sustentada más en la imagen que en la transformación.

Los estudios de caso revisados por Orbes Gómez et al. (2025), tanto en América Latina como en Europa, sugieren que una gobernanza ambiental robusta requiere marcos regulatorios claros contra el greenwashing, mecanismos de sustainability assurance y la creación de observatorios urbanos de sostenibilidad auténtica. Las universidades pueden desempeñar un papel estratégico en estas iniciativas como productoras de conocimiento,



formadoras de profesionales y espacios de articulación entre gobiernos locales, empresas y organizaciones comunitarias.

Por su parte, el trabajo de Biancheri (s. f.) sobre los cuerpos como lienzo en las luchas feministas argentinas aporta una clave intercultural y de derechos fundamentales. Las movilizaciones de “Ni una menos”, el 8M y la “marea verde” muestran que la internacionalización no sólo se juega en la circulación de estudiantes o en los convenios entre universidades, sino también en la circulación de símbolos, estéticas, consignas y prácticas políticas que atraviesan fronteras. Los pañuelos verdes, los colores, el glitter, las intervenciones performáticas y las referencias a *The Handmaid’s Tale* se han convertido en lenguajes compartidos por movimientos feministas en distintos países, configurando una gramática transnacional de resistencia.

Las instituciones de educación superior, lejos de ser neutrales frente a estos procesos, se constituyen en escenarios donde se disputan sentidos sobre género, sexualidad, violencias y autonomías corporales. La interculturalidad universitaria no se limita, por tanto, al reconocimiento de diversidad étnica o lingüística, sino que implica la incorporación de saberes feministas y disidentes como parte legítima del currículo, la investigación y la extensión. En este marco, la proyección social adquiere un carácter político explícito: acompañar, visibilizar y aprender de los movimientos que, desde los territorios, luchan por la ampliación de derechos.

En el plano tecnológico, la investigación aplicada en robótica y aprendizaje automático también puede leerse como proyección social cuando se orienta a resolver problemas productivos y comunitarios: automatización pertinente para pequeñas y medianas industrias, laboratorios formativos abiertos, prototipos replicables y transferencia a contextos locales. No obstante, una internacionalización con justicia exige que estos desarrollos incorporen criterios de sostenibilidad (energética, material y de ciclo de vida) y de inclusión (acceso a infraestructura, formación y beneficios de la innovación), evitando que la brecha tecnológica reproduzca desigualdades territoriales.

Hacia un modelo integrado de internacionalización situada. La convergencia de estos resultados permite esbozar algunos componentes de un modelo de internacionalización de la educación superior latinoamericana que articule proyección social e interculturalidad:

1. Un enfoque de derechos que vincule la internacionalización con la garantía efectiva del acceso, la permanencia y la graduación. Las políticas de ingreso y acompañamiento como



las de la UNPilar (s. f.-a) muestran que la apertura al mundo debe partir de la igualdad interna.

2. La integración de estándares y certificaciones internacionales —como la AMIB Figura III (Rivera Torres et al., 2025)— al currículo, bajo una lógica formativa y crítica que prepare a los estudiantes para actuar en mercados globales sin perder de vista su responsabilidad social y territorial.

3. La concepción de la cultura digital y la IA como espacios de internacionalización cotidiana, donde se aprenden lenguajes, se construyen redes y se debaten sentidos. Ello requiere alfabetización digital crítica, regulaciones éticas y pedagogías que reconozcan la coautoría humano-máquina sin renunciar a la agencia intelectual humana (Rivera Cano, 2025; UNPilar, s. f.-b).

4. El fortalecimiento de capacidades de innovación tecnológica reproducible y transferible (p. ej., modelado D-H, simulación y aprendizaje automático para control robótico), articuladas con criterios de evaluación rigurosa, despliegue seguro en sistemas físicos y orientación al desarrollo local (Castro Ramírez et al., s. f.).

5. Una comprensión de la sostenibilidad que supere el greenwashing y articule agendas locales y globales. La participación en redes internacionales de ciudades y universidades sólo será legítima si se acompaña de mecanismos de trazabilidad, auditoría social y rendición de cuentas a las comunidades (Orbes Gómez et al., 2025).

6. Una perspectiva intercultural y feminista que reconozca los cuerpos, las memorias y los territorios como dimensiones centrales de la vida universitaria. Los aportes de los movimientos feministas, de derechos humanos y de pueblos originarios deben ocupar un lugar protagónico en la definición de qué significa internacionalizar la educación superior más allá de los centros hegemónicos.

El análisis del Eje 3 ha revelado, en suma, que la internacionalización de la educación superior latinoamericana sólo será coherente con su misión pública si se articula con la proyección social y la interculturalidad desde una perspectiva crítica. Los estudios aquí sintetizados muestran que es posible construir estrategias de certificación profesional, innovación tecnológica, políticas de ingreso, proyectos de sostenibilidad y prácticas feministas que dialoguen con agendas globales sin subordinarse acríticamente a ellas.

Coordinación, Comités Académico y de Logística

Red Internacional de Cooperación Académica – RED COMPA



ESTRATEGIA PARA IMPULSAR LA CERTIFICACIÓN DE ESTUDIANTES DE INGENIERÍA FINANCIERA DE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE TLAXCALA EN LA FIGURA III DE LA ASOCIACIÓN MEXICANA DE INSTITUCIONES BURSÁTILES (AMIB), COMO UNA VENTAJA COMPETITIVA PARA EL FUTURO

M. Hilda Rivera Torres¹, M.I. Gustavo Sánchez García¹, Dr. Joel Trinidad Ordoñez Carrera¹,
M.C. Sergio Muñoz González¹.

¹Profesor de Tiempo Completo de la Universidad Politécnica de Tlaxcala
hilda.rivera@utplax.edu.mx, gustavo.sanchez@uptlax.edu.mx, joel.trinidad@uptlax.edu.mx,
sergio.munoz@uptlax.edu.mx,

RESUMEN

En este proyecto se propone una estrategia integral para impulsar la certificación de los estudiantes de la carrera de Ingeniería Financiera de la Universidad Politécnica de Tlaxcala (UPTLAX), en la Figura III de la Asociación Mexicana de Instituciones Bursátiles (AMIB).

La estrategia se enfoca en posicionar esta certificación como una ventaja competitiva clave para los egresados, incrementando su empleabilidad y su perfil profesional de trabajo, planteando procedimientos que se han adoptado por parte de la Universidad Politécnica de Tlaxcala para que por una parte se incremente el número de estudiantes certificados en la Figura III de la AMIB y por otra parte, aumente el porcentaje de aprobación de estudiantes que realizan el examen para lograr dicha certificación.

Esta estrategia se respalda con datos, sometidos a una prueba de hipótesis comparativa entre los datos obtenidos a priori de la estrategia citada versus los datos después de la aplicación de la misma, obteniendo resultados estadísticamente concluyentes.

Palabras clave: Certificación AMIB figura III, Ventaja competitiva, UPTLAX.



ABSTRACT

This project proposes a comprehensive strategy to promote the accreditation of students in the Financial Engineering program at the Polytechnic University of Tlaxcala (UPTLAX), in Figure III of the Mexican Association of Stock Market Institutions (AMIB).

The strategy focuses on positioning this certification as a key competitive advantage for graduates, increasing their employability and professional work profile, proposing procedures that have been adopted by the Polytechnic University of Tlaxcala to, on the one hand, increase the number of students certified in Figure III of the AMIB and, on the other hand, increase the percentage of students who pass the exam to obtain said certification.

This strategy is supported by data, subjected to a comparative hypothesis test between the data obtained a priori from the aforementioned strategy versus the data after its application, obtaining statistically conclusive results.

Keywords: AMIB Figure III Certification, Competitive Advantage, UPTLAX.

INTRODUCCIÓN

La creciente complejidad del sistema financiero mexicano ha exigido la implementación de mecanismos de control, profesionalización y transparencia que garanticen la calidad del ejercicio en actividades críticas como la asesoría en inversiones. En este contexto, la certificación AMIB Figura III, otorgada por la Asociación Mexicana de Instituciones Bursátiles (AMIB) y reconocida por la Comisión Nacional Bancaria y de Valores (CNBV), se erige como un requisito legal para quienes deseen ejercer como asesores en estrategias de inversión (Ley del Mercado de Valores, 2005, art. 225).

Este artículo propone un análisis de dicha certificación, abordando sus fundamentos constitucionales, su marco regulatorio, su incorporación en programas académicos universitarios y su impacto en la empleabilidad y profesionalización del sector.



La certificación AMIB Figura III encuentra respaldo en diversos preceptos de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, los cuales establecen principios rectores sobre derechos humanos, libertad profesional, regulación económica y supervisión institucional.

El artículo 1º constitucional garantiza el respeto irrestricto a los derechos humanos, lo cual se traduce en la exigencia de transparencia, equidad y protección al inversionista en el ámbito financiero. Por su parte, el artículo 5º consagra la libertad de profesión y de ejercicio de actividades lícitas, legitimando el acceso a certificaciones como la AMIB Figura III como condición habilitante para el ejercicio profesional en el sector bursátil (Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, 1917).

Los artículos 27 y 28 establecen los límites legales de la propiedad y prohíben prácticas monopólicas, respectivamente. Estos principios son esenciales para la operación de intermediarios financieros y la regulación del mercado de valores. El artículo 123, aunque enfocado en derechos laborales, resulta aplicable al personal del sector financiero en tanto garantiza condiciones mínimas de previsión social y seguridad jurídica.

El artículo 73 otorga al Congreso de la Unión facultades para legislar en materia de comercio y sistemas financieros, lo que constituye el fundamento jurídico de la Ley del Mercado de Valores. Los artículos 49 al 107 delinean la estructura del Estado mexicano y sus atribuciones en materia de fiscalización, supervisión y sanción, funciones que ejercen organismos como la CNBV, la Unidad de Inteligencia Financiera (UIF) y la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP).

Marco regulatorio; Ley del Mercado de Valores

La Ley del Mercado de Valores establece en su artículo 225 que las personas físicas que presten servicios de asesoría en inversiones deben contar con una certificación profesional reconocida por la CNBV. La AMIB, como organismo autorregulador autorizado, otorga la certificación Figura III, la cual valida competencias técnicas, criterios de honorabilidad y antecedentes crediticios. La ausencia de esta acreditación imposibilita el ejercicio legal de la actividad, lo que subraya su carácter obligatorio y su función como mecanismo de control institucional, profesionalización y protección al inversionista.



Funciones institucionales de la Asociación Mexicana de Instituciones Bursátiles (AMIB)

La AMIB, fundada en 1980 y reconocida como organismo autorregulador del mercado de valores, cumple funciones estratégicas que inciden directamente en la calidad y estabilidad del sistema financiero mexicano, tales como:

- Certificación de personas físicas que operan, promueven o asesoran en el mercado de valores.
- Diseño e implementación de normas de autorregulación para sus miembros institucionales.
- Representación gremial ante autoridades regulatorias.
- Promoción de la cultura financiera y bursátil.
- Homologación de estándares técnicos y éticos.
- Protección al inversionista mediante mecanismos de supervisión y control.
- Prevención de malas prácticas y fortalecimiento de la transparencia del mercado.

Evidencia académica sobre certificaciones profesionales

Diversos estudios académicos han documentado el impacto positivo de las certificaciones profesionales en el ámbito financiero y académico, tanto en México como en otros contextos internacionales.

González y Ramírez (2021) proponen la integración de la preparación para certificaciones profesionales dentro del currículo universitario de planificación financiera como estrategia para mejorar el rendimiento académico, la motivación estudiantil y la empleabilidad. Fundamentado en teorías de la motivación y el establecimiento de metas, se argumenta que los estudiantes que persiguen objetivos específicos —como aprobar exámenes profesionales— muestran mayor compromiso, eficiencia y persistencia en sus estudios. Además, se destaca que la sincronización entre cursos universitarios y exámenes de certificación permite un uso más eficaz del tiempo de estudio y una transición más fluida al mercado laboral.



Martínez, Gómez y Sánchez (2020) llevaron a cabo un estudio longitudinal en el Máster Universitario en Banca y Finanzas de la Universidad de Coruña. A través de encuestas aplicadas antes y después de la obtención de las certificaciones, se observó un incremento en la percepción de empleabilidad, la satisfacción académica y la confianza para insertarse en el mercado laboral.

López y Torres (2019) identificaron una desconexión entre la formación académica y la actualización profesional en sectores no regulados. Su estudio cualitativo reveló que, aunque las certificaciones son valoradas, su carácter no obligatorio genera disparidades en la calidad del ejercicio profesional.

Rodríguez y Pérez (2018) analizaron el impacto de la capacitación financiera en el mercado de derivados colombiano. Mediante análisis econométrico, demostraron que la calidad técnica de los operadores influye directamente en la liquidez, profundidad y estabilidad del mercado, y que las certificaciones profesionales fortalecen la confianza institucional.

El Instituto Mexicano de Ejecutivos de Finanzas (IMEF, 2020) destaca que certificaciones como CFA, CFP y AMIB validan conocimientos técnicos, habilidades analíticas y estándares éticos, y son cada vez más valoradas por empleadores, instituciones financieras y organismos reguladores.

JUSTIFICACIÓN

Integración académica de la certificación Figura III AMIB

Desde octubre de 2022, la Universidad Politécnica de Tlaxcala ha incorporado la certificación Figura III AMIB, en el plan de estudios de la carrera de Ingeniería Financiera. Esta iniciativa responde a la necesidad de articular la formación académica con los requisitos normativos del ejercicio profesional, promoviendo una transición más eficiente al mercado laboral y fortaleciendo la empleabilidad de los egresados.

Objetivo general

Promover la certificación en la Figura III de la AMIB entre estudiantes de Ingeniería Financiera, integrando su preparación al mapa curricular para fortalecer su perfil profesional y facilitar su inserción en el mercado bursátil.



Diagnóstico inicial

- Se llevó a cabo la revisión del mapa curricular reveló que el 30 % de las asignaturas están enfocadas al segmento bursátil.
- Se identificó la necesidad de especialización y acreditación profesional.
- Se propuso vincular la certificación con la validación de estancias II o estadías profesionales.

Modelo inicial

- Curso autodidacta de 6 meses con empresa capacitadora.
- Acceso a guía, plataforma técnica, simuladores y asesoría en línea.
- Sin acompañamiento docente universitario.
- Resultados: baja tasa de aprobación y frustración estudiantil.

Problemática detectada

- Falta de seguimiento académico interno.
- Alto índice de reprobación en el examen de certificación.
- Impacto negativo en la validación de estancias o estadías profesionales.

Replanteamiento del modelo

- Se presentó la situación ante autoridades académicas.
- Se autorizó modificar el modelo para integrar la certificación al plan de estudios.
- Se buscó aprovechar las materias optativas del noveno cuatrimestre.

Nuevo modelo integrado (Estrategia propuesta)

Eje curricular

- Noveno cuatrimestre: 4 materias optativas (16 horas semanales).
- Cada materia con un docente asignado.



- Se utilizó este espacio para preparar el examen de certificación AMIB.

Eje académico

- Continuidad con empresa capacitadora:
 - Guía actualizada.
 - Plataforma técnica y simuladores.
 - Asesoría especializada en línea.
- Acompañamiento docente:
 - 4 profesores supervisando el avance semanal.
 - Seguimiento en simuladores y asesorías.
 - Vinculación con contenidos optativos del mapa curricular.

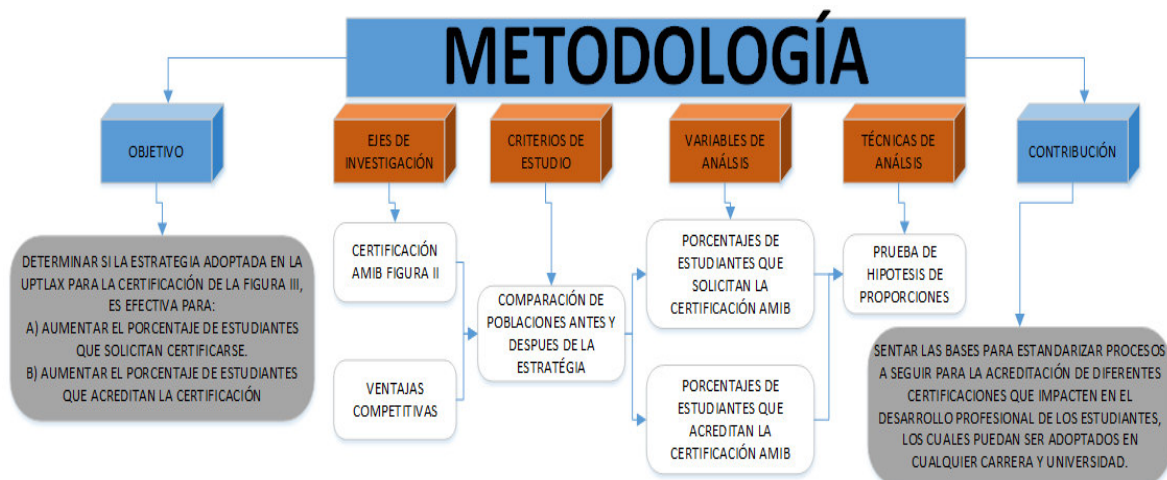
Beneficios Esperados de la estrategia propuesta

- Mayor tasa de certificación.
- Validación efectiva de estancias y estadías profesionales.
- Fortalecimiento del perfil profesional bursátil.
- Aprovechamiento óptimo del tiempo académico.

METODOLOGÍA

Para el desarrollo del presente trabajo, el esquema de la metodología se presenta en la Figura 1, en donde el objetivo es validar la eficiencia de la estrategia planteada para el logro de dos metas definidas:

- a) El incremento del porcentaje de estudiantes que solicitan la Certificación AMIB figura III.
- b) El incremento del porcentaje de estudiantes que aprueban el examen de Certificación AMIB figura III.

Figura 1. Metodología de investigación del proyecto.

Nota. La figura muestra la metodología de desarrollo del trabajo de investigación para validación de la Estrategia propuesta para la acreditación de la Figura III de la AMIB.

Fuente: elaboración propia (2025).

Para validar dicha estrategia, se procedió a la realización de un análisis de diferencia de proporciones, realizado en Minitab 17, en un primer estudio se analizó la diferencia de proporciones de los datos descritos en la tabla 1, comparando la cantidad de estudiantes existentes antes y después de la estrategia en proporción a la cantidad de estudiantes que solicitaron certificarse en la AMIB fig. III.

Tabla 1. Datos recopilados de estudiantes que presentaron solicitaron la Certificación AMIB figura III, antes y después de aplicar la estrategia planteada.

	TOTAL DE MATRICULA	ESTUDIANTES QUE SOLICITARON LA ACREDITACIÓN AMIB F.III
ANTES DE APLICAR LA ESTRATEGIA	270	46
DESPUÉS DE APLICAR LA ESTRATEGIA	285	105

Nota: Los datos hacen referencia al total de estudiantes que había en cada etapa y cuántos de esos estudiantes solicitaron la Certificación AMIB.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos obtenidos.

En un segundo estudio, se procedió al análisis de la diferencia de proporciones de los datos de la tabla 2. en donde se comparó la proporción de estudiantes que acreditaron la certificación AMIB Fig. III, en el marco de las dos etapas planteadas, antes y después de la puesta en marcha de la estrategia.

Tabla 2. Datos recopilados de estudiantes que presentaron el examen de Certificación AMIB figura III, antes y después de aplicar la estrategia planteada.

	REALIZARON EL EXAMEN	PASARON	NO PASARON
ANTES DE APLICAR LA ESTRATEGIA	46	28	18
DESPUÉS DE APLICAR LA ESTRATEGIA	105	92	13

Fuente: Elaboración propia a partir de datos obtenidos.

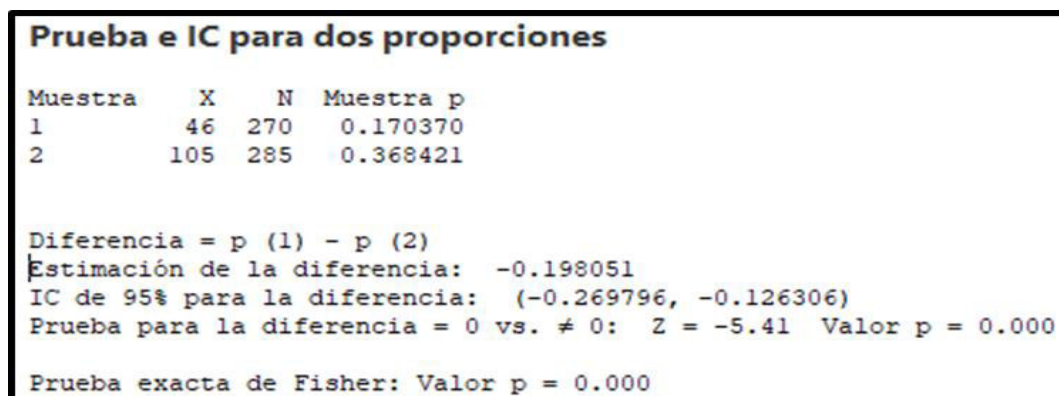
DESARROLLO

En el primer estudio, se realiza un estudio para diferencia de proporciones con un nivel de confianza del 95% y un alfa del 0.05, para ver la efectividad de la estrategia en función del porcentaje de estudiantes que solicitan la certificación, en este sentido se analizan los datos de la Tabla 1 y se procede a plantear la hipótesis nula correspondiente para concluir la efectividad de la estrategia.

Ho: No existe diferencia entre la proporción de estudiantes que solicitaron la certificación AMIB antes de la estrategia y la proporción de estudiantes que solicitaron la certificación después de la estrategia.

Figura 2.

Estudio de proporciones de dos muestras para estudiantes que solicitaron el examen de Certificación AMIB figura III.



Nota. La muestra 1 se refiere a los datos de los estudiantes antes de aplicación de la estrategia, mientras que la muestra 2 es de estudiantes después de la estrategia.

Fuente: elaboración propia a partir de Minitab 2017 (2025).

En la figura 2, correspondiente a la corrida para dos proporciones en Minitab 17, se observa un valor $p = 0.000$, inferior al alfa del 0.05 planteado en el estudio, por lo que se rechaza H_0 , con lo que se concluye que si hay diferencia en las proporciones.

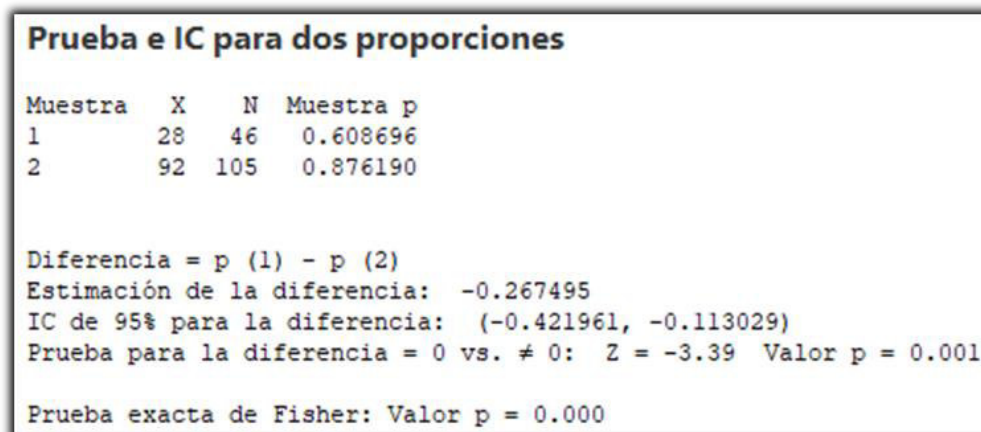
Por otra parte, la diferencia de proporciones con un intervalo de confianza con el 95% se encuentra entre (-0.269796 y -0.126306) lo que indica que la proporción de estudiantes que solicitan la acreditación AMIB fig. III después de la estrategia se ha incrementado entre un 12.63% y un 26.79 % con un alto porcentaje de confianza.

En el segundo estudio, se realiza un estudio de diferencia de proporciones con un nivel de confianza del 95% y un alfa del 0.05, para ver la efectividad de la estrategia en función del porcentaje de estudiantes que aprueban el examen de certificación AMIB, se analizan los datos de la Tabla 2 y se procede a plantear la hipótesis nula correspondiente para concluir la efectividad de la estrategia.

H_0 : No existe diferencia entre la proporción de estudiantes que aprueban el examen de certificación AMIB antes de la estrategia y la proporción de estudiantes que aprueban en examen de la certificación después de la estrategia.

Figura 3.

Estudio de proporciones de dos muestras para estudiantes que pasaron el examen de acreditación.



Nota. La muestra 1 se refiere a los datos de los estudiantes antes de aplicación de la estrategia, mientras que la muestra 2 es de estudiantes después de la estrategia.

Fuente: elaboración propia a partir de Minitab 2017 (2025).

En la figura 2, correspondiente a la corrida para dos proporciones en Minitab 17, se observa un valor $p = 0.000$, inferior al alfa del 0.05 planteado en el estudio, por lo que se rechaza H_0 . con lo que se concluye que si hay diferencia en las proporciones.

La diferencia de proporciones con un intervalo de confianza con el 95% se encuentra entre (-0.421961 y -0.113029) lo que indica que la proporción de estudiantes que aprueban el examen de acreditación de la AMIB fig. III después de la estrategia se ha incrementado entre un 11.3% y un 42.19 % con un alto porcentaje de confianza.

CONCLUSIONES

La certificación AMIB Figura III representa un instrumento normativo, técnico y ético de alta relevancia para el sistema financiero mexicano. Su fundamento constitucional, su regulación legal y su reconocimiento institucional la convierten en un requisito indispensable para garantizar la calidad, transparencia y legitimidad del ejercicio profesional en asesoría de inversiones. La evidencia académica demuestra que su integración en programas académicos mejora la empleabilidad, fortalece la formación



técnica y promueve la profesionalización del sector. En consecuencia, se recomienda su incorporación sistemática en planes de estudio relacionados con las ciencias financieras y económicas, así como el fortalecimiento de políticas públicas que promuevan la certificación como estándar profesional obligatorio.

Los resultados obtenidos, mediante una prueba de hipótesis comparativa entre los datos previos y posteriores, fueron validados en la que se contrastaron datos a priori (previos a la estrategia), con datos posteriores a su aplicación. La diferencia observada fue estadísticamente significativa, confirmando la eficacia de la intervención, a la implementación de la estrategia para impulsar la certificación demostrando ser efectiva, al reflejar un aumento significativo en el interés, preparación y tasa de aprobación de los estudiantes en los exámenes de certificación.

La metodología basada en datos permitió una toma de decisiones fundamentada, lo que subraya la importancia de aplicar modelos cuantitativos y estadísticos en la gestión educativa y en la planificación de estrategias académicas con impacto profesional.

Este modelo es replicable y escalable, tanto a otras universidades como a diferentes programas académicos, siempre que se realice un diagnóstico previo adecuado y se adapten los componentes estratégicos al contexto institucional específico.

Finalmente, este trabajo demuestra cómo la sinergia entre el sector académico y el financiero puede traducirse en beneficios concretos para los estudiantes, preparándose de manera integral mediante la utilización de modelos que permitan la incorporación sistemática en planes de estudio universitarios, para enfrentar los desafíos del mercado laboral y contribuyendo al desarrollo económico del país desde la educación superior.

BIBLIOGRAFIA

1. Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. (1917, 5 de febrero). *Diario Oficial de la Federación*. Última reforma publicada el 15 de abril de 2025. Gaceta Oficial. Artículos derivados de la Ley del Mercado de Valores y regulaciones de la CNBV para intermediarios certificados AMIB.
2. Rincón, L. (2015). Una Introducción a la Estadística Inferencial., México. Facultad de ciencias UNAM 20: 300-302



3. Douglas A., Marchal W. (2008). Estadística aplicada a los negocios y la economía., México. Mc Graw Hill 378-381.
4. Goetz, J. W., Zhu, D., Hampton, V. L., Chatterjee, S., & Salter, J. (2011). Integration of professional certification examinations with the financial planning curriculum: Increasing efficiency, motivation, and professional success. American Journal of Business Education, 4(3), 45–52.
5. Peón, D., Martínez-Filgueira, X.-M., & Rodríguez-Gómez, J.-L. (2023). Professional certifications of a university master 's degree and employability: Impact on students' perception. European journal of educational research, 12(1), 173–188.
6. Rodríguez Gámez, G. I., & Tristán-López, A. (2025). Certificación profesional, el caso de México. EDUCA. Revista Internacional Para La Calidad Educativa, 5(1), 1–29.
7. Rojas Molina, L. K. (2020). *Importancia de la capacitación financiera en el desarrollo y profundización del mercado de derivados colombiano*. Revista Colombiana de Contabilidad, 8(16), 41–68.
Instituto Mexicano de Ejecutivos de Finanzas. (s.f.). *Certificaciones de finanzas*. IMEF CDMX. Recuperado el 21 de octubre de 2025, de <https://cdmx.imef.org.mx/blog/finanzas-corporativas/certificaciones-de-finanzas/>
8. Congreso de los Estados Unidos Mexicanos. (2025). *Ley del Mercado de Valores*. Diario Oficial de la Federación, 5 de febrero de 1917 (última reforma publicada el 15 de abril de 2025). Artículo 225, Título VII.
9. Asociación Mexicana de Instituciones Bursátiles. (s.f.). *Funciones y certificaciones*. <https://www.amib.com.mx>



DE LOS MODELOS A LA SIMULACIÓN, DE LA SIMULACIÓN A LA PARODIA, Y LA PARANOIA. EL ESTATUTO DEL CONOCIMIENTO Y DEL AUTOR-IA. LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN LA EDUCACIÓN HOY, Y MAÑANA

Jesús Ignacio Rivera Cano¹

Formación Pedagógica, Universidad Autónoma Latinoamericana, SENA, Universidad CES, Universidad Nacional Autónoma de México.

Psicólogo, Universidad de Antioquia.

Especialista en Psicología Organizacional, Universidad de San Buenaventura.

Magíster en Psicología, Universidad CES.

Formación en Psicología Contextual, Universidad Nacional Autónoma de México.

Docente Universidad de Antioquia, Universidad de Medellín.

Asesor, Consultor e Investigador.

Ponente Internacional

jesusignacioriveracano@gmail.com

RESUMEN

La irrupción de la inteligencia artificial generativa en el ámbito educativo plantea interrogantes fundamentales sobre el estatuto epistemológico del conocimiento y la reconfiguración de la autoría en contextos académicos. Esta ponencia analiza la transición conceptual que experimenta la IA en educación: desde su función como modelo computacional hasta su evolución como dispositivo de simulación, para luego convertirse en herramienta de parodia del conocimiento y, finalmente, generar estados de paranoia institucional frente a la autenticidad del aprendizaje.

Se examina cómo los modelos de lenguaje transforman la producción del conocimiento académico, problematizando la distinción entre autoría humana y generación algorítmica. La simulación, entendida como capacidad de la IA para replicar patrones discursivos académicos, deriva en una parodia del proceso cognitivo genuino, donde la forma aparenta validez sin garantizar comprensión profunda. Esta condición genera paranoia epistemológica: las instituciones educativas enfrentan la incapacidad de discernir entre conocimiento construido y contenido generado, erosionando los fundamentos de la evaluación tradicional.



La investigación propone un marco conceptual para repensar el rol de la IA en educación, superando respuestas prohibicionistas o ingenuamente instrumentales. Se plantea la necesidad de desarrollar nuevas pedagogías que integren críticamente estas tecnologías, reconceptualizando la autoría como práctica colaborativa entre humanos y sistemas artificiales, y estableciendo criterios éticos para su uso responsable. El análisis proyecta escenarios futuros donde la educación debe reconciliar innovación tecnológica con preservación de la agencia intelectual humana.

Palabras clave: inteligencia artificial generativa, epistemología educativa, autoría académica, ética de la IA, simulación cognitiva.

INTRODUCCIÓN

La implementación acelerada de sistemas de inteligencia artificial generativa, particularmente modelos de lenguaje extenso como ChatGPT, Claude, Gemini, DeepSeek, Copilot, y sus similares y variantes, ha provocado una disrupción sin precedentes en el ecosistema educativo global. Esta transformación no constituye meramente una innovación tecnológica más en el repertorio de herramientas pedagógicas, sino que representa un desafío filosófico, epistemológico y práctico que cuestiona los fundamentos mismos de la educación contemporánea.

El título de esta ponencia traza una genealogía conceptual que describe el recorrido de la IA en educación a través de cuatro estadios progresivos: modelo, simulación, parodia y paranoia. Cada uno de estos momentos representa no solo una fase tecnológica, sino fundamentalmente una transformación en la relación entre conocimiento, tecnología y sujeto educativo. Comprender esta trayectoria resulta esencial para desarrollar respuestas institucionales y pedagógicas que trasciendan tanto el tecnooptimismo acrítico como el prohibicionismo reactivo.

La pregunta central que articula esta investigación es: ¿cómo reconfiguran los sistemas de IA generativa el estatuto del conocimiento académico y la noción de autoría intelectual en contextos educativos? Esta interrogante se despliega en múltiples dimensiones: epistemológica (¿qué constituye conocimiento genuino frente a generación algorítmica?), ética (¿cuáles son las responsabilidades del autor-IA, ese híbrido?), pedagógica (¿cómo



enseñar y evaluar en esta nueva configuración?) e institucional (¿qué políticas preservan la integridad académica sin obstaculizar la innovación?).

El presente trabajo se estructura en torno a estos estadios conceptuales, analizando sus implicaciones y proponiendo marcos de acción para la educación presente y futura.

METODOLOGÍA

Esta investigación adopta un enfoque cualitativo de carácter exploratorio-reflexivo, articulando análisis conceptual, revisión crítica de literatura y estudios de caso emergentes en el uso de IA generativa en contextos educativos latinoamericanos e internacionales.

Diseño metodológico:

La investigación se estructura en tres fases complementarias:

Fase 1: Análisis conceptual y teórico. Se realiza una genealogía filosófica de los conceptos de modelo, simulación, parodia y paranoia aplicados al fenómeno de la IA en educación. Este análisis se fundamenta en perspectivas de filosofía de la tecnología (Heidegger, Simondon, Stiegler), teoría de la simulación (Baudrillard), estudios críticos de algoritmos y epistemología contemporánea. Se examina cómo cada concepto ilumina aspectos específicos de la transformación educativa actual.

Fase 2: Revisión sistemática de literatura. Se analizan estudios empíricos, documentos de política educativa, posicionamientos institucionales y literatura académica publicada entre 2022-2025 sobre IA generativa en educación. Las fuentes incluyen: revistas especializadas en tecnología educativa, informes de organismos internacionales (UNESCO, OCDE), declaraciones de universidades sobre políticas de IA, y documentos de ética en inteligencia artificial. Se identifican tendencias, contradicciones y vacíos en el discurso actual.

Fase 3: Análisis de casos y proyección prospectiva Se examinan casos documentados de implementación de IA en instituciones educativas, identificando patrones de respuesta institucional (prohibición, regulación, integración crítica). Se desarrolla un análisis prospectivo mediante escenarios posibles para la educación en horizontes de 5 y 10 años, considerando variables tecnológicas, pedagógicas, culturales y económicas.

Criterios de análisis:



- Transformaciones en la producción de conocimiento académico
- Reconfiguración de la autoría y originalidad
- Respuestas institucionales y su efectividad
- Implicaciones éticas y epistemológicas
- Propuestas pedagógicas emergentes

Esta metodología permite construir un marco interpretativo robusto que trasciende descripciones meramente técnicas, situando el fenómeno de la IA generativa en sus dimensiones cultural, social y filosófica más amplias.

DESARROLLO

Del modelo computacional a la simulación educativa

Los sistemas de IA generativa operan fundamentalmente como modelos estadísticos que identifican patrones en vastos corpus de texto y generan respuestas probabilísticamente coherentes. En su primera fase de integración educativa, estas tecnologías fueron comprendidas precisamente como "modelos": herramientas que representan estructuras del lenguaje y pueden asistir tareas específicas como la generación de ejemplos.

Sin embargo, la sofisticación creciente de estos sistemas produce un efecto cualitativo nuevo: ya no simplemente modelan el lenguaje, sino que simulan pensamiento, razonamiento y producción intelectual. La simulación, concepto central en Baudrillard, implica la creación de una realidad sin correspondencia con un original. Cuando un estudiante utiliza ChatGPT para "escribir" un ensayo, el sistema no está modelando sus ideas, sino simulando un proceso cognitivo completo que genera texto académicamente válido en la forma, pero que no representa la comprensión genuina por parte del estudiante.

Esta transición del modelo a la simulación tiene consecuencias epistemológicas profundas: erosiona la distinción entre conocimiento construido (proceso activo de comprensión) y conocimiento aparente (producto formalmente correcto, pero cognitivamente ajeno). La simulación exitosa hace indistinguible, en la forma, el resultado del proceso, desafiando los fundamentos de la evaluación educativa tradicional que asume correspondencia entre producto presentado y aprendizaje efectuado.

De la simulación a la parodia del conocimiento



La capacidad de la IA para generar textos académicamente correctos sin comprensión subyacente configura lo que puede denominarse una "parodia" del conocimiento. La parodia, entendida no como burla intencional sino como imitación que revela la artificialidad de su objeto, expone la fragilidad de ciertos criterios académicos cuando son reducidos a patrones formales.

Un ensayo generado por IA puede presentar estructura argumentativa correcta, probable uso apropiado de fuentes, lenguaje académico sofisticado y conclusiones aparentemente fundamentadas. Sin embargo, carece del elemento esencial que la educación tradicionalmente busca evaluar: el proceso reflexivo, la comprensión profunda, la capacidad de transferencia conceptual del estudiante. La IA parodia estos elementos, mostrando que la forma del conocimiento puede existir desvinculada de la sustancia cognitiva.

Esta parodia revela una crisis en los sistemas de evaluación educativa que privilegian productos sobre procesos, actividades académicas entregables sobre desarrollo cognitivo genuino. Paradójicamente, la IA generativa funciona como un espejo crítico que expone las limitaciones de pedagogías centradas en reproducción más que en construcción de conocimiento.

La paranoia epistemológica institucional

La respuesta institucional dominante frente a la IA generativa ha sido caracterizada por lo que podemos denominar "paranoia epistemológica": una incertidumbre radical sobre la autenticidad de la producción académica y la sospecha generalizada que lleva a la urgencia de verificar el origen humano o artificial de los trabajos académicos.

Esta paranoia se manifiesta en múltiples dimensiones:

Paranoia detectiva: Instituciones que implementan software de detección de contenido generado por IA, iniciando una carrera armamentista entre sistemas de generación, detección, "humanización", ninguno absolutamente confiable. Esta dinámica reproduce lógicas de vigilancia que erosionan la confianza educativa fundamental.

Paranoia normativa: Proliferación de reglamentos, políticas de "cero tolerancia" y definiciones cada vez más complejas de plagio que intentan capturar una realidad tecnológica en constante mutación. La legislación no logra anticipar las transformaciones continuas de estas tecnologías.



Paranoia pedagógica: Docentes que enfrentan inseguridad sobre qué y cómo evaluar, cuestionando la validez de tradiciones y de competencias consolidadas. Esta situación genera agotamiento institucional y desmoralización profesional.

La paranoia, lejos de ser irracional, constituye una respuesta comprensible frente a la desestabilización de categorías fundamentales (autoría, originalidad, aprendizaje genuino) sobre las cuales se construyó el sistema educativo moderno.

El estatuto del conocimiento en la era de la IA

La integración de IA generativa obliga a reconsiderar qué constituye conocimiento en contextos educativos. Tradicionalmente, el conocimiento académico implicaba:

- Apropiación personal de contenidos
- Capacidad de explicación y transferencia
- Autoría individual identificable
- Proceso de construcción cognitiva verificable

La IA generativa problematiza cada uno de estos elementos. Cuando un estudiante utiliza estas herramientas, ¿el resultado representa su conocimiento? ¿Es la capacidad de formular buenos prompts una forma legítima de conocimiento? ¿Dónde termina la asistencia tecnológica y comienza el fraude académico?

Estas preguntas no tienen respuestas binarias. Requieren reconceptualizar el conocimiento como práctica distribuida entre agentes humanos y tecnológicos, donde la agencia intelectual no reside exclusivamente en individuos sino en una relación de ensamblajes sociotécnicos. Esta perspectiva, informada por teorías del actor-red y cognición distribuida, llama la atención sobre el hecho de que conocimiento siempre ha sido colaborativo y mediado, muchas veces tecnológicamente; la IA sorprendentemente hace esta condición más visible e inescapable.

La reconfiguración de la autoría: el autor-IA

El concepto de autoría, central en la tradición académica occidental, enfrenta una transformación radical. Históricamente, el autor ha sido concebido como origen individual del pensamiento expresado en un texto, responsable legal, moral e intelectual de su contenido.



Esta nueva tecnología generativa introduce la figura del "autor-IA": una entidad compuesta donde humano y sistema algorítmico colaboran en la producción textual. Un híbrido. Esta figura plantea interrogantes complejos:

Responsabilidad: ¿Quién es responsable de errores, sesgos o contenidos problemáticos en textos co-generados? ¿El usuario que formula el prompt? ¿Los desarrolladores del sistema? ¿La corporación que lo comercializa? ¿La institución que los publica?

Originalidad: Si la IA se entrena con millones de textos existentes, ¿puede generar contenido verdaderamente original? ¿Es la recombinação algorítmica de patrones lingüísticos comparable a la creatividad humana?

Reconocimiento: ¿Debe la IA ser reconocida como co-autora? ¿Qué implicaciones tiene esto para sistemas de evaluación académica, publicación científica y propiedad intelectual?

Estas preguntas no buscan respuestas definitivas en este punto, sino abrir el debate necesario para desarrollar marcos éticos y normativos que reconozcan la complejidad de esta nueva configuración autoral.

IA en educación hoy: tensiones y respuestas institucionales

El panorama actual muestra respuestas institucionales heterogéneas que oscilan entre tres posiciones principales:

Prohibicionismo: Algunas instituciones prohíben completamente el uso de IA generativa, equiparándolo a plagio o fraude académico. Esta posición resulta problemática por: (a) su dificultad práctica de implementación, (b) su contradicción con realidades profesionales donde estas herramientas son asistentes útiles, eficaces y alcanzan fines formativos auténticos, (c) su incapacidad de desarrollar alfabetización crítica sobre estas tecnologías.

Instrumentalismo acrítico: Contextos en los que el uso de IA se promueve como herramienta neutral de productividad, sin promoción paralela de reflexión sobre sus implicaciones epistemológicas, éticas o pedagógicas. Esta posición ignora riesgos de dependencia tecnológica, reproducción de sesgos algorítmicos y erosión de capacidades cognitivas fundamentales.

Integración crítica: Una tercera vía, que propone integrar la IA generativa mediante marcos pedagógicos que promuevan uso consciente, reflexivo y éticamente informado.



Esta posición requiere rediseño curricular, formación docente especializada y desarrollo de nuevos sistemas de evaluación.

Educación del mañana: escenarios prospectivos

Hacia el futuro, que ya es desde hoy, se identifican tres escenarios posibles para la educación con IA:

Escenario 1: Colapso epistémico Si las instituciones no logran desarrollar respuestas efectivas, podríamos presenciar una crisis de legitimidad educativa donde títulos y certificaciones pierden valor al no poder garantizar aprendizaje genuino. Este escenario distópico implicaría precarización extrema del trabajo docente y desvalorización radical de la educación.

Escenario 2: Simbiosis tecnopedagógica Un escenario optimista donde educación y tecnología se integran productivamente mediante: (a) pedagogías centradas en pensamiento crítico más que reproducción de información, (b) evaluaciones basadas en procesos y desarrollo metacognitivo, (c) uso ético y transparente de IA como herramienta de apoyo al aprendizaje, (d) formación en alfabetización algorítmica y ciudadanía digital.

Escenario 3: Fragmentación educativa Un escenario intermedio donde coexisten múltiples modelos: unas instituciones luchando por preservar pedagogías tradicionales de interacción humana intensiva, rechazando la tecnología algorítmica, y otras instituciones orbitando en torno a los crecientes productos de IA, otras más trabajando por la gestación de alternativas educativas equilibradas, buscando preservar el desarrollo de las capacidades cognitivas, al tiempo que implementar la razonada asistencia de los avances tecnológicos. Esta fragmentación profundizaría desigualdades ya existentes.

El escenario que se materialice dependerá de decisiones de filosofía de la pedagogía, políticas educativas, recursos institucionales y desarrollo de marcos éticos consensuados que orienten la consideración de estas tecnologías.

CONCLUSIONES

La integración de la inteligencia artificial generativa en educación constituye un fenómeno de transformación profunda que trasciende dimensiones meramente técnicas o instrumentales. El recorrido conceptual de modelo a simulación, de simulación a parodia, y de parodia a paranoia, evidencia cómo esta tecnología desafía fundamentos epistemológicos, pedagógicos e institucionales de la educación contemporánea.



Conclusiones principales:

- a) **Necesidad de reconceptualización epistemológica:** El conocimiento en la era de la IA puede comprenderse como una práctica distribuida entre humanos y sistemas tecnológicos, superando concepciones polarizadas y descontextualizadas del aprendizaje.
- b) **Urgencia de marcos éticos:** La figura del autor-IA requiere desarrollo de principios éticos claros sobre responsabilidad, transparencia, reconocimiento y uso apropiado de estas tecnologías en contextos académicos.
- c) **Insuficiencia de respuestas prohibicionistas:** Prohibir la IA generativa resulta impracticable e inconveniente, desconectando la educación de realidades profesionales, culturales y sociales donde estas herramientas serán ubicuas.
- d) **Imperativo de transformación pedagógica:** La educación debe orientarse hacia la preservación de evaluaciones centradas en procesos cognitivos, pensamiento crítico, capacidades metacognitivas y competencias difícilmente replicables por sistemas algorítmicos.
- e) **Importancia de la alfabetización crítica:** Estudiantes y docentes requieren formación en comprensión de funcionamiento, capacidades, limitaciones y sesgos de sistemas de IA, desarrollando la capacidad de elección de un uso consciente y reflexivo.
- f) **Proyección hacia simbiosis tecnopedagógica:** El escenario más razonable implica una integración crítica, donde la IA potencia capacidades humanas sin sustituir agencia intelectual, preservando valores fundamentales de la educación: curiosidad, creatividad, pensamiento independiente y comprensión profunda.

La educación actual, y con mayor razón la del mañana, no puede ser ni tecnofóbica ni tecnooptimista acrítica. Debe construirse como espacio de análisis constante entre innovación tecnológica y preservación de la dimensión esencialmente humana del aprendizaje: la construcción de sentido, el desarrollo de la conciencia crítica y la formación de sujetos capaces de participar responsablemente en la sociedad, con lo que esta espera de su rol.



El desafío fundamental no consiste en determinar si la IA debe estar en la educación —ya está— sino en definir cómo su presencia puede fortalecer, en lugar de erosionar, el proyecto educativo emancipador que históricamente ha definido a la educación.

BIBLIOGRAFIA

1. Baudrillard, J. (1981). *Simulacres et simulation*. Éditions Galilée.
2. Bender, E. M., Gebru, T., McMillan-Major, A., & Shmitchell, S. (2021). On the dangers of stochastic parrots: Can language models be too big? *Proceedings of the 2021 ACM Conference on Fairness, Accountability, and Transparency*, 610-623. <https://doi.org/10.1145/3442188.3445922>
3. Crawford, K. (2021). *Atlas of AI: Power, politics, and the planetary costs of artificial intelligence*. Yale University Press.
4. EDUCAUSE. (2023). 2023 EDUCAUSE Horizon Report: Teaching and Learning Edition. <https://library.educause.edu/resources/2023/5/2023-educause-horizon-report-teaching-and-learning-edition>
5. Floridi, L., & Chiriatti, M. (2020). GPT-3: Its nature, scope, limits, and consequences. *Minds and Machines*, 30(4), 681-694. <https://doi.org/10.1007/s11023-020-09548-1>
6. Heidegger, M. (1954). *Die Frage nach der Technik*. En *Vorträge und Aufsätze* (pp. 9-40). Neske.
7. Jobin, A., Ienca, M., & Vayena, E. (2019). The global landscape of AI ethics guidelines. *Nature Machine Intelligence*, 1(9), 389-399. <https://doi.org/10.1038/s42256-019-0088-2>
8. Luckin, R., Holmes, W., Griffiths, M., & Forcier, L. B. (2016). *Intelligence Unleashed: An argument for AI in education*. Pearson Education.
9. Noble, S. U. (2018). *Algorithms of oppression: How search engines reinforce racism*. NYU Press.
10. Selwyn, N. (2019). *Should robots replace teachers? AI and the future of education*. Polity Press.
11. Simondon, G. (1958). *Du mode d'existence des objets techniques*. Aubier-Montaigne.
12. UNESCO. (2023). *ChatGPT and artificial intelligence in higher education: Quick start guide*. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000385146>



13. Williamson, B., & Eynon, R. (2020). Historical threads, missing links, and future directions in AI in education. *Learning, Media and Technology*, 45(3), 223-235. <https://doi.org/10.1080/17439884.2020.1798995>



LOS CUERPOS COMO LIENZO EN LA LUCHA DE LOS MOVIMIENTOS FEMINISTAS EN ARGENTINA

Lidia Lorena Biancheri ¹

Universidad Nacional de Pilar / Asociación Argentina para la Investigación en Historia de las Mujeres y Estudios de Género – AAHMEG

lorena.biancheri@unpilar.edu.ar

INTRODUCCIÓN

El cuerpo parece ser evidente. Pero la evidencia es a menudo el camino más corto del misterio.
(Le Bretón, 2021)

El 8M, el “Ni una menos”, la “Marea verde”: hitos que marcaron y siguen marcando la historia reciente de los movimientos feministas en Argentina y en el mundo. Cada una de estas fechas y consignas representa no solo una reivindicación concreta, sino también una forma de ocupar el espacio público y de inscribir en los cuerpos una narrativa colectiva. Canciones, bailes, intervenciones performáticas, gritos, silencios, pañuelos al aire y rostros pintados componen un lenguaje propio: el de los cuerpos como protagonistas, como escenario y soporte simbólico de las luchas por la igualdad y la justicia. En cada manifestación, el cuerpo se transforma en lienzo vivo, en territorio de expresión, en superficie de resistencia y de creación política.

A lo largo de la historia, los cuerpos humanos han sido vestidos, ornamentados y maquillados con múltiples propósitos. Desde los rituales religiosos hasta las ceremonias de guerra, desde las celebraciones deportivas hasta las festividades culturales, los cuerpos siempre han funcionado como portadores de sentido. La pintura, la vestimenta o la ornamentación corporal no solo embellecen o protegen: también comunican, representan y simbolizan. Utilizar el cuerpo como lienzo es una práctica milenaria que refleja los valores, creencias y jerarquías de cada comunidad. A través de los colores, las texturas y los gestos, las sociedades han expresado su pertenencia, su espiritualidad, sus emociones y sus conflictos. En este sentido, el cuerpo constituye un espacio privilegiado donde se manifiestan las dimensiones simbólicas y culturales de la existencia.

En el caso de los feminismos; uno de los movimientos sociales más activos y transformadores de los últimos tiempos; los atuendos, los colores y las performances se han vuelto elementos centrales de las acciones colectivas. El violeta, heredero del movimiento sufragista, predomina en las marchas del 8 de marzo y en las jornadas del “Ni



una menos”, simbolizando la dignidad, la sororidad y la justicia. El verde, por su parte, se convirtió en emblema de la Campaña Nacional por el Derecho al Aborto Legal, Seguro y Gratuito, inundando las calles con pañuelos, carteles, telas, rostros pintados y cuerpos intervenidos. Esta “marea verde” atravesó generaciones, sectores sociales y territorios, consolidando una identidad visual que expresa esperanza, vida y autonomía. Cada color, cada gesto, cada prenda porta una historia colectiva, una memoria compartida que resignifica el cuerpo como vehículo político y estético.

Teniendo en cuenta que la sociedad ha construido históricamente una relación de control y dominio sobre los cuerpos —especialmente los cuerpos feminizados—, resulta necesario interrogarnos acerca del sentido de estas manifestaciones. ¿Qué simbolizan estos atuendos, colores y performances? ¿Por qué se eligen determinadas tonalidades o gestos para representar la lucha? ¿Favorecen la unidad y la identificación dentro del movimiento? ¿De qué manera colaboran en la visibilización y sensibilización de las causas que defienden? Estas preguntas orientan el análisis propuesto, entendiendo que el cuerpo no es solo una presencia biológica, sino también un espacio de inscripción cultural, política y emocional, donde se expresan las tensiones entre el poder y la libertad.

El objetivo central de este trabajo es, por lo tanto, indagar en el simbolismo del uso de atuendos, maquillajes, colores y gestos corporales en las manifestaciones de los movimientos feministas, poniendo el foco en cómo estos elementos contribuyen a la ampliación de derechos y a la lucha contra la violencia en todas sus formas. Se busca comprender cómo el cuerpo, a través de la acción colectiva, se convierte en herramienta de comunicación, en dispositivo de resistencia y en espacio de transformación social.

La metodología utilizada se basa en la observación y el análisis de diferentes materiales: textos académicos y periodísticos, registros fotográficos y audiovisuales de manifestaciones, así como publicaciones y testimonios presentes en diversos medios digitales —periódicos en línea, redes sociales como Facebook, Instagram, X (anteriormente Twitter) y TikTok, entre otras y el análisis bibliográfico al respecto.



Desarrollo

Los cuerpos

Los cuerpos como lienzo, los cuerpos en las calles, expuestos; los cuerpos en desplazamientos; los cuerpos pintados, vestidos, ornamentados; los cuerpos hablando, gritando, cantando, saltando, bailando. Cuerpos que se transforman en mensajes, en territorio de expresión y de resistencia. “Ni una menos”, “Marea verde”, “Campaña por el derecho al aborto” ... no resultan ajenas las acciones de los movimientos de mujeres y diversidades en las últimas décadas, precedidas por una numerosa lista de luchas feministas en la historia de nuestro país y del mundo (Biancheri, 2023, p. 499). Estas luchas han sabido poner el cuerpo como eje de acción política y estética, reconvirtiéndolo en bandera, en superficie de inscripción de consignas, en un texto vivo donde se escriben los reclamos por justicia e igualdad. En este sentido, como señala Judith Butler (1990/2007), “el cuerpo no es una entidad estática, sino un proceso de materialización que se produce y se regula dentro de un marco de poder” (p. 18). Así, los cuerpos que marchan, cantan o se exponen públicamente no son meras presencias físicas: son cuerpos que desafían las normas que los constituyen, cuerpos que performan resistencia.

Como se señalaba, los feminismos ya hace tiempo se caracterizan por ser uno de los movimientos sociales más dinámicos y persistentes; presentes tanto en la lucha por la ampliación de derechos como en la defensa de los ya conquistados. Su potencia radica precisamente en esa articulación entre cuerpo, acción y palabra, en esa capacidad de convertir la presencia física en manifestación simbólica. En este camino cobra un especial sentido el rol de los cuerpos, puestos en juego a la hora de visibilizar y concientizar, porque allí se materializa la experiencia política y se encarna el mensaje colectivo. “Las representaciones sociales le asignan al cuerpo una posición determinada en el simbolismo general de la sociedad” (Le Bretón, 2021, p. 23), y esa posición no es neutra: depende de los contextos históricos, culturales y políticos que lo interpretan.

Por ello, a menudo existen múltiples y opuestas interpretaciones y opiniones acerca de la presencia y las acciones de los movimientos feministas en las calles, de esos cuerpos ornamentados, pintados y vestidos de acuerdo a acontecimientos puntuales. Para unos sectores, se trata de expresiones de rebeldía, de emancipación y libertad; para otros, de provocaciones. En cualquier caso, los cuerpos se vuelven escenario de disputa simbólica, espacio donde se negocia el sentido de lo público, lo político y lo femenino. “La piel es la



evidencia de la presencia en el mundo. Es el lugar del cuerpo que queda a la vista, permanentemente a consideración de los demás. Por ella somos reconocidos, nombrados” (Le Bretón, 2019, p. 49). Esa visibilidad se vuelve entonces una estrategia: mostrarse, aparecer, ocupar el espacio como forma de existir políticamente. Como sostiene Butler (2017), “el cuerpo en la calle es ya una forma de discurso, una afirmación colectiva de existencia que desafía las normas de quién puede aparecer y ser visto” (p. 31). En esa aparición se condensa el acto político mismo, donde la vulnerabilidad compartida se transforma en poder y acción.

En este sentido, la presencia de los movimientos feministas en las calles, en los procesos de lucha no solo por los derechos de las mujeres sino también en solidaridad con otras causas sociales, se complementa con el crecimiento de propuestas académicas y de extensión universitaria, muchas de ellas abiertas a la comunidad, con congresos, jornadas y producciones de investigación que abordan las desigualdades de género desde múltiples enfoques. Esa articulación entre lo académico, lo artístico y lo político refuerza la idea de que el cuerpo no es únicamente un soporte biológico, sino una construcción simbólica y social, un territorio en disputa y, al mismo tiempo, una herramienta de transformación.

Como se suele decir coloquialmente, “poner el cuerpo” en esas situaciones supone un convencimiento, un compromiso y una dedicación sumamente centrales. Implica exponerse, emocionarse, vibrar colectivamente, transformar la vulnerabilidad en fuerza y la individualidad en acción común. “El cuerpo es una apuesta política, un fin revelador del estatus del individuo en nuestras sociedades contemporáneas” (Le Bretón, 2021). Los cuerpos entonces se convierten en foco de miradas, en escenarios, en protagonistas, en trincheras colectivas que resisten, celebran y sostienen la memoria viva de los movimientos feministas.

Violeta: 8M y Ni una menos

A comienzos del siglo XX, el movimiento sufragista británico comenzó a utilizar como color central el violeta, símbolo de dignidad, justicia y lucha. Este tono, cargado de significaciones, se acompañaba del blanco —que representaba la pureza de los ideales y la honestidad en las demandas— y del verde, emblema de esperanza y renovación. La Women’s Social and Political Union (Unión Social y Política de Mujeres), liderada por Emmeline Pankhurst, fue una de las pioneras en adoptar esta paleta cromática como forma de comunicación visual, un verdadero lenguaje político que permitía reconocer y



cohesionar al movimiento incluso en contextos de persecución o censura. La elección de los colores no fue azarosa: se trataba de una estrategia para dotar de identidad colectiva a las mujeres que reclamaban el derecho al voto, a la educación y a la participación en la vida pública. Con el paso de las décadas, el violeta trascendió fronteras y se convirtió en un símbolo global del feminismo, reapareciendo en distintas olas de lucha y en múltiples territorios.

En numerosos países, las marchas del 8 de marzo, Día Internacional de la Mujer, retomaron ese legado cromático, generando una coherencia visual extendida y unificada. Esta fecha remite a las manifestaciones de las obreras textiles rusas durante la Revolución de 1917, quienes reclamaban “pan y paz”, iniciando una huelga que se considera antecedente directo de esta conmemoración mundial. Así, la fecha condensa una genealogía de luchas obreras, políticas y feministas que se actualiza año tras año en distintos países, con el color violeta como hilo conductor de una memoria compartida.

En Argentina, en el año 2015 los feminismos se encontraban en un punto de ebullición, gestando una de las movilizaciones más significativas de las últimas décadas. El jueves 26 de marzo, un grupo de escritoras, periodistas y familiares de víctimas convocó a una maratón de lectura en la plaza de la Biblioteca Nacional de Buenos Aires, en repudio a los femicidios. A partir de ese momento comenzó a expandirse con fuerza la consigna “Ni una menos”, que rápidamente trascendió los círculos intelectuales para convertirse en una expresión colectiva y transversal. Días después, el 3 de junio, se realizó la primera movilización masiva bajo el lema “Ni una menos. Por la implementación de la Ley 26.485 de protección integral a las mujeres”. Aquella jornada marcaría un antes y un después en el activismo feminista argentino, y este año se cumplieron ya diez años de aquella convocatoria histórica. Como señala Barrancos (2022), “había muchísima expectativa pues la convocatoria se realizó sobre todo a través de las redes sociales, y aunque era difícil calcular entonces el efecto de ese llamado, se contaba con un estado particular de sensibilización” (p. 49), especialmente tras el femicidio de Chiara Páez, adolescente de 14 años que cursaba un embarazo al momento de su asesinato.

El impacto de esa primera manifestación fue tan profundo que, al año siguiente, en 2016, se repitió la movilización y se sumaron nuevas consignas vinculadas a la violencia institucional, la precarización laboral y la desigualdad económica. Meses más tarde, el 19 de octubre, se realizó el Primer Paro Nacional de Mujeres, bajo la consigna “Nosotras paramos. Si nuestra vida no vale, produzcan sin nosotras”. En esta ocasión se propuso



marchar vestidas de negro, color que simboliza el luto y el dolor colectivo. De allí el nombre de aquel día histórico: “el miércoles negro”, expresión que condensó el duelo social por los femicidios y la indignación frente a la impunidad. Estas acciones colectivas, cargadas de símbolos visuales y emocionales, evidenciaron que el movimiento feminista había adquirido una nueva dimensión política y comunicacional, capaz de conmover y reorganizar el espacio público.

Como sostienen Gamba y Diz (2021), “el legado de todas estas movilizaciones permitió que los feminismos y los géneros ganaran una profunda aceptación social de la que difícilmente se vuelva para atrás, a pesar de que también han surgido intensos movimientos que los rechazan” (p. 248). Sin embargo, en los últimos años, ciertos sectores han intentado deslegitimar estos avances, interrumpiendo políticas públicas y programas destinados a la igualdad de género. Estas regresiones repercuten de manera directa en la vida cotidiana de las mujeres y diversidades, profundizando las desigualdades estructurales y favoreciendo el resurgimiento de discursos y prácticas de violencia. En ese contexto, el cuerpo vuelve a ser campo de batalla, lugar donde se inscriben las marcas del poder, la resistencia y la memoria. En palabras de Gamba y Diz (2021), “las feministas no se conformaron con explicar la influencia que ejercían las distintas representaciones del cuerpo, sino que pugnaron contra el uso que de éste hacía la sociedad patriarcal. El cuerpo se convirtió en un espacio de lucha política” (p. 133).

Marea verde, pañuelo verde

En el año 2018, la Campaña Nacional por el Derecho al Aborto Legal, Seguro y Gratuito se caracterizó por la irrupción de la llamada “marea verde”, expresión que se volvió símbolo y consigna al mismo tiempo. El color verde fue utilizado en las vestimentas, en los pañuelos, en los rostros y cuerpos pintados, en las pancartas y banderas que cubrieron las plazas y calles de todo el país. Este color, que representa la esperanza y la vida, se transformó en una marca visual y afectiva de generaciones enteras. No se trató solamente de una elección estética: el verde se convirtió en una forma de identificación colectiva, en un signo compartido de lucha y pertenencia. La potencia simbólica de esa “marea” radicó en su capacidad de articular múltiples voces —jóvenes, adultas, militantes, estudiantes, trabajadoras— en torno a una causa común que reclamaba el derecho a decidir sobre el propio cuerpo.



Este emblema verde encuentra su antecedente directo en el pañuelo blanco de las Madres de Plaza de Mayo, símbolo de la memoria, la verdad y la justicia, que desde la última dictadura cívico-militar (1976–1983) representa la búsqueda incansable de los hijos y nietos desaparecidos. Así, el pañuelo, en sus distintos colores, se consolidó como un signo de resistencia argentina: el blanco por la memoria, el verde por los derechos reproductivos. Ambos condensan una ética del cuidado y la persistencia, un modo de “poner el cuerpo” frente a las injusticias históricas. Tal como sostiene Rita Segato (2016), “los cuerpos de las mujeres se han convertido en territorio de disputa política y simbólica, escenario donde se inscriben los mandatos del poder y las resistencias que los subvierten” (p. 37). En las calles, esos cuerpos vestidos de verde transformaron la protesta en performance, la demanda en presencia viva, encarnando la lucha por la autonomía y la libertad.

El pañuelo verde con su lema histórico —“Educación sexual para decidir, anticonceptivos para no abortar, aborto legal para no morir”— fue adoptado por miles de personas en todo el país. Se vio ondear frente al Congreso Nacional durante los días 13 y 14 de junio, cuando la Cámara de Diputados debatió el proyecto de ley, y nuevamente el 8 de agosto, durante la votación en el Senado. Aunque ese año el proyecto no fue aprobado, el movimiento había logrado algo mucho más profundo: instalar el tema de la interrupción voluntaria del embarazo en la agenda pública, en los medios de comunicación y en el debate político. Como afirma Pis Diez (2019), “pocos procesos lograron modificar tan rápidamente la agenda mediática y las coordenadas del debate político” (p. 43). La marea verde rompió silencios, desbordó fronteras institucionales y convirtió el reclamo por el aborto legal en un acontecimiento cultural y generacional sin precedentes.

El pañuelo verde trascendió la calle para volverse parte del paisaje cotidiano: apareció en las mochilas, en los escritorios escolares, en los balcones y en las redes sociales. Su lema comenzó a repetirse en las aulas, en los hospitales y en los centros comunitarios, acompañando la implementación de la Educación Sexual Integral (ESI) y reforzando el vínculo entre educación, salud y derechos humanos. En este sentido, la presencia de preadolescentes, adolescentes y mujeres jóvenes fue especialmente significativa. Muchas de ellas, por primera vez, se reconocieron protagonistas de una lucha colectiva. Con convicción, se pintaban los rostros, se abrazaban, lloraban y celebraban juntas, transformando la movilización en una experiencia de aprendizaje y de construcción política. Las imágenes de esas jóvenes portando pañuelos, cantando y ocupando el espacio público mostraron el alcance intergeneracional del feminismo contemporáneo.



El proceso legislativo continuó en los años siguientes, marcado por intensos debates, movilizaciones multitudinarias y acciones de incidencia en todos los niveles del Estado. Finalmente, el 30 de diciembre de 2020, el Congreso Nacional sancionó la Ley 27.610 de Interrupción Voluntaria del Embarazo, junto a la llamada Ley de los Mil Días, destinada a garantizar la atención y el cuidado integral durante el embarazo y la primera infancia. Este doble avance legislativo consolidó una ampliación histórica de derechos en Argentina, reconocida incluso por organismos internacionales. En palabras de Barrancos (2022), se trató de “un paso inmenso en la conquista de derechos, un hito para emular en la enorme mayoría de los países de la región” (p. 56).

La sanción de la ley no solo representó la victoria de una demanda largamente postergada, sino también la confirmación del poder político y simbólico de los movimientos feministas. La marea verde se transformó así en una corriente que atraviesa cuerpos, territorios e instituciones, uniando generaciones bajo una misma consigna: la libertad de decidir.

El rojo de las criadas

En el año 1985, la poetisa y novelista canadiense Margaret Atwood publica “El cuento de la criada”, una obra distópica que se desarrolla en el marco de un gobierno totalitarista. Este régimen autoritario, como señala Di Pego (2016), representa “una nueva forma de gobierno y dominación, pero a su vez su estudio constituye un diagnóstico de los peligros de la política moderna que hicieron posible la cristalización del totalitarismo” (p. 4–5). En la ficción creada por Atwood, el mundo ha sido transformado en una sociedad jerarquizada, rígidamente estratificada, donde cada persona ocupa un lugar predeterminado y cumple una función asignada. La República de Gilead, el país imaginario donde transcurre la novela, surge en un contexto de colapso ambiental y moral: el cambio climático, la contaminación y los desastres ecológicos han generado una drástica disminución de la fertilidad, afectando tanto a hombres como a mujeres. En consecuencia, el Estado asume el control absoluto de los cuerpos femeninos, regulando su sexualidad, su maternidad y su capacidad de reproducción. Como expresa la narradora: “Nosotras, las que aún podíamos tener hijos, éramos un recurso natural, un bien nacional” (Atwood, 1985, p. 73).

Atwood diseña un universo simbólico donde el control del cuerpo se expresa incluso a través del color. Cada grupo social dentro de Gilead se identifica por un color determinado, una especie de código visual que marca la pertenencia y el rol dentro de la jerarquía. Las



esposas de los comandantes visten de azul; las tías, encargadas del adoctrinamiento y la vigilancia, de marrón; las Marthas, que realizan tareas domésticas, de verde apagado; y las criadas, las únicas mujeres fértiles, de rojo intenso y capuchas blancas. El rojo simboliza la fertilidad, la sangre y la vida, pero también el sacrificio y el peligro. Estas túnicas, largas y cerradas, junto a las cofias que limitan la visión periférica, funcionan como dispositivos de control: uniforman, invisibilizan y despojan a las mujeres de su individualidad. En palabras de la protagonista, “El rojo nos define, nos marca como a animales de cría; no hay modo de pasar desapercibidas” (Atwood, 1985, p. 22). En las calles de Gilead, las criadas son fácilmente reconocidas por los hombres encargados de la vigilancia, quienes tienen el poder de castigarlas, humillarlas o incluso asesinarlas en nombre del orden.

A partir de este sistema, las mujeres fértiles son seleccionadas y agrupadas para cumplir una función reproductiva. Son despojadas de su nombre —pasan a llamarse “De” seguido del nombre del varón al que pertenecen— y entregadas como servidoras a familias de clase alta que no pueden concebir. Su única tarea consiste en quedar embarazadas del jefe de la casa, en ceremonias que son en realidad violaciones ritualizadas, legitimadas por la religión y el Estado. Como señala la protagonista, “No es amor lo que se desea, sino fertilidad. Somos úteros con piernas” (Atwood, 1985, p. 107).

Si consiguen darles un bebé, parten a un nuevo destino para que otra pareja haga uso de ellas. Pero si no son productivas, las desechan a las Colonias para que mueran lentamente. El cuerpo de la mujer se ve atravesado entonces por diversas calamidades que lo convierten en territorio de guerra. (Vignau, 2020, p.4)

El cuerpo de la mujer, entonces, se convierte en un espacio de control, castigo y dominación, en un verdadero territorio de guerra, como describe Vignau (2020): “El cuerpo de la mujer se ve atravesado por diversas calamidades que lo convierten en territorio de guerra” (p. 4). La protagonista lo sintetiza con una frase lapidaria: “Nada pertenece a las mujeres, ni siquiera sus propios cuerpos” (Atwood, 1985, p. 95).

La propia Atwood ha señalado en numerosas entrevistas que sus ficciones no son completamente imaginarias. En todas sus obras, y en particular en *El cuento de la criada*, la autora parte de acontecimientos históricos reales, retomando prácticas de opresión que efectivamente existieron en distintos momentos de la humanidad. En este caso, Atwood ha explicado que la apropiación de bebés que aparece en la novela se inspira en hechos



ocurridos durante la última dictadura cívico-militar argentina (1976–1983), uno de los períodos más oscuros de la historia del país.

Este régimen, instaurado tras el golpe de Estado del 24 de marzo de 1976, derrocó al gobierno constitucional de Isabel Perón e impuso un plan sistemático de terror estatal, bajo el argumento de “reorganizar” la nación. El autodenominado Proceso de Reorganización Nacional persiguió a toda persona considerada “subversiva”, lo que incluía militantes políticos, sindicalistas, estudiantes, artistas y ciudadanos críticos del gobierno. Como explica Pilar Calveiro (1998), “el terrorismo de Estado no solo buscó eliminar físicamente a los opositores, sino disciplinar al conjunto social a través del miedo y el control de los cuerpos” (p. 27). En esa lógica de dominación total, el cuerpo se transformó en territorio de castigo y ejemplo, un espacio donde el poder se inscribía de manera literal y simbólica.

Durante esos años, más de 30.000 personas fueron secuestradas, torturadas y desaparecidas en centros clandestinos de detención. Entre ellas, se encontraban numerosas mujeres embarazadas, que fueron mantenidas con vida hasta dar a luz en cautiverio. Luego, sus bebés fueron apropiados por los represores o entregados ilegalmente a familias vinculadas al régimen, mientras las madres eran asesinadas o continuaban desaparecidas. Estas prácticas constituyeron un plan deliberado de aniquilamiento y control biopolítico, dirigido a eliminar una generación entera y a borrar los lazos de identidad y memoria. Como sostiene Marcos Novaro (2010), “la dictadura se propuso refundar el orden social sobre la base de la obediencia y la desaparición de toda disidencia, incluso de la memoria” (p. 142).

La respuesta social y política a estos crímenes tuvo un capítulo fundamental en la creación de los organismos de derechos humanos, especialmente las Madres y Abuelas de Plaza de Mayo, quienes desde fines de la década del setenta comenzaron a reclamar por la aparición con vida de sus hijos e hijas y por la recuperación de sus nietos apropiados. Hasta la actualidad, la búsqueda y restitución de la identidad de esos niños —ya adultos— continúa siendo una tarea de reparación y justicia histórica. En palabras de Luis Alberto Romero (2012), “las luchas por la memoria han sido una de las formas más persistentes de resistencia al autoritarismo, y han permitido mantener viva la demanda de verdad y justicia” (p. 221).

En este contexto, la referencia de Atwood adquiere un profundo significado. Al tomar como inspiración la apropiación de bebés durante la dictadura argentina, la autora no solo denuncia el control estatal sobre los cuerpos femeninos, sino también el intento de borrar



la memoria y la genealogía como formas de dominio. En ese sentido, la novela articula la memoria histórica con la ficción política, mostrando cómo el sometimiento del cuerpo femenino ha sido una herramienta constante de dominación y disciplinamiento. “Cuando nos quitan el nombre, nos quitan también la historia. Sin historia no hay futuro posible” (Atwood, 1985, p. 153), reflexiona la narradora, vinculando identidad, memoria y poder.

Décadas después, el relato de Atwood trascendió las páginas del libro y cobró nueva vida como serie televisiva, reactivando su fuerza simbólica. En 2018, en el marco de la Campaña Nacional por el Derecho al Aborto Legal, Seguro y Gratuito, la estética de El cuento de la criada reaparece como forma de protesta en Argentina. En plena “marea verde”, “no hay registro histórico de tamaña aglutinación por el derecho al aborto, en la que sobresalían las más jóvenes. Una ola de pañuelos verdes cubría las adyacencias del Congreso” (Barrancos, 2022, p. 55). En ese contexto, un colectivo de mujeres llevó a cabo una intervención performática frente al Congreso de la Nación, vestidas con las túnicas rojas y capuchas blancas que caracterizan a las criadas. Permanecieron inmóviles, en silencio, con la cabeza gacha, ocupando el espacio público con una contundencia que la quietud volvía más poderosa. Esa escena condensaba el diálogo entre la ficción y la realidad, entre la distopía y la historia presente.

El atuendo rojo y blanco se convirtió así en un símbolo visual de resistencia y denuncia. En la novela, esas ropas representaban la sumisión; en las calles argentinas, se transformaron en signos de autonomía y rebeldía. El color rojo, ligado a la fertilidad, a la sangre y al poder de dar vida, se resignificó como emblema de libertad y decisión. De manera similar, la práctica performática de las “criadas” fue replicada en múltiples países, viralizándose a través de redes sociales y medios digitales. Mujeres en distintas partes del mundo adoptaron el mismo gesto: caminar en silencio, formar filas, cubrir sus rostros con cofias blancas. El cuerpo, una vez más, se convirtió en texto político y poético. De la ficción nació una acción colectiva que denunciaba la vigencia de viejas formas de control sobre los cuerpos, mostrando que los límites entre el arte, la política y la vida cotidiana son porosos y cambiantes.

Reflexión final

Como reflexión final se puede apreciar la centralidad de los cuerpos en los movimientos feministas; no solo como presencia física en las calles o en las redes sociales, sino como espacios de significación, de expresión y de resistencia. Los cuerpos aparecen como



territorio de encuentro y de lucha, como superficie donde se escriben los reclamos y las conquistas, donde se plasman los colores, los gestos y los símbolos que dan forma visible a las demandas colectivas. En cada manifestación, en cada performance o marcha, los cuerpos se vuelven portadores de un mensaje político y emocional, transmisores de memoria y deseo. En ellos se condensan los dolores históricos, las alegrías de los logros obtenidos y la fuerza de lo que aún falta transformar. Como sostiene Dora Barrancos (2022), “las luchas feministas han repuesto al cuerpo como un espacio de soberanía, de enunciación y de derecho; un cuerpo que deja de ser objeto para ser sujeto político y colectivo” (p. 61). Las acciones que surgen en torno a ellos —ya sea en redes sociales, en los espacios académicos o en las calles— evidencian una nueva forma de participación política en la que el cuerpo no solo representa, sino que actúa, comunica y se convierte en sujeto de transformación.

Las maneras en que estos cuerpos se manifiestan son múltiples y diversas: se mueven, cantan, bailan, lloran, gritan, se pintan, se abrazan. Las pinturas, los pañuelos, los atuendos y los gestos coreografiados se transforman en signos de identidad y en herramientas de visibilización. Cada color, cada trazo sobre la piel, cada movimiento colectivo responde a una intención profunda de ocupar el espacio público con sentido y con emoción. Tanto el color violeta como el verde, y las prácticas performáticas que los acompañan, cumplen un papel fundamental en esta narrativa visual de los feminismos. Funcionan como lenguajes que atraviesan fronteras geográficas y generacionales, que unifican mensajes y sensibilizan miradas. De ese modo, los cuerpos se vuelven soportes vivos de comunicación, capaces de expresar lo que muchas veces las palabras no alcanzan a nombrar: el cansancio, la esperanza, la rabia o la alegría de ser parte de un movimiento que interpela lo social y lo político desde la presencia misma.

A lo largo de la historia, las vestimentas y las ornamentaciones corporales han cumplido funciones múltiples. Han servido para protegerse del entorno, para distinguir jerarquías, para conmemorar festividades, para expresar pertenencias, creencias o afectos, el cuerpo ha sido siempre un medio privilegiado para la expresión simbólica. En el caso de los feminismos contemporáneos, esa tradición se resignifica: la ropa, los colores y las pinturas corporales ya no marcan obediencia ni status, sino autonomía y resistencia. Se trata de cuerpos que se apropian de los códigos históricos de la ornamentación y los transforman en herramientas de emancipación y denuncia. Así, las vestimentas y los símbolos dejan de



ser meros adornos para convertirse en lenguaje político, en identidad compartida, en testimonio de una lucha que se escribe sobre la piel y en el espacio público.

Estas prácticas estéticas, performáticas y corporales también producen comunidad: un “nosotras” que se construye desde la experiencia sensible, desde el contacto, el movimiento y la emoción colectiva. Las calles se convierten en escenario, los cuerpos en lienzo y la acción colectiva en una forma de arte político. En ese sentido, las performances feministas buscan transformar la percepción de lo visible, interpelar a quienes observan y poner en cuestión los límites entre lo privado y lo público, entre lo íntimo y lo político.

En palabras de Le Bretón (2021):

El cuerpo es el lugar donde el sujeto abraza el mundo y se lo apropia, haciendo de él un universo familiar y comprensible, cargado de sentidos y de valores, algo que todo individuo inserto en el mismo sistema de referencias culturales puede compartir como experiencia (p. 24).

Los cuerpos como lienzo, los cuerpos en las calles; luchando, celebrando, presentes; con la alegría de lo conquistado, con la esperanza y la conciencia de lo que falta conquistar. La búsqueda permanente de justicia social.

BIBLIOGRAFIA

1. Atwood, M. (1985). El cuento de la criada (M. A. Roca, Trad.). Ediciones Salamandra.
2. Barrancos, D. (2022). Mujeres movilizadas en Sudamérica. En D. Barrancos y A.
3. Buquet. Mujeres movilizadas en América Latina. (p. 47 – 91). CLACSO.
4. Biancheri, L. (2023) Los estudios de las mujeres y género y el currículo universitario: un recorrido por los trayectos formativos de posgrado (1998 – 2021). En A. Vogliotti. (Coord.), *Innovación curricular en Educación Superior Diseños, implementaciones, evaluaciones en y del currículo* (pp. 497 – 511). Unirío Editora.
5. Butler, J. (2007). El género en disputa: El feminismo y la subversión de la identidad (M. Antón, Trad.). Paidós. (Obra original publicada en 1990).
6. Butler, J. (2017). Cuerpos aliados y lucha política: Hacia una teoría performativa de la asamblea (M. Pons, Trad.). Paidós.
7. Calveiro, P. (1998). Poder y desaparición: Los campos de concentración en Argentina. Colihue.
8. Di Pego, A. (2016) Totalitarismo. En: B. Porcel y L. Martin (comps.). *Vocabulario Arendt*. (pp. 195 – 209) Homo Sapiens.



9. Gamba, S. y Diz, T. (Coord.). (2021). Nuevo diccionario de estudios de género y feminismos. Editorial Biblos.
10. Le Bretón, D. (2019) Experiencias del dolor. Topía editorial.
11. Le Bretón, D. (2021) Antropología del cuerpo y la modernidad. Prometeo libros.
12. Le Bretón, D. (2024) Los rostros. Prometeo libros.
13. Novaro, M. (2010). Historia de la dictadura militar, 1976–1983: Del golpe de Estado a la restauración democrática. Siglo XXI Editores.
14. Pis Diez, N. (2019). La marea verde/violeta, lo popular y el contexto: una reconstrucción y algunos elementos sobre el movimiento feminista en Argentina. *Libertas*, 19, 342-361. <https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/137908>
15. Romero, L. A. (2012). Breve historia contemporánea de la Argentina. Fondo de Cultura Económica.
16. Segato, R. (2016). *La guerra contra las mujeres*. Traficantes de Sueños.
17. Vignau, M. E. (2020). Benditas sean, mujeres: La construcción del rol de género femenino en la serie de televisión *The Handmaid's Tale*. *Actas de Periodismo y Comunicación*, 6(1).
<https://perio.unlp.edu.ar/ojs/index.php/actas/article/view/6562>



DESAFÍOS JURÍDICOS Y OPORTUNIDADES ECONÓMICAS DE LA AVIACIÓN AUTÓNOMA: LECCIONES DEL MODELO MEXICANO PARA COLOMBIA

Luis Fernando Escobar Nieto¹; Angie Falla Rubiano¹

Director del Centro de Educación Aeronáutica del Valle – CEAV, docente investigador.

Docente investigadora del Programa de Ingeniería Industrial de la Corporación Universitaria Minuto de Dios - UNIMINUTO

RESUMEN

El presente artículo reflexiona sobre los desafíos y oportunidades que plantea la rápida expansión de la industria de las aeronaves no tripuladas (UAS) y la navegación aérea autónoma. A partir de un análisis conceptual y documental, se examina la necesidad urgente de una legislación que regule la responsabilidad civil derivada de accidentes con aeronaves autónomas, considerando la sustitución del factor humano por la inteligencia artificial y la consecuente transición hacia una responsabilidad objetiva. Asimismo, se aborda el modelo de desarrollo industrial mexicano como referente de articulación exitosa entre Estado, empresa, academia y sociedad, destacando cómo Colombia podría adaptar sus principios para fortalecer su propio ecosistema aeronáutico y tecnológico. Se concluye que el progreso del sector UAS debe sustentarse en políticas de Estado coherentes, formación académica de alto nivel e inversión estratégica, consolidando la aviación autónoma como motor del crecimiento económico, tecnológico y social del país.

ABSTRACT

This article reflects on the challenges and opportunities arising from the rapid expansion of the unmanned aircraft systems (UAS) industry and autonomous air navigation. Through a conceptual and documentary analysis, it examines the urgent need for legislation regulating civil liability derived from accidents involving autonomous aircraft, considering the replacement of the human factor by artificial intelligence and the resulting shift toward strict (objective) liability. It also discusses the Mexican industrial development model as a successful example of collaboration among the State, industry, academia, and society, highlighting how Colombia could adapt its principles to strengthen its own aeronautical and technological ecosystem. The article concludes that the progress of the UAS sector must be grounded in consistent public policies, high-level academic training, and strategic



investment, consolidating autonomous aviation as a driver of the country's economic, technological, and social growth.

Palabras clave: Aeronaves no tripuladas, Responsabilidad civil, Inteligencia artificial, Industria aeronáutica mexicana, Desarrollo económico colombiano.

INTRODUCCIÓN

Para nadie es un secreto el rápido crecimiento que se ha presentado en la industria de las aeronaves no tripuladas – UAS, o como comúnmente se les conoce, “drones”¹. Hoy por hoy, esta industria, según la Organización de Aviación Civil Internacional – OACI, ha demostrado una incomparable resiliencia al soportar el desaceleramiento provocado por la pandemia y una economía global con una tendencia inflacionaria en los años subsiguientes. En palabras de la misma OACI, “los años más desafiantes en la historia de la aviación”. (OACI 2024)

Año tras año, esta industria se ha venido consolidando dentro de las economías del mundo y ha ganado importancia, no solo por las cifras en crecimiento que presenta, sino porque es una oportunidad para la innovación y el desarrollo de nuevas tecnologías, en el campo, tanto militar, como comercial. Campos estos últimos, que resultan inseparables, no hay que olvidar que el determinismo social; en donde las necesidades sociales obtienen respuesta en los avances tecnológicos, se ha consolidado como un factor clave, tanto para la evolución de la guerra, como de las sociedades, puesto que, los avances tecnológicos derivados, por lo general de los conflictos, han dotado a la humanidad de servicios que, hoy día, resultan indispensables para la vida cotidiana, por ejemplo, la internet, la radio, equipos médicos como los rayos x, o la energía nuclear, por citar algunos ejemplos. Por supuesto, se hace referencia también, a los drones.

Es así como esta industria pasó de ser una promesa a principio de siglo, a tener una cuota de mercado de USD 10,67 mil millones en 2024 y a tener una proyección de USD 36,29 mil millones para el año 2033, un crecimiento de 14,57% en una década. (Business Research Insights 2025). Por su parte, en Colombia esta industria ya ha alcanzado un valor de USD

¹ Este es el término más popular en el mundo para referirse a las aeronaves no tripuladas, junto con RPAS, UAS y UAV, para efectos del presente documento, se seguirá usando la palabra dron.



25,21 millones en 2024 y se proyecta un crecimiento de aproximadamente 37,40% para la próxima década, alcanzando un valor de USD 456,69 millones. (Market Report Historical and Forecast Market Analysis 2025).

En otro orden de ideas, una acelerada evolución tecnológica y una inteligencia artificial con cada vez más fuerza, están impactando todas las industrias del mundo, generando una revolución tecnológica sin precedentes, “que ya está transformando el mundo y se espera que altere las trayectorias de crecimiento de los países”. (UNDP 2024).

Esta revolución de la inteligencia artificial, desde luego que influye en la industria aeronáutica, es así como se ha ido gestando la idea de una aviación comercial single pilot, eliminando las cabinas múltiples, de hecho ya se estima que la aviación de carga asuma esta modalidad para la década de 2030 y le siga la aviación de pasajeros (Harris 2022); una idea que conlleva muchas aristas más allá del beneficio económico para las empresas, y que ha estado apalancada en la cada vez mayor navegación autónoma de las aeronaves.

Esa navegación autónoma y la presencia cada vez mayor de drones en las actividades económicas, que cada día es más una realidad, es la que hoy motiva este artículo de reflexión, puesto que de estos aspectos se derivan varios desafíos y oportunidades. Por una parte, su regulación no da espera para poder integrar estas tecnologías en el ecosistema de la aviación mundial sin afectar la seguridad. Y, por otra parte, es una industria que cada día se consolida más como un motor del desarrollo económico, tecnológico y, por ende, social de los países.

METODOLOGÍA

El enfoque metodológico es reflexivo. Desde la base de preguntas orientadoras como, ¿Cuáles son los principales desafíos de la creciente industria de los drones en países en vía de desarrollo como Colombia?, ¿Cuál es la manera más adecuada de utilizar la industria derivada de las tecnologías UAS para impulsar el crecimiento económico y tecnológico? Y, ¿De qué manera la academia encaja en esta revolución tecnológica que representan los drones?

La intención principal del artículo, dista radicalmente de pretender ofrecer soluciones técnicas o respuestas definitivas, y busca abrir o poner sobre la mesa el debate sobre la



regulación y la responsabilidad civil de las aeronaves no tripuladas autónomas. Los modelos de éxito que han llevado a la industria aeronáutica a consolidarse como motor de la economía. Y la necesaria interacción de la academia en la ecuación del desarrollo de un país

Se propone una deliberación conceptual sobre la regulación de aeronaves no tripuladas autónomas, y en particular de la responsabilidad civil, a partir de un supuesto accidente aéreo de una de estas. Asimismo, sobre modelos ya existentes, y de éxito, que Colombia podría adoptar para sacar provecho de la industria derivada de los drones, y el rol de la academia en estos modelos. Para, mediante un análisis documental de fuentes académicas confiables, bases de datos y artículos académicos, identificar dilemas sobre el respecto, y abordarlos siguiendo un patrón de revisión conceptual, identificación de conflictos éticos y discusión crítica.

DESARROLLO

El innegable y exponencial aumento de la aviación autónoma y el uso en diversas industrias de aeronaves no tripuladas (UAS), las ha convertido en “*utilities*”, por lo que sectores económicos e industrias como inspección de líneas de energía con visión profunda, en la que se utilizan por ejemplo para detección automática de defectos y fallas, reducción de costos de inspección al detectar fallos estructurales en menor tiempo en las torres autogeneradoras o turbinas eólicas, revisión de tanques, pilas, estructuras críticas; cómo detección de fisuras y corrosión en la industria de gas y refinería de petróleo, dónde los andamios y grúas se reemplazaron por la menor exposición al riesgo y para evitar pérdidas de tiempo asociadas a paradas de mantenimiento. Esto no sólo evidencia la transformación de las labores de inspección, monitoreo, mantenimiento, y limpieza en trabajos a gran altura, sino la reducción de tiempos de misión, impacto en la mejora de la calidad y costos indirectos por métricas asociadas a paros de actividades.

En el sector de la construcción e infraestructura, el monitoreo de movimientos de tierras, con fotogrametría y ahora su complemento con visión computarizada, como la tecnología para el cálculo de volumetría en control de obras *Ligth Detection and Ranging* (LiDAR) permiten identificar distancias precisas y generar planos con mayor precisión.

En el rubro de la minería, la revisión de pilas y taludes, los estudios comparativos y precisos son posibles gracias a estas nuevas tecnologías. Frente a la industria del *retail*, o comercio



minorista, logística e inventarios, el almacenamiento *indoor* o dentro de la bodega autónomo, evidencia cómo se puede automatizar tareas repetitivas y mejoras en tiempos de entrega de última milla.

La agricultura de precisión, ha sido uno de los sectores con mayor impacto en el uso de aeronaves no tripuladas (UAS), la fumigación con aplicación dirigida, permite el control de plagas en áreas específicas, lo que minimiza el uso de productos químicos, permitiendo maximizar la efectividad y su focalización, reduciendo la exposición indebida.

Esta evidencia de aplicación reciente, permite inferir cómo las aeronaves no tripuladas (UAS), y la aviación autónoma, generan valor en las principales verticales industriales, con impactos y mejoras en indicadores de seguridad, productividad y calidad en la toma de información. Y la IA es un catalizador de la tecnología que genera mayor escalabilidad, de ahí la necesidad actual de integrar la información de los datos recolectados con los sistemas empresariales y talento calificado y certificado para operaciones seguras y repetibles. Esto hace plantear un interrogante en torno a la normalización, integración digital y tecnológica y sostenibilidad de los procesos asociados.

Ahora bien, desde el nacimiento mismo de la aviación se han hecho esfuerzos importantes por su regulación, buscando, según el artículo 37 del convenio de Chicago, que los Estados parte tengan la mayor uniformidad posible en sus reglamentaciones.

Asimismo, la jurisprudencia sobre responsabilidad civil ha ido evolucionando con la aviación misma, desde cuando en la convención de Varsovia (1929) se unificaron reglas sobre el transporte aéreo y se decretó una responsabilidad civil subjetiva de 125.000 francos. Esta, ha ido cambiando conforme se han ido presentando los avances de la aviación, es así como pasó a ser objetiva en el protocolo de Guatemala (1971), pero, no fue ratificado por los Estados parte, y ha ido aumentando el valor de las indemnizaciones y ajustándolas a valores basados en dólar o en DEG². Por lo tanto, se dirige la discusión sobre la base de las siguientes preguntas, ¿Sobre quién recae la responsabilidad civil en caso de un accidente de una aeronave no tripulada autónoma?, ¿De qué manera los avances en la inteligencia artificial acercan la industria aeronáutica a una responsabilidad civil objetiva?, ¿Cómo responderán las empresas comerciales y las aseguradoras ante una eventual responsabilidad objetiva?

² Derecho especial de Giro



Cabe mencionar las definiciones de responsabilidad civil objetiva y subjetiva dentro de la discusión. En el ordenamiento jurídico colombiano, se puede definir la responsabilidad civil, de acuerdo con el artículo 1494 del código civil, como la obligación de indemnizar los perjuicios derivados de un hecho ilícito ocasionados a una víctima. Esto se deriva de una de las máximas del derecho, donde nadie puede ocasionarle un daño a alguien de manera injusta.³

Así pues, una responsabilidad civil subjetiva debe contener una conducta culposa o dolosa, un daño y un vínculo causal entre estos dos. De esta manera, la culpa o el dolo se convierte en el factor determinante para la atribución de la responsabilidad en este tipo de responsabilidad civil.

Mientras que, en el caso de la objetiva, los elementos que la componen son un daño, un hecho y un nexo causal. Reemplazando la culpa como el factor determinante de la responsabilidad, por el riesgo, es decir, se debe fijar si hay o no un riesgo, y en caso de presentarse un daño consecuencia del mismo, se debe generar la indemnización.

Ahora bien, partiendo del hecho, de que la navegación autónoma, al eliminar el humano de la ecuación elimina también el foco de la mayoría de errores que resultan en accidentes; ya que, según la Federal Aviation Administration – FAA el 80% de los accidentes de aviación están relacionados con factores humanos, estaría eliminando de paso la culpa; entendiendo esta como, un juicio donde se determina si hubo un error en el actuar de una persona, y, por lo tanto, no cabría una responsabilidad civil subjetiva al desaparecer uno de sus componentes.

De esta manera entonces, suponiendo que un dron autónomo que transporta un pasajero; situación que es prácticamente una realidad en algunos lugares del mundo⁴ (BBC 2017), tiene un accidente que resulta en la muerte del ocupante, la responsabilidad civil derivada del hecho sería objetiva; no puede ser subjetiva por las razones ya expuestas. Inicialmente se tendería a pensar que recae directamente sobre la empresa explotadora del dron, pero, ¿no cabría responsabilidad sobre el fabricante?, ¿no cabría también sobre los desarrolladores del software de inteligencia artificial?

Este es uno de los aspectos que, haciendo un paralelismo, más preocupan en el derecho humanitario. Hoy día ya es una realidad que drones autónomos ataquen exitosamente objetivos.

³ Alterum non laedere

⁴ Dubai, por ejemplo



Si bien Esquilo dijo con sabiduría que la primera víctima en la guerra es la verdad, es así como Ucrania afirma haber derribado, por primera vez en la historia, un avión de combate con un dron naval autónomo (La razón 2025), como Lockheed Martin avanza sobre el desarrollo del F-35 colaborativo que interactúe con drones de combate autónomos, o como Sikorsky presenta al renombrado Black Hawk completamente autónomo. Pero, a la hora de escoger un blanco, los convenios de Ginebra y sus protocolos tienen restricciones claras sobre distinción y proporcionalidad, por lo que el uso de este tipo de armas puede generar grandes dificultades para determinar la responsabilidad penal internacional, en caso de su incumplimiento. (CICR 2012).

Algo similar a los ataques cibernéticos donde no hay claridad de la responsabilidad, ¿es del Estado de donde hace el ataque?, ¿es del hacker? Esto deja en evidencia la urgente necesidad de una legislación al respecto.

Al igual que con las armas autónomas; que son definidas por Gutiérrez y Cervell (2013) como aquellas “capaces de llevar a cabo una misión con ayuda humana limitada, o aún sin ella” y que en un futuro cercano “le evolución tecnológica les permitirá alcanzar letalmente sus objetivos sin intervención alguna del humano”, en la navegación autónoma algunos defensores aducen que al eliminar la pasión inherente al humano las acciones serían más objetivas. Sin embargo, por ahora, la experiencia ha demostrado no ser así, tal es el caso del buque USS Vincennes que derribó un avión de pasajeros iraní por un error en el sistema Aegis de combate autónomo, donde pese a la renuencia de miembros de la tripulación se tomó la decisión de confiar en el sistema.

Ahora bien, ya han pasado casi cuatro décadas del lamentable hecho del USS Vincennes y la tecnología ha evolucionado de manera exponencial. Hoy día, según Constante et al (2024), el Deep learning y el uso de redes neuronales, hacen prever que la inteligencia artificial puede alcanzar el nivel de adaptarse al entorno variable de la navegación autónoma al permitirle tomar decisiones en tiempo real y planear trayectorias, al integrar los datos de sensores. Lo que sitúa aún más cerca que, tanto las armas autónomas, como la navegación sean una realidad cotidiana.

A pesar de ello, aún se presenta el vacío en cuanto a la legislación y regulación de este tipo de aeronaves y armas, presentado el desafío, pero, a su vez, un mundo de oportunidades si se hace de manera consciente.



Retomando el caso del supuesto accidente, y, haciendo eco del convenio de Montreal (1999) donde se abordó un tema, si bien no similar, si es afín, como lo es el transporte combinado en la parte terrestre, y adjudica una responsabilidad civil compartida, la responsabilidad civil en el caso del ejemplo del supuesto accidente debería ser para toda la cadena, incluidos los desarrolladores del software de inteligencia artificial.

Este tema conlleva a otra arista delicada, como es la ética. Es bien conocido que la tecnología depende en gran medida de un grupo de países desarrolladores de microchips para la inteligencia artificial, entre ellos Taiwán o China. Y es de lógica prever que, al tener el control de este mercado, se presente una discriminación en el acceso a estos buscando una superioridad global, o peor aún, cabe la posibilidad de distribuir estos elementos con fallos deliberados a sus rivales directos para impedir su desarrollo tecnológico y militar. No en vano, hoy en la era de la desinformación y las noticias falsas, circuló la información de que el F-35 cuenta con un botón para desactivarlo y que las armas europeas se encuentran bajo control de Estados Unidos; situación, desde luego, que ha tratado de ser desmentida por parte del gobierno de Donald Trump, agregándole una víctima más a la frase de Esquilo, donde la ética y la verdad son las primeras en caer en la guerra.

Ahora bien, los explotadores de las aeronaves no tripuladas autónomas deberán asumir el hecho de que la responsabilidad, como ya se determinó, es objetiva. Esto, con seguridad elevará los costos de las aseguradoras, y, por ende, los costos de la hora de vuelo. Por otro

lado, según Harari (2018) citando a Brannen (2015), por cada piloto eliminado de la Fuerza Aérea de Estados Unidos por la aeronaves no tripuladas, se crearon 30 puestos de trabajo en mantenimiento y seguridad entre otros, de manera que, se incrementarán aún más los costos, un desafío que; de seguir con la tendencia hacia las aeronaves no tripuladas autónomas, deberán afrontar en las próximas décadas las empresas comerciales de transporte de pasajeros y carga.

Por otra parte, si bien la industria de los drones no se ha consolidado del todo, su crecimiento hace prever que, en muy poco tiempo, el espacio aéreo por debajo de los 120 metros o 200 pies será ocupado por aeronaves realizando todo tipo de actividades económicas. Esto supone un desafío no menor para las autoridades aeronáuticas, puesto que el principal problema es que la tecnología avanza a una velocidad mucho mayor que



la capacidad de producir las regulaciones necesarias, un pilar que en la aviación es clave y central para mantener los niveles de seguridad.

Hoy día, la ecuación tradicional de empresas certificadas bajo rigurosos estándares internacionales de aviación innovando en tecnologías, se ha invertido para, cada vez más, encontrar empresas de tecnología, haciendo innovaciones en aviación, agregando una flexibilidad tan necesaria como inconveniente en las regulaciones para no quedar rezagados frente a los vertiginosos avances tecnológicos.

Esta nueva realidad, una vez más evidencia la necesidad de la unión empresa – gobierno – academia, en lo que muchos autores han nombrado la triple hélice, con variaciones como la tetra hélice si se incluye a la sociedad, o la N-hélices que mencionó Castillo (2020), que surgen de considerar más factores como el medio ambiente, entre otros.

Así pues, el modelo del exitoso caso de la Universidad Aeronáutica de Querétaro, en donde el trabajo conjunto de empresa, gobierno, academia y sociedad, se consolidó en una transferencia de conocimiento y significó que hoy día México haya pasado de exportar productos aeronáuticos por cerca de 543 millones de dólares en los años 2000-2004, a poco más de 3.300 millones de dólares entre 2015 y 2020. (Hernández, 2023), es la hoja de ruta para que países como Colombia lo adapten e implementen para su propio desarrollo.

Si bien, hay que partir de la premisa que ninguna receta es infalible, que cada país tiene sus propias características que los diferencian y que la transferencia de conocimiento es un proceso complicado y extenso, este modelo es una guía para ser emulada. El gobierno con políticas de Estado brindando confianza a la inversión extranjera, flexibilización de la carga impositiva para atraer dicha inversión, donación de terrenos para la construcción de fábricas, infraestructura, y la creación de mano de obra altamente calificada. La academia, por su parte, con un compromiso con la formación de la mano de obra, participación de foros internacionales sobre la industria aeronáutica, a través de ProMéxico, flexibilidad curricular para la formación en programas de nivel maestría y doctorado. La empresa con inversiones de la mano del acompañamiento del Estado. Y la sociedad como el soporte de todo el andamiaje, resiliente pese a todos los problemas de gobernanza que hay en el país vecino a Estados Unidos.



Colombia, por su parte, tiene todas las condiciones para lograr un nivel de desarrollo similar a la industria aeronáutica mexicana, especialmente la región del Valle del Cauca por su cercanía con el océano pacífico y el puerto de aguas profundas de Buenaventura. Sin lugar a duda, se comparten problemas de gobernanza, presencia de grupos terroristas y narcotráfico, pero el caso mexicano ha demostrado que es posible.

Alianzas de alto valor estratégico entre universidades con empresas del sector aeronáutico son un primer paso en la dirección correcta para impulsar esta industria, tal es el caso de la Corporación Universitaria Centro Superior y el Centro de Educación Aeronáutica del Valle, que están produciendo productos académicos innovadores que involucran y combinan sus especialidades, creando cultura aeronáutica en la región y alimentando el ecosistema, como en su momento hicieron los mexicanos.

CONCLUSIONES

La legislación sobre la navegación aérea autónoma, y las aeronaves no tripuladas en sí, es una tarea urgente que se debe afrontar con seriedad. Al igual que pasa con el derecho humanitario, la tecnología está excediendo la capacidad de legislación. Aunque no se puede desconocer los ingentes esfuerzos que ha realizado la autoridad aeronáutica en Colombia sobre este respecto, y que le ha valido ser considerado un caso de éxito por la OACI, al consolidar el RAC 100, donde incorpora la Gestión de Riesgos (Modelo Specific Operations Risk Assessment -SORA), y lineamientos asociados a operaciones en dos categorías, abierta, cuya operación incluye vuelos no comerciales y UA con peso superior a 200 gramos que pueden ser utilizados para la simple captura de imágenes o datos, la aspersión, dispersión y el apoyo en atención de calamidad pública, desastres o emergencias. Y la categoría específica, en la que la UA/Dron, se debe registrar independiente de su peso, requiere autorización del vuelo, y además de las actividades de la categoría abierta, se incluyen la captura de imágenes o datos con fines de vigilancia y seguridad privada, para medios de comunicación masiva, el enjambre, el transporte de carga o “Drone Delivery”, actividades misionales de entidades públicas y actividades de instrucción. Existe una tercera categoría que no está regulada bajo la norma RAC 100, en la actualidad se encuentra en desarrollo la normatividad asociada ya que comparte la inmensa mayoría con la aviación tripulada, y es la categoría certificada.



Basándose en el ordenamiento jurídico colombiano, y, partiendo de que la responsabilidad civil subjetiva debe contener tres elementos esenciales; culpa; daño y vínculo causal, al eliminar el humano con la llegada de la inteligencia artificial en las aeronaves autónomas, la responsabilidad civil para la actividad aérea con este tipo de aeronaves debería ser objetiva, y los montos de la indemnización debe ser proporcional al daño ocasionado según las leyes de cada Estado donde se presente la operación.

La responsabilidad civil, derivada de un accidente o incidente ocasionado por este tipo de aeronaves, debe recaer sobre todos los responsables de la fabricación y certificación, no exclusivamente sobre el explotador. Toda vez que los desarrolladores del software deben garantizar la operación segura de la aeronave, al igual que los fabricantes, y el explotador debe velar por el cumplimiento de todas las normatividades existentes por parte de todos los involucrados. Desde luego también debe recaer sobre la autoridad aeronáutica que certifica la aeronave.

Ahora bien, aún es mucho el camino que falta por recorrer en cuanto a legislación se refiere, Cada vez es más evidente la necesidad de un Ecosistema digital U-space / UTM nacional, que facilite la identificación de las UAS en red (network ID), una Geo – awareness (Georeferenciación dinámica), la autorización de vuelo digital (flight authorization) y la información de tráfico (traffic information). Esto, desde luego, incluye una identificación remota “Remote ID”, que aún no se contempla en la norma. De manera que se logre una trazabilidad y monitoreo en tiempo real de las aeronaves y se favorezca la convivencia con la aviación tripulada.

Al analizar el crecimiento sostenido de la industria aeronáutica mexicana, salvo periodos como la gran depresión de 2009 o la pandemia, se puede concluir que no es fruto del azar, se requiere del concurso de múltiples instituciones, el diseño de políticas de Estado integradas con la academia y la empresa que estén orientadas hacia la innovación, la diversificación de producción industrial y la inserción de mercados internacionales. Logrando cadenas de valor competitivas a partir de la formación académica, la industrialización y la atracción de inversión extranjera.



Definitivamente en el caso colombiano no se pretende, ni es posible, replicar la experiencia mexicana de manera literal, sino asimilar los principios del fortalecimiento de la educación técnica y superior, el impulso de la industria aeronáutica como un sector altamente exportador, impulsar ecosistemas de innovación, pero, el caso mexicano lo ha demostrado, no basta con asignar presupuestos, y garantizar políticas de Estado que atraigan inversión extranjera mediante la estabilidad jurídica y fiscal.

BIBLIOGRAFIA

1. Acosta, S. (2014) Responsabilidad Objetiva: Una propuesta de modernización legislativa al régimen de responsabilidad civil por actividades peligrosas [Tesis de pregrado, Universidad de los Andes] Archivo digital. <https://repositorio.uniandes.edu.co/server/api/core/bitstreams/098661a4-b2ad-4ca0-b729-bdf006143b0f/content>
2. BBC (2017 20 de febrero). ¿Cómo funcionará el eHang 184, el primer dron de pasajeros del mundo que entrará en servicio en Dubái? <https://www.bbc.com/mundo/noticias-39029343>
3. Business Research Insights (2025). Tamaño del mercado de los drones UAV, participación, crecimiento y análisis de la industria por tipo, por aplicación y pronóstico regional hasta 2033. <https://www.businessresearchinsights.com/es/market-reports/uav-drones-market-102450>
4. Castillo, M. (2020) La teoría de las N-hélices en los tiempos de hoy. Journal of Technology Management & Innovation, 15(3), 3-5 https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-27242020000300003
5. Comisión Europea. (2021). *Reglamento de Ejecución (UE) 2021/664, 2021/665 y 2021/666 de la Comisión Europea por el que se establecen los requisitos del marco U-space y se modifican los Reglamentos (UE) 923/2012 y 2017/373. Diario Oficial de la Unión Europea, L 139, 1–66.* <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri=CELEX:32021R0664>
6. Comité Internacional de la Cruz Roja [CICR] (2012, junio) ¿La caja de Pandora? Los ataques mediante drones en virtud del jus ad bellum, el jus in bello y el derecho internacional de los derechos humanos. <https://international->

- review.icrc.org/es/articulos/la-caja-de-pandora-los-ataques-mediante-drones-en-virtud-del-jus-ad-bellum-el-jus-bello-y
7. Cosntante, E. et al (2024). Revisión Sistemática De Literatura De Sistemas Deep Learning Para Navegación Autónoma. Revista Ibérica de sistemas y tecnologías de información, 55(E73), 372-386. <https://www.risti.xyz/issues/risti55.pdf>
 8. Cruz, E. (2016) Nuevos dispositivos de oferta de servicios educativos e internacionalización de la educación superior: la Universidad Aeronáutica de Querétaro “llave del Clúster Aeroespacial de Querétaro”. Revista Electrónica Científica de Investigación Educativa, 1, 251-258. https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/60648615/RECIE-05_C-820190919-44298-bdmbr-libre.pdf?1568939246=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3D2016_vol3_num1_Nuevos_dispositivos_de_o_f.pdf&Expires=1760942093&Signature=OY1hsj~xRobVcmBz2LNRdnXIQLmbbTkIDQ4LnUc4vbrenHMURvZAO~1Q2Ys8zUTDjllwdLs4GkcUjyxQwTK3ZOlvw7QTKn8-0ARwMQ2B39UiYuSMlgS0dQB3Yabg0Qz5RiKYW4nA34Pwl-iccD-mISoKNLY~xnYNETZEEvgsaCvnjcPNXyRnLy5fRpjGxpTke0iUmrpu4N5hLpowaMitYLYwbYm1XOwH8mpUTt3EAu3CIFIxjq~2jCl3HJRZdjTg7EwYL3i8JtK9F5SIVe-nZ-yZT30K3JReKego9z3ZIHcW1cPFJjPx6ysW5x~bklw-ZFBGdOzrXNHdsL7yqlRKtA__&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA
 9. Echeverry, I. (2010) Responsabilidad civil por accidentes e incidentes aéreos (1ª ed.). Universidad de Antioquia, facultad de derecho y ciencias políticas.
 10. Gutiérrez, C. y Cervell, M. (2013) Sistemas de armas autónomas, drones y derecho internacional. Revista del Instituto Español de Estudios Estratégicos, (2), 29-57. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4537251>
 11. Harari, Y. (2018) 21 lecciones para el siglo XXI (1ª ed.) Editorial Debate.
 12. Harris, D. (2022) Single-pilot airline operations: Designing the aircraft may be the easy part, The Aeronautical Journal, 127(1313), 1171-1191. <https://www.cambridge.org/core/journals/aeronautical-journal/article/singlepilot-airline-operations-designing-the-aircraft-may-be-the-easy-part/A5C6DA432BC5A59EF4973F2F44E5C590>.
 13. Hartman, J. et al (2023) Artificial Intelligence, Autonomous Drones and Legal Uncertainties. European Journal of Risk Regulation, 14(1), 31-48. DOI: <https://doi.org/10.1017/err.2022.15>



14. Hernández, J. (2023) La industria aeronáutica mexicana: nn análisis de la composición del comercio exterior de 2000-2020. Economía: teoría y práctica, 59, 131-162 https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-33802023000200131
15. Hernández, J. (2011) Transferencia de conocimiento en la industria aeroespacial mexicana el caso de bombardier aerospacial, Querétaro. Revista de economía del caribe, 7, 231-269, <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6143198>
16. Market Report Historical and Forecast Market Analysis (2025). Mercado de drones en Colombia. <https://www.informesdeexpertos.com/informes/mercado-de-drones-en-colombia>
17. Moreno, et al (2023) Funcionalidad del uso de los modelos de hélice como herramienta de desarrollo. XX Congreso Latino-Iberoamericano de Gestión Tecnológica y de la Innovación ALTEC, 2152-2159. <https://repositorio.altecasociacion.org/handle/20.500.13048/2104>
18. Organización de Aviación Civil Internacional (2024). Décimo Séptima Reunión de Autoridades de Aviación Civil de la Región Sudamericana (RAAC/17).
19. Programa para el desarrollo de las Naciones Unidas [UNDP]. (2024, 1 de marzo). La revolución de la inteligencia artificial (IA) ya está aquí: ¿Cómo responderá América Latina y el caribe? <https://www.undp.org/es/latin-america/blog/la-revolucion-de-la-inteligencia-artificial-ia-ya-esta-aqui-como-respondera-america-latina-y-el-caribe>
20. Salinas, R. (2012) Desarrollo industrial y formación profesional en la industria aeronáutica en Querétaro. Revista de Educación y Desarrollo, 5-14. https://www.researchgate.net/profile/Rolando-Salinas-Garcia/publication/326367767_Desarrollo_industrial_y_formacion_profesional_e_n_la_industria_aeronautica_en_Queretaro/Industrial_Development_and_Professional_Training_in_the_Aeronautical_Industry_in_Queretaro/links/5b482b5baca272c6093b88b7/Desarrollo-industrial-y-formacion-profesional-en-la-industria-aeronautica-en-Queretaro-Industrial-Development-and-Professional-Training-in-the-Aeronautical-Industry-in-Queretaro.pdf
21. Scaliter, J. (2025, 04 de mayo). Por primera vez un dron naval derriba un avión. La razón. https://www.larazon.es/tecnologia/primera-vez-dron-naval-derriba-avion_2025050468170d85319ae75da4bfb4eb.html



LA CULTURA DIGITAL COMO TERRITORIO DE APRENDIZAJE: ENTRAMADOS POSIBLES PARA GARANTIZAR EL DERECHO A LA EDUCACIÓN SUPERIOR EN LA UNPILAR

Accomo Valeria¹ ; Esquitín Marina²; Pittón María¹

1Centro de Recursos para la enseñanza y los aprendizajes. Docente concursada de Introducción a la cultura digital. Universidad Nacional de Pilar.

2Responsable de Pedagogía, tecnología y formación docente. Docente concursada de Introducción a la cultura digital. Universidad Nacional de Pilar.

valeria.accomo@unpilar.edu.ar, marina.esquitin@unpilar.edu.ar, maria.pitton@unpilar.edu.ar,

RESUMEN

La Universidad Nacional de Pilar, como institución que inicia su recorrido, asume el desafío de pensar la educación superior en diálogo con las transformaciones culturales, tecnológicas y sociales de nuestro tiempo. Se concibe a sí misma como una universidad que crece entre redes, pantallas y territorios diversos, y que entiende que formar no es transmitir saberes ni reproducir acríticamente contenidos, sino potenciar la construcción colectiva del conocimiento y la creatividad de sus estudiantes.

La UNPilar se funda en la convicción de que educar hoy implica habitar una cultura atravesada por tecnologías digitales, lenguajes múltiples y nuevas formas de aprender y convivir. En este contexto, la educación digital no se entiende como un apéndice tecnológico, sino como una forma de habitar el mundo que atraviesa los modos de enseñar en todas las carreras. En su Sistema Institucional de Educación a Distancia (SIED), la cultura digital se presenta como un territorio de ciudadanía y producción, un espacio donde el derecho a aprender se convierte también en el derecho a participar, crear y compartir conocimiento.

El Centro de Recursos para la Enseñanza y los Aprendizajes (CREA) ocupa un lugar estratégico: allí las ideas pedagógicas se transforman en experiencias multimediales, multimodales y de búsqueda de nuevos caminos para el acceso al conocimiento en la materialidad digital. Desde esa trama, la materia Introducción a la Cultura Digital inaugura para todas y todos los estudiantes un recorrido de alfabetización crítica. Así, entre brechas de acceso y apuestas por la diversidad, la UNPilar consolida una universidad pública que



reconoce en la cultura digital un territorio para ejercer, colectivamente, el derecho a aprender.

Palabras clave: cultura digital - alfabetización - territorios pedagógicos

INTRODUCCIÓN

El derecho a aprender en la era digital

La Universidad Nacional de Pilar (UNPilar) nace por Ley Nacional N° 27.728 (28 de septiembre de 2023) con una misión centrada en garantizar el derecho a la educación superior y promover el desarrollo social, productivo y tecnológico de la región. En su Estatuto provisorio, la universidad define principios de gratuidad, igualdad de acceso, autonomía, participación democrática y diversidad de pensamiento (arts. 1–5). Desde su origen, la UNPilar se concibe como una universidad nacida en la cultura digital, que asume las transformaciones tecnológicas y culturales del siglo XXI no como un desafío externo, sino como el propio territorio desde el cual pensar la enseñanza y el aprendizaje.

La pregunta que orienta este trabajo —**¿cómo garantizar el derecho a la educación superior en un contexto donde aprender implica habitar territorios digitales?**— remite a una preocupación común en la educación contemporánea: las desigualdades en el acceso, uso y apropiación significativa de las tecnologías. Como plantean Lion (2021) y Lugo (2016), la cultura digital no es un entorno neutral, sino un campo donde se disputan sentidos, derechos y posibilidades de acción. De allí que garantizar el derecho a aprender requiera no sólo infraestructura y conectividad, sino también la formación crítica que habilite una ciudadanía digital plena.

En América Latina, las brechas tecnológicas se superponen con las desigualdades sociales e históricas. Para una universidad pública de reciente creación como la UNPilar, emplazada en el conurbano norte bonaerense y con una población estudiantil heterogénea y mayoritariamente de primera generación universitaria, el desafío adquiere una dimensión particular: construir políticas institucionales que integren la cultura digital como dimensión del derecho a la educación.



La UNPilar responde a este reto mediante un entramado de dispositivos: el Sistema Institucional de Educación a Distancia (SIED), el Centro de Recursos para la Enseñanza y los Aprendizajes (CREA) y la materia común a todas las carreras Introducción a la Cultura Digital, entre otros. Estos espacios componen un modelo pedagógico donde la mediación tecnológica se concibe como práctica cultural y política.

El presente artículo analiza los fundamentos conceptuales y las acciones institucionales que sostienen esta política de formación digital inclusiva, entendiendo a la cultura digital como territorio de aprendizaje y de ejercicio de derechos. La ponencia se organiza en seis ejes:

- El derecho a aprender en la era digital
- Los fundamentos teóricos e institucionales; ○ Fundamentos del sistema institucional de educación a distancia
 - la definición de CREA como laboratorio tecnopedagógico;
 - la materia Introducción a la Cultura Digital como política transversal;
 - el desarrollo del ecosistema digital y del repositorio universitario
- los desafíos y proyecciones de esta experiencia en la educación superior pública.

En conjunto, estos apartados buscan poner en valor la apuesta de la UNPilar por hacer de la cultura digital un espacio para democratizar el conocimiento, formando sujetos capaces de interpretar críticamente el mundo tecnológico y participar activamente en la sociedad-red.

METODOLOGÍA.

Dispositivos institucionales para garantizar la formación digital inclusiva

La estrategia metodológica de la UNPilar no se limita a un enfoque teórico, sino que se materializa en dispositivos institucionales concretos que estructuran la formación digital inclusiva. La universidad organiza su acción a partir de tres niveles de implementación complementarios:



El Sistema Institucional de Educación a Distancia (SIED), que actúa como marco normativo y operativo para todas las propuestas académicas mediadas por tecnología. El SIED integra áreas de asesoramiento pedagógico, innovación, soporte técnico y producción multimedial, y define lineamientos comunes de calidad, accesibilidad y evaluación en entornos virtuales.

El Centro de Recursos para la Enseñanza y los Aprendizajes (CREA), concebido como laboratorio tecnopedagógico que articula pedagogía, comunicación y tecnología. Sus funciones incluyen el acompañamiento docente, la producción de materiales multimediales accesibles, el diseño de aulas virtuales y la consolidación de una identidad digital institucional. Desde una perspectiva de derechos, el CREA busca que todos los actores universitarios puedan enseñar y aprender en el territorio digital.

La materia transversal Introducción a la Cultura Digital, incluida en todas las carreras, opera como dispositivo de alfabetización digital crítica. Su propuesta combina reflexión teórica, exploración tecnológica y producción colaborativa, promoviendo la apropiación de herramientas digitales para la vida académica y profesional, y desarrollando competencias éticas y ciudadanas en el uso de la tecnología.

A estos tres niveles se suma el desarrollo progresivo del ecosistema digital universitario — campus virtual, biblioteca digital y repositorio institucional— que articula la formación, la investigación y la extensión bajo el principio del acceso abierto al conocimiento. En conjunto, estos dispositivos conforman una metodología institucional integral, donde la mediación tecnológica es entendida como política educativa: un modo de ejercer el derecho a aprender en la cultura digital.

DESARROLLO

Marco teórico y fundamentos institucionales

La educación superior en clave de derecho y cultura digital

Desde su creación por Ley 27.728, la Universidad Nacional de Pilar (UNPilar) se define como una institución pública, gratuita e inclusiva, orientada a garantizar el derecho a la educación superior y a promover el desarrollo social, productivo y cultural de la región norte del conurbano bonaerense. En su Estatuto provisorio, la universidad asume el



compromiso de desarrollar “la enseñanza desde concepciones pedagógicas que incorporen nuevas tecnologías, estrategias didácticas innovadoras y recursos actualizados para la enseñanza universitaria”. Esta formulación no se limita a una enunciación técnica: expresa una visión política y pedagógica donde la tecnología es parte constitutiva de la experiencia educativa y no un recurso accesorio.

En el contexto contemporáneo, pensar el derecho a la educación superior implica considerar los nuevos modos de acceso, mediación y producción del conocimiento en la cultura digital. Como señala Mariana Maggio (2021), “la educación tenía que ser reinventada porque el mundo ya había cambiado” (p. 36): las instituciones no pueden sostener su sentido histórico si no reconocen que la enseñanza y el aprendizaje ocurren hoy en entornos distribuidos, mediados por plataformas, redes y algoritmos. De ahí que el derecho a la educación se extienda necesariamente hacia el derecho a habitar y comprender los ámbitos digitales en los que se produce el saber.

En esta línea, Carina Lion (2023) plantea que la alfabetización digital constituye una dimensión del ejercicio de ciudadanía: formar sujetos capaces de leer críticamente las tecnologías, comprender la lógica de los algoritmos, producir contenidos y participar de forma autónoma en la sociedad red. La alfabetización digital, en este sentido, no se reduce al aprendizaje instrumental del uso de herramientas, sino que involucra el desarrollo de habilidades cognitivas, éticas y políticas para actuar con sentido en el ecosistema digital. La universidad, como espacio de producción y circulación del conocimiento, se convierte así en garante del derecho a comprender y transformar la cultura tecnológica, evitando que la brecha digital se convierta en una nueva forma de exclusión.

Con la mirada desde las políticas públicas, María Teresa Lugo (2016) advierte que la inclusión digital requiere un enfoque de justicia social: no basta con garantizar conectividad o dispositivos, sino que es necesario crear condiciones pedagógicas y culturales que permitan a cada estudiante apropiarse críticamente de las tecnologías. En ese sentido, la UNPilar concibe la educación digital como una política de equidad, en tanto crea oportunidades para el acceso al conocimiento, la expresión y la participación de sectores históricamente subrepresentados en la educación superior.



Flavia Costa (2021) agrega una mirada complementaria al pensar el fenómeno tecnológico como un proceso de reconfiguración cultural y subjetiva. La autora advierte sobre los riesgos de naturalizar la “cultura algorítmica”, donde los dispositivos tecnológicos median nuestras percepciones, afectos y decisiones. Frente a ello, la formación universitaria debe promover la reflexión crítica sobre el papel de la tecnología en la vida cotidiana y en la producción de conocimiento, generando conciencia sobre las implicancias éticas, políticas y sociales de su uso.

En este marco, la UNPilar se propone construir un modelo de educación superior que asuma la cultura digital no como un desafío externo, sino como un territorio educativo legítimo. Este enfoque implica entender la tecnología como mediación cultural y como herramienta para el desarrollo de una universidad abierta, colaborativa y territorialmente vinculada. Desde la perspectiva de la educación como derecho, la cultura digital es también un espacio de justicia educativa, donde la inclusión tecnológica deviene condición para la inclusión social.

Fundamentos del Sistema Institucional de Educación a Distancia (SIED)

El Sistema Institucional de Educación a Distancia (SIED) de la UNPilar constituye la estructura organizativa que materializa esta concepción. En su documento fundacional, el SIED sostiene que la educación a distancia debe promover la “integración actualizada y genuina de las tecnologías y medios digitales”, entendiendo que los entornos virtuales son espacios de co-construcción de conocimiento y no simples extensiones de la clase presencial. Su objetivo es potenciar las prácticas pedagógicas de la universidad en clave de inclusión, accesibilidad y calidad.

En su composición, el Sied se organiza en cuatro áreas: Asesoramiento pedagógico, formación e innovación; Soporte técnico y gestión de entornos virtuales; Gestión de datos; y el Centro de Recursos para la Enseñanza y los Aprendizajes (CREA). En conjunto, estas áreas garantizan el diseño, la producción y la evaluación de las propuestas académicas en



modalidad a distancia o híbrida. Cada una responde a una dimensión específica de la política educativa: la formación docente, el desarrollo tecnológico, la gestión administrativa y la producción multimedial.

Desde su concepción, adopta una perspectiva de derecho y democratización del conocimiento. Propone que la mediación tecnológica sea una herramienta para ampliar las fronteras del aula, crear nuevas comunidades de práctica y fortalecer el vínculo entre la universidad y su territorio. Tal como señala Cecilia Cerrotta (2022), las aulas expandidas —aquellas que articulan lo presencial y lo virtual— multiplican las oportunidades de aprendizaje, permitiendo que más personas puedan ejercer su derecho a estudiar, aun cuando sus condiciones de vida o trabajo no se ajusten a los formatos tradicionales.

El enfoque del SIED también incorpora el principio de inclusión y accesibilidad digital. Esto supone diseñar aulas virtuales y materiales didácticos accesibles, atender a las brechas tecnológicas y promover la alfabetización digital de docentes y estudiantes. En palabras de la propia normativa institucional, se busca “reducir las brechas digitales y crear dispositivos que incorporen la cultura digital para garantizar el derecho de participar en una ciudadanía digital plena”.

A nivel epistemológico, el SIED se inscribe en una pedagogía que concibe la tecnología como práctica cultural. En sintonía con los planteos de Miriam Kap (2020), la enseñanza universitaria se entiende como una práctica transmedia, donde los saberes se construyen de manera colectiva y distribuida a través de múltiples lenguajes, medios y formatos. Esta perspectiva promueve un aprendizaje situado, colaborativo y creativo, donde la interacción entre docentes y estudiantes se transforma en una experiencia compartida de producción de sentido.

De este modo, el SIED no solo garantiza la infraestructura tecnológica para la educación digital, sino que actúa como marco de gobernanza académica que orienta la innovación pedagógica. En su articulación con el CREA, impulsa proyectos que combinan investigación, formación docente, producción de recursos y acompañamiento institucional, configurando un ecosistema de enseñanza y aprendizaje propio de la universidad pública contemporánea.



La cultura digital como política universitaria

La integración de la cultura digital en la UNPilar no responde a una tendencia pasajera, sino a una decisión institucional estratégica. La universidad reconoce que el derecho a la educación superior, en el siglo XXI, se ejerce también en los entornos digitales donde se producen y circulan los saberes. Por eso, la política institucional promueve una formación que desarrolle habilidades comunicacionales, tecnológicas y críticas en toda la comunidad académica.

En este sentido, la materia transversal Introducción a la Cultura Digital —que se abordará en detalle más adelante— constituye una expresión concreta de esta política: es el punto de partida para construir una ciudadanía universitaria capaz de leer, habitar y transformar los ecosistemas digitales. Desde el inicio de la trayectoria formativa, cada estudiante se incorpora a una comunidad de aprendizaje que reconoce la tecnología como espacio de participación y de ejercicio de derechos.

La apuesta institucional de la UNPilar, articulada entre el SIED, el CREA y las políticas académicas de formación docente, configura un modelo de universidad pública digitalmente inclusiva. En este modelo, la mediación tecnológica no sustituye la enseñanza, sino que la expande, la diversifica y la vuelve más accesible. La universidad se convierte así en un nodo de conexión entre saberes, territorios y personas, una institución que crece en red y que entiende que la educación superior del futuro se construye en diálogo con la cultura digital del presente.

El Centro de Recursos para la Enseñanza y los Aprendizajes (CREA): un laboratorio tecnopedagógico para la educación superior pública

El Centro de Recursos para la Enseñanza y los Aprendizajes (CREA) constituye una pieza central en la estructura del Sistema Institucional de Educación a Distancia (SIED) de la Universidad Nacional de Pilar. Su creación se fundamenta en la necesidad de contar con un espacio académico y técnico capaz de articular la producción de materiales, la innovación pedagógica y la formación docente, en coherencia con la misión institucional de garantizar el derecho a la educación superior en la cultura digital.



Desde su definición en el Anexo del SIED, el CREA asume funciones vinculadas a la asistencia pedagógica, comunicacional y tecnológica: asesorar a los equipos docentes en el diseño de materiales multimediales; grabar, editar y producir clases en distintos formatos; elaborar los manuales de estilo de las aulas virtuales; y construir la identidad visual y comunicacional del campus institucional. Estas funciones trascienden lo técnico y adquieren sentido pedagógico, porque buscan dotar de coherencia narrativa, estética y accesible a los espacios de aprendizaje mediados por tecnología.

En este sentido, el CREA se concibe como un laboratorio tecnopedagógico donde convergen tres dimensiones del trabajo universitario contemporáneo:

- La producción de conocimiento pedagógico situado, que implica acompañar a los docentes en la reflexión sobre sus prácticas, los formatos de enseñanza y las nuevas gramáticas del aprendizaje digital.
- La mediación tecnológica con sentido educativo, orientada a garantizar la accesibilidad, la diversidad y la usabilidad de los entornos digitales, evitando la naturalización de la brecha tecnológica.
- La creación de experiencias estéticas y comunicativas del conocimiento, entendiendo que los recursos digitales no solo transmiten información, sino que producen modos de habitar la universidad.

Su razón de ser responde a una concepción de la innovación como práctica institucional y política, siguiendo la perspectiva de Mariana Maggio (2021), quien entiende la transformación digital universitaria como un proceso que debe partir de la docencia y de la comunidad académica, no de la mera adopción de tecnologías. En la misma línea, Kap (2020) plantea que las *didácticas transmedia* permiten expandir la clase hacia múltiples lenguajes y plataformas, potenciando la creatividad docente y el trabajo colaborativo. El CREA adopta esta mirada y la traduce en una práctica institucional: pensar los materiales, los entornos y las experiencias formativas como narrativas colectivas.

Asimismo, la propuesta del CREA se vincula con el concepto de *aulas expandidas* desarrollado por Cecilia Cerrotta (2022), quien entiende que los entornos digitales extienden los límites físicos y temporales del aula, permitiendo incluir nuevas voces y trayectorias. En la UNPilar, esta noción se vuelve clave: el CREA no sustituye al aula, sino



que la expande, la vuelve más porosa y democrática, articulando la formación presencial y virtual en un mismo territorio educativo.

Desde una perspectiva institucional, las líneas de acción del CREA pueden sintetizarse en cuatro ejes:

- Innovación pedagógica y formación docente, centrada en el asesoramiento y acompañamiento de los equipos académicos en el diseño de propuestas educativas que integren tecnologías de manera genuina.
- Producción multimedial y diseño tecnopedagógico, orientada a la creación de materiales accesibles, con enfoque inclusivo y narrativas transmedia.
- Desarrollo y mantenimiento de la identidad digital institucional, a través del diseño de aulas virtuales, la comunicación educativa y el fortalecimiento del ecosistema digital universitario.
- Investigación y cooperación en cultura digital, mediante la articulación con redes interuniversitarias (como RUEDA-CIN) y la participación en proyectos que abordan la innovación educativa en clave de derechos.

En síntesis, el CREA constituye una instancia institucional de mediación y creación, que articula los planos pedagógico, tecnológico y comunicacional para hacer posible una universidad pública del siglo XXI. Es el espacio donde se materializa la idea de que enseñar y aprender en la cultura digital requiere tanto infraestructura tecnológica como imaginación pedagógica, y donde la innovación se entiende como un acto de justicia educativa.

Acciones desarrolladas por CREA

Durante su primer año de funcionamiento, CREA consolidó una red de acciones que configuran el ecosistema tecnopedagógico de la UNPilar. Las tareas realizadas responden a las funciones establecidas en el SIED y orientadas por la secretaría académica:

Acompañamiento al diseño e implementación del ecosistema digital universitario.

CREA acompañó el desarrollo del campus virtual Moodle 3.5, la creación de usuarios, la administración de aulas y la adaptación visual e identitaria del entorno. Se definieron



criterios de navegación y accesibilidad, se diseñó la identidad digital del campus y se integraron herramientas de videoconferencia (Meet, Zoom) que permitieron sostener la modalidad híbrida prevista por el Estatuto y el SIED.

Manuales y guías de estilo.

Se elaboraron los manuales de diseño de aulas virtuales, destinados a docentes y coordinadores de carrera, que establecen parámetros de organización de contenidos, uso de recursos, evaluación y comunicación en línea.

Producción multimedial.

El equipo de CREA asistió a docentes en la producción de materiales audiovisuales: clases grabadas, videos institucionales y recursos interactivos. Estas piezas integran la política de recursos abiertos mencionada en el SIED, que dispone la creación de un reservorio digital institucional con reconocimiento de autoría y licencia de reutilización didáctica.

Acompañamiento pedagógico y formación docente.

Participación en la organización de talleres de formación en Moodle, instancias de capacitación sobre evaluación en entornos virtuales y jornadas de innovación educativa con foco en IA e inclusión de tecnologías digitales. Estas acciones se inscriben en la política de formación permanente establecida por la universidad, que considera la actualización digital como parte de la carrera docente.

Desarrollo del repositorio digital y alfabetización informacional.

CREA colabora con la Biblioteca en la implementación del repositorio institucional, que articula materiales docentes, producciones académicas y BIBLIOGRAFIA digital en acceso abierto. Este proyecto fortalece la alfabetización informacional de la comunidad universitaria y consolida la idea de la biblioteca como espacio expandido y en red.

Articulación interinstitucional.

La participación en redes universitarias vinculadas a la educación digital, como RUEDA (CIN), fortalecen el acceso a recursos abiertos y a la cooperación en la producción de contenidos y formación docente.



Innovación en evaluación y práctica educativa.

Se promovieron experiencias de evaluación auténtica en entornos virtuales, con seguimiento de trayectorias, portafolios digitales y rúbricas compartidas entre docentes, en coherencia con el principio de formación situada del SIED y con la orientación y el acompañamiento de la Secretaría Académica.

CREA como dispositivo de derecho y de innovación

El conjunto de estas acciones da cuenta de una política universitaria que concibe el derecho a la educación como un proceso de innovación con sentido social. CREA, más que un área técnica, se consolida como espacio de producción colectiva de saberes: acompaña, traduce y comunica la práctica pedagógica en clave contemporánea.

Su horizonte, entonces, es ético y político: democratizar el acceso al conocimiento, favorecer la autonomía docente, garantizar la accesibilidad y sostener una cultura institucional basada en la colaboración y el servicio. En palabras de Maggio (2021), se trata de “reinventar la clase” y, con ella, reinventar la universidad.

La materia *Introducción a la Cultura Digital*: una política institucional para el derecho a aprender en la universidad del siglo XXI

La inclusión de la materia *Introducción a la Cultura Digital* (ICD) en el plan de estudios común de todas las carreras de la Universidad Nacional de Pilar constituye una de las decisiones más significativas en la construcción del modelo pedagógico institucional. No se trata de una asignatura instrumental ni de alfabetización técnica, sino de una política universitaria que busca garantizar el derecho a la formación digital como condición para la igualdad de oportunidades en el trayecto académico y profesional de todos los cursantes.

Desde su creación, la UNPilar entendió que el ingreso a la educación superior en el siglo XXI no puede separarse del aprendizaje de los códigos, lenguajes y prácticas de la cultura digital. En este sentido, la materia *Introducción a la Cultura Digital* cumple una función estructural dentro del ecosistema educativo universitario: habilita el acceso a las posibilidades tecnológicas, informacionales y comunicacionales que permiten transitar la vida universitaria contemporánea, al tiempo que fomenta una mirada crítica sobre los modos en que la tecnología atraviesa las relaciones sociales, el conocimiento y la ciudadanía.



Fundamentos pedagógicos y políticos de la inclusión de la materia

La materia se inscribe en la convicción institucional de que la educación digital es un derecho, no una habilidad optativa. En coherencia con lo planteado en el Proyecto Fundacional y en el SIED, la UNPilar asume que garantizar el derecho a la educación superior implica también acompañar a los/as estudiantes en el proceso de apropiación crítica de las tecnologías que median su aprendizaje.

Este enfoque se nutre de los aportes de autoras como Mariana Maggio (2021), quien plantea que la enseñanza universitaria debe reinventarse en función de los cambios culturales que ya atraviesan a la sociedad. Enseñar en la cultura digital implica, en sus palabras, “aprovechar la potencia de las tecnologías para construir experiencias de aprendizaje más inclusivas, estéticas y significativas”. En sintonía, Carina Lion (2012, 2023) sostiene que la alfabetización digital debe concebirse como una práctica ciudadana, que permita a los/as estudiantes participar críticamente en los entornos digitales y ejercer sus derechos en ellos.

La creación de una materia transversal responde, además, a la necesidad de construir un piso común de habilidades digitales en todos los campos de formación universitaria. Esto implica reconocer que las brechas tecnológicas no son sólo de acceso, sino también de uso y de sentido: las condiciones de desigualdad sociotecnológica impactan directamente en la permanencia, el rendimiento y la participación estudiantil. Frente a ello, la UNPilar asume una política activa que, lejos de delegar la alfabetización digital a cada carrera, la convierte en un derecho garantizado institucionalmente.

Propósitos y estructura de la materia

De acuerdo con su programa oficial, *Introducción a la Cultura Digital* tiene como propósitos principales:

- **Promover una aproximación conceptual a la cultura digital**, estimulando la reflexión sobre las relaciones entre tecnología, sociedad y cultura.
- **Propiciar el análisis crítico del uso de las tecnologías digitales** en distintos ámbitos —académico, profesional y cotidiano— desde una perspectiva de derechos.
- **Generar un espacio de laboratorio** donde los estudiantes puedan explorar y utilizar recursos y aplicaciones digitales que favorezcan la alfabetización para la vida universitaria.



- **Instalar la noción de cultura colaborativa**, base de la comunidad universitaria, a través de la producción y difusión de contenidos en red.

El diseño curricular de la materia combina ejes **teóricos, instrumentales y reflexivos**, que se entrelazan en torno a cinco unidades temáticas:

- **El escenario y los recursos disponibles:** exploración del campus virtual, correo institucional y almacenamiento en la nube.
- **El extractivismo de datos y la inteligencia artificial:** análisis del contexto sociotécnico, economía de plataformas, datos personales y ética algorítmica.
- **Derechos en la cultura digital:** acceso, inclusión y políticas públicas para la igualdad tecnológica.
- **Subjetividades en la era digital:** identidad, representación y vínculos en entornos mediáticos.
- **Comunidades digitales:** trabajo colaborativo, inteligencia colectiva y producción transmedia.

Esta estructura curricular permite articular los saberes tecnológicos con los saberes sociales y éticos, de modo que los/as estudiantes no sólo aprendan a usar herramientas digitales, sino también a comprender sus implicancias políticas y culturales.

Estrategias didácticas: aprender haciendo en red

La propuesta metodológica de la materia combina clases presenciales y virtuales en una modalidad combinada e inmersiva, que promueve la exploración, la creación y la colaboración. Cada unidad integra un eje teórico y un eje instrumental, que los/as estudiantes recorren mediante cuatro momentos de trabajo:

- **Contemplar** (observar, disfrutar y conectar con producciones culturales digitales);
- **Interpretar y reflexionar** (analizar, debatir y tomar posición);
- **Experimentar** (probar herramientas, entornos y modos de interacción digital);
- **Crear colaborativamente** (producir contenidos, presentaciones o narrativas colectivas).



El enfoque metodológico se vincula directamente con los principios del CREA y del SIED: la enseñanza se concibe como una práctica expandida, transmedia y colaborativa, donde la tecnología no sustituye al docente, sino que amplifica su posibilidad de crear experiencias significativas. Este modelo responde a lo que Miriam Kap (2020) denomina una *didáctica transmedia*, capaz de articular múltiples lenguajes —visual, sonoro, textual— para favorecer aprendizajes más profundos y memorables.

La evaluación de la materia, coherente con este enfoque, se organiza en dos instancias parciales que combinan trabajo individual y colaborativo, y que promueven la integración de contenidos teóricos y producciones digitales. Se prioriza la evaluación formativa, la retroalimentación dialógica y la posibilidad de revisión y mejora, en consonancia con la perspectiva de *evaluación como oportunidad* (Anijovich y Cappelletti, 2017).

Una materia para construir ciudadanía digital

El carácter transversal de *Introducción a la Cultura Digital* convierte a esta asignatura en un espacio de iniciación universitaria y de construcción de ciudadanía digital. Desde el primer cuatrimestre de cursada, los estudiantes aprenden a habitar los entornos virtuales de la universidad, a participar en comunidades digitales y a reflexionar sobre los dilemas éticos, sociales y políticos de la tecnología.

La materia, en este sentido, se inscribe en la visión de educación universitaria como práctica emancipadora: enseña a reconocer los derechos digitales, la propiedad intelectual, la accesibilidad y la importancia de la información abierta. Como plantea Flavia Costa

(2021), habitar la cultura digital supone comprender que los algoritmos y plataformas no son neutrales, sino espacios donde se juegan formas de poder. Por ello, la materia promueve que los/as estudiantes desarrollen pensamiento crítico frente a la información, la desinformación y la manipulación de datos.

De este modo, *Introducción a la Cultura Digital* cumple una función doble: es una herramienta de inclusión —al nivelar oportunidades y garantizar alfabetización digital para todos los ingresantes— y una herramienta de democratización del conocimiento, al formar



ciudadanos capaces de participar activamente en la sociedad digital con autonomía, responsabilidad y sensibilidad ética.

Un dispositivo de política institucional

Finalmente, la incorporación de esta materia como común y obligatoria en todas las carreras de la UNPilar marca una decisión política y pedagógica sin precedentes en el sistema universitario argentino reciente. No se trata de agregar contenidos tecnológicos a los planes de estudio, sino de asumir que toda formación universitaria requiere habilidades digitales críticas para el ejercicio pleno de la ciudadanía.

La materia se convierte así en un dispositivo institucional transversal, coherente con las políticas del SIED y con las líneas del CREA. Su presencia en todos los programas académicos simboliza el compromiso de la universidad con la construcción de una cultura digital democrática, accesible y socialmente comprometida. En palabras del propio Proyecto Institucional, se trata de “formar profesionales capaces de comprender y actuar en el tiempo que les toca vivir”, un tiempo donde la tecnología, la comunicación y la educación ya no pueden pensarse separadas.

Ecosistema digital, repositorio universitario y alfabetización informacional: construir comunidad a través del acceso al conocimiento

La creación del ecosistema digital de la Universidad Nacional de Pilar constituye uno de los ejes estratégicos de desarrollo institucional para garantizar el derecho a la educación superior en clave contemporánea. En el marco del SIED y en articulación con el

Centro de Recursos para la Enseñanza y los Aprendizajes (CREA), la universidad avanza en la construcción de un entramado tecnológico y pedagógico que comprende el campus virtual, el repositorio institucional y la biblioteca digital, como espacios integrados de aprendizaje, investigación y servicio público.

Este eje parte de una premisa clara: **el acceso al conocimiento es un derecho y, en la sociedad digital, este derecho se ejerce a través de la información abierta, accesible y significativa.** Por ello, la UNPilar concibe a la biblioteca no sólo como un espacio de resguardo de materiales, sino como un nodo activo de alfabetización informacional, capaz



de acompañar a docentes y estudiantes en la búsqueda, evaluación y uso ético de los recursos digitales. En esta etapa de desarrollo, la política bibliotecaria se orienta a combinar el acceso abierto a contenidos digitales con la preservación de materiales especializados físicos, siguiendo un criterio de pertinencia disciplinar y equidad territorial.

El repositorio digital institucional, en proceso de implementación, se proyecta como una plataforma de producción, visibilización y circulación del conocimiento, que reunirá materiales educativos, trabajos académicos y recursos abiertos generados por la comunidad universitaria. Su diseño se apoya en la normativa nacional (Ley 26.899) que promueve el acceso abierto a la ciencia y la educación, y en la articulación con redes como el CIN, a fin de garantizar interoperabilidad y cooperación interuniversitaria.

En coherencia con los principios del CREA y del SIED, este eje integra también la formación en alfabetización informacional, orientada a fortalecer las habilidades de lectura crítica, curaduría digital y gestión ética de la información. Este proceso, aún en expansión, se enmarca en una concepción de la universidad como servicio público del conocimiento, donde la producción académica no se encierra, sino que se comparte, se contextualiza y se transforma en insumo para el desarrollo territorial.

El eje del ecosistema digital y el repositorio universitario expresa una visión de universidad abierta, cooperativa y socialmente comprometida, que entiende que democratizar el acceso a la información es también democratizar la posibilidad de aprender. Aunque su desarrollo está en curso, constituye ya una política definitoria: **la de una**

universidad que hace del conocimiento un bien común y de la alfabetización informacional una forma concreta de ciudadanía académica.

CONCLUSIONES

Desafíos, aprendizajes y proyección institucional

En su breve pero intensa trayectoria, la Universidad Nacional de Pilar ha demostrado que es posible **construir una política educativa universitaria que piense la cultura digital desde una perspectiva de derecho, inclusión y justicia educativa. El proceso de**



institucionalización del SIED, la consolidación del CREA y la incorporación de la materia Introducción a la Cultura Digital como espacio común en todas las carreras configuran un modelo de universidad que aprende mientras enseña: una institución que crece en red, que se transforma en diálogo con su comunidad y que apuesta a la innovación como práctica social.

Los desafíos son múltiples. Persisten brechas de acceso, limitaciones de infraestructura y la necesidad de fortalecer la formación docente en habilidades digitales críticas. Sin embargo, la experiencia acumulada muestra que la mediación tecnológica puede ser un medio potente para expandir el aula, diversificar los aprendizajes y democratizar el conocimiento, siempre que se inscriba en una política institucional con sentido pedagógico y social.

La UNPilar se proyecta como una universidad pública de nueva generación: abierta, flexible y comprometida con su territorio, que entiende que **educar en la cultura digital es enseñar a habitar el mundo contemporáneo con conciencia y creatividad**. En este horizonte, el derecho a la educación superior se enlaza con el derecho a la participación, a la información y a la producción cultural.

Más que adaptarse al cambio, la universidad elige producir futuro: hacer del aprendizaje digital una práctica emancipadora y del conocimiento compartido, un bien común.

BIBLIOGRAFIA

- Anijovich, R., & Cappelletti, G. (2017). *La evaluación como oportunidad*. Buenos Aires: Paidós.
- Cerrotta, C. (2022). *Pensando aulas expandidas para clases que pretenden aproximarse al enfoque de derechos* [Material educativo, Seminario Integración de Tecnologías Digitales en la Enseñanza Universitaria]. Universidad Nacional de Hurlingham.
- Conde, M. E. (2024). *Videojuegos en el aula. ¿Aliados o enemigos? Estrategias didácticas para su inclusión en las instituciones educativas*. Buenos Aires: SB Editorial.
- Costa, F. (2021). *Tecnoceno: algoritmos, biohackers y nuevas formas de vida*. Buenos Aires: Taurus.



- Dussel, I. (2021, octubre 21). *Escuelas y cultura digital: no solamente una cuestión de brechas*. Internacional de la Educación América Latina. Recuperado de <https://ei-ie-al.org>
- Kap, M. (2020). Una didáctica transmedia: Derivas sobre mutaciones y nuevas mediaciones en el campo de la didáctica. *Revista Argentina de Comunicación*, 8(11), 82–109.
- Lion, C. (2012). Pensar en red: metáforas y escenarios. En A. Scialabba & M. Narodowski (Comps.), *¿Cómo serán? El futuro de la escuela y las nuevas tecnologías* (pp. 23–45). Buenos Aires: Prometeo.
- Lion, C., Kap, M., & Ferrarelli, M. (2023). Universidades desafiadas: Alfabetismos fluidos, hibridaciones y nuevas estrategias de enseñanza. *Revista Educación Superior y Sociedad*, 35(2), 130–155.
- Lugo, M. T. (2016). *Entornos digitales y políticas educativas: dilemas y certezas*. Buenos Aires: IIPE-UNESCO.
- Maggio, M. (2020). *Educación en pandemia: Guía de supervivencia para docentes y familias*. Buenos Aires: Paidós.
- Maggio, M. (2021). *Educación en pandemia* [Reseña]. SEDICI – Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de La Plata. Recuperado de <https://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/126584>
- Naciones Unidas. (2006). *Convención sobre los derechos de las personas con discapacidad*. Nueva York: ONU.
- República Argentina. (2006). *Ley Nacional de Educación N.º 26.206*. Buenos Aires: Ministerio de Educación de la Nación.
- República Argentina. (2014). *Ley N.º 26.899 – Creación de repositorios digitales institucionales de acceso abierto*. Buenos Aires: Boletín Oficial.
- República Argentina. (2023). *Ley N.º 27.728 – Creación de la Universidad Nacional de Pilar*. Buenos Aires: Boletín Oficial de la República Argentina.
- Universidad Nacional de Pilar. (2024). *Estatuto Provisorio de la Universidad Nacional de Pilar*. Pilar: UNPilar.
- Universidad Nacional de Pilar. (2024). *Sistema Institucional de Educación a Distancia (SIED) – Anexo RCS 19/24*. Pilar: UNPilar.
- Universidad Nacional de Pilar. (2025). *Programa de la asignatura Introducción a la Cultura Digital*. Pilar: UNPilar.



- UNESCO. (2023). *La inteligencia artificial en la educación: desafíos y oportunidades para los sistemas educativos*. París: UNESCO.



CONSTRUIR IGUALDAD: POLÍTICA DE INGRESO Y DEMOCRATIZACIÓN EN LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE PILAR

Verónica Barrionuevo¹, Verónica Fulco¹, Laura Rodríguez¹.

¹Universidad Nacional de Pilar

veronica.barrionuevo@unpilar.edu.ar, veronica.fulco@unpilar.edu.ar,

laura.rodriguez@unpilar.edu.ar

RESUMEN

La Política de Ingreso de la Universidad Nacional de Pilar (UNPILAR) se plantea como una estrategia institucional para garantizar el acceso, la permanencia y el egreso en la educación superior, con especial atención al primer año de cursada, momento decisivo en la construcción de la identidad universitaria. Desde la Universidad, se considera que ser estudiante universitario no se limita al hecho de ingresar, sino que requiere adquirir saberes, habilidades y autonomía propias de la vida académica universitaria. Por ello, define como “estudiantes ingresantes” a quienes transitan desde la preinscripción hasta el final del primer año, etapa en la que se concentran las mayores tasas de abandono y donde el acompañamiento institucional resulta fundamental. En línea con lo planteado por Marquina (2011), la política de ingreso se concibe no como un trámite administrativo, sino como un dispositivo integral de inclusión, orientado a democratizar la universidad y fortalecer las posibilidades reales de permanencia y egreso. Este planteo se complementa con el análisis de Strah (2018), quien destaca que la expansión del sistema universitario entre 2007 y 2015 buscó construir igualdad y democratizar el nivel, abordando problemáticas estructurales como las altas tasas de abandono, los bajos índices de graduación y la compleja transición desde la escuela secundaria a la universidad.

Para abordar lo descrito, la Universidad diseña y pone en marcha una política de ingreso que se entiende como un dispositivo integral de acompañamiento, que inicia en la preinscripción y se extiende durante el primer año, con el fin de reducir desigualdades de origen y promover trayectorias sostenidas, al integrar propuesta curricular, organización institucional, orientación, seguimiento a cada trayectoria y articulación con el sistema educativo previo. La Política de Ingreso de la Universidad Nacional de Pilar se configura como una apuesta política y pedagógica para construir igualdad en el acceso y la



permanencia en la educación superior, entendiendo el ingreso como el inicio de un recorrido formativo que requiere acompañamiento, recursos y compromiso institucional.

Palabras clave: Derecho a la educación; democratización de la universidad; Política de Ingreso.

INTRODUCCIÓN

La presente ponencia tiene como propósito compartir la experiencia de diseño y la etapa inicial de implementación de la Política de Ingreso de la Universidad Nacional de Pilar (UNPilar) concebida como una estrategia institucional orientada a garantizar el derecho a la educación superior mediante acciones que favorezcan el acceso, la permanencia y el egreso de las y los estudiantes. Esta propuesta se enmarca en el proceso de conformación de una universidad pública reciente, que busca consolidar un modelo de inclusión educativa sustentado en la equidad, la calidad académica y el compromiso con su comunidad.

La UNPilar, al igual que otras universidades nacionales creadas en las últimas décadas, surge con el objetivo de descentralizar la oferta educativa del nivel superior y de acercar la universidad a territorios históricamente postergados en términos de oportunidades formativas. En este contexto, una proporción significativa de su población estudiantil está conformada por jóvenes que representan la primera generación universitaria en sus familias, situación que impacta en los procesos de acceso y permanencia, y que requiere de políticas institucionales que incidan en las desigualdades sociales y culturales de origen.

Partimos de la convicción de que no basta, para garantizar el derecho a la educación superior, con facilitar el acceso, ya sea mediante políticas de gratuidad, la expansión territorial de la oferta o la creación de nuevas instituciones universitarias. Como advierte Gluz (2011), “no es suficiente que se eliminen los exámenes de ingreso o que se facilite la matrícula... en la práctica, se ignora la heterogeneidad social y cultural de la nueva población estudiantil” (p. 231). En este sentido, ampliar el acceso es una condición necesaria pero no suficiente para la democratización del nivel superior: resulta imprescindible intervenir también en las condiciones de permanencia, en la distribución



desigual del capital cultural y en las dinámicas institucionales que pueden reproducir mecanismos de exclusión dentro del propio sistema universitario.

En este contexto, la Universidad asume la tarea de acompañar a las/os estudiantes ingresantes a lo largo de su carrera y especialmente en el primer año académico como parte de su responsabilidad ética en tanto garante de derechos, y lo hace a través de la implementación de estrategias y del compromiso que asume cada persona (docente y no docente) que encarna y representa a la Universidad a partir de su trabajo en ella.

En este marco, la Política de Ingreso de la UNPilar lejos de pensarse como un procedimiento administrativo de admisión, se concibe como un dispositivo integral de acompañamiento desde el momento de la preinscripción y durante todo el primer año de cursada. Este enfoque busca atender las desigualdades de origen, facilitar la adaptación a la cultura académica universitaria y promover trayectorias educativas sostenidas, articulando estrategias pedagógicas, de orientación y de inclusión. La propuesta intenta colocar el acceso y la permanencia en el centro del proyecto institucional y diseñar acciones específicas que reconozcan la diversidad de las/os estudiantes y sus contextos.

Fundamentación

Históricamente, el ingreso a las universidades argentinas ha constituido un espacio de disputa en torno al sentido del derecho a la educación superior y a las formas de acceso al conocimiento. Desde la Reforma Universitaria de 1918, que proclamó los principios de autonomía, cogobierno y gratuidad, el acceso al nivel superior comenzó a ser concebido como un bien público y un derecho social (Rinesi, 2018). Sin embargo, a lo largo del siglo XX, las políticas de ingreso

oscilaron entre modelos selectivos y restrictivos, basados en exámenes o cupos, y modelos abiertos e inclusivos, orientados a la democratización del sistema (Krotsch, 2001; Chiroleu, 2009). Estas tensiones reflejan distintos proyectos de universidad y de país: mientras algunos conciben el ingreso como un filtro de excelencia académica, otros lo entienden como un punto de partida para la igualdad de oportunidades (Marquina, 2011). En las últimas décadas, especialmente con la creación de nuevas universidades nacionales en territorios periféricos o con baja presencia de instituciones de educación



superior, el debate se ha desplazado desde el mero acceso hacia la necesidad de garantizar también la permanencia y el egreso, reconociendo que la verdadera democratización del sistema requiere políticas integrales de inclusión (Gluz, 2011; Marquina, 2011).

En este contexto, las políticas de ingreso de las nuevas universidades nacionales no pueden entenderse sólo como mecanismos de admisión, sino como parte de un proyecto político educativo integral. Marquina (2011) plantea que, desde la reforma universitaria de los años '90, las instituciones creadas en el conurbano bonaerense incorporaron el ingreso como componente estratégico de políticas de inclusión, reconociendo que la democratización implica mucho más que abrir vacantes: requiere diseñar dispositivos que acompañen la permanencia y fortalezcan las posibilidades reales de egreso.

Este planteo se complementa con el análisis de Strah (2018), quien destaca que la expansión del sistema universitario entre 2007 y 2015 buscó construir igualdad y democratizar el nivel, abordando problemáticas estructurales como las altas tasas de abandono, los bajos índices de graduación y la compleja transición desde la escuela secundaria a la universidad. La creación de nuevas universidades en territorios con déficit de oferta de educación superior no sólo respondió a una necesidad geográfica, sino que implicó la definición de políticas específicas para garantizar el derecho a la educación en condiciones de equidad.

En este sentido, Rinesi (2018) enfatiza que la universidad pública argentina es, además de un espacio de formación profesional y producción de conocimiento, un ámbito de formación política, cultural y ciudadana, en el que se construyen sentidos colectivos y se disputan proyectos de sociedad: “Preguntarnos qué es garantizar ese derecho a la universidad nos exige preguntarnos quién es el sujeto de ese derecho. Y a mí me parece que ese derecho puede ser pensado como teniendo un titular individual –los ciudadanos que quieren ejercer su derecho a estudiar una carrera universitaria– y al mismo tiempo como el derecho de un pueblo como sujeto colectivo a beneficiarse de lo que la universidad sabe e investiga. Y como derecho individual es importante representárnoslo no sólo como el derecho que tienen los ciudadanos a entrar a la universidad, sino como el



derecho a tratar de entrar y entrar, a tratar de aprender y aprender, a romperse el alma estudiando y avanzar en sus estudios, a terminarlos en un plazo razonable.” (Rinesi, 2018).

Desde esta perspectiva, las políticas de ingreso adquieren una dimensión simultáneamente política y social, en tanto constituyen herramientas orientadas a ampliar la participación, reducir las desigualdades y fortalecer la cohesión social. La Universidad Nacional de Pilar reconoce que las y los estudiantes conforman el eje central de su proyecto institucional, dado que sin su presencia y participación ninguna universidad tendría razón de ser. No obstante, esta centralidad no se construye a partir de una imagen idealizada del estudiantado universitario, sino del reconocimiento de las y los estudiantes reales, con sus trayectorias, experiencias y saberes diversos. En este sentido, se asume que el oficio de ser estudiante universitaria/o no es un atributo adquirido automáticamente al ingresar a la universidad, sino un proceso que implica la apropiación progresiva de saberes, prácticas y disposiciones propias de la cultura académica. Del mismo modo, se considera fundamental reconocer que los recorridos formativos previos, así como las condiciones sociales, culturales y personales de cada estudiante, configuran múltiples puntos de partida en el tránsito hacia la vida universitaria, lo que demanda políticas institucionales orientadas a acompañar esa diversidad.

Como se ha mencionado, la mayor tasa de abandono en este nivel se registra durante el primer año, principalmente debido a los desafíos que implica transitar un entorno académico y administrativo nuevo, con una lógica institucional diferente a la de la escuela secundaria. Este pasaje requiere desarrollar mayores niveles de autonomía y familiarizarse con una dinámica que conlleva implicancias simbólicas significativas, vinculadas tanto al proyecto de vida personal como a los imaginarios y trayectorias familiares.

En general, es recién hacia el segundo año de cursada cuando las y los estudiantes evidencian haber incorporado prácticas propias de la vida universitaria: desde estrategias de estudio y organización del tiempo, hasta el manejo de correlatividades, la gestión de trámites o la circulación de información académica. En este sentido, la Universidad Nacional de Pilar distingue como “ingresantes” a las y los estudiantes desde el momento de la preinscripción y hasta la finalización del primer año de estudios (de grado o pregrado),



considerando que dicho período constituye una etapa formativa clave en el proceso de apropiación de la cultura universitaria.

Estrategias de la Política de Ingreso

La Política de Ingreso de la UNPilar se organiza en dos momentos centrales:

- La articulación entre la escuela secundaria y el nivel universitario, ya que el paso entre ambos niveles representa una de las principales barreras para la permanencia y el aprendizaje en la educación superior. Este “puente” se vuelve especialmente necesario en tres dimensiones: la académica, la socio-pedagógica y la administrativa.

El tránsito entre ambos niveles supone una brecha que no todas/os las/os estudiantes pueden superar sin apoyo. A lo largo del pasaje entre un nivel y otro la educación va volviéndose menos lúdica, menos centrada en el interés personal, menos guiada y más anónima. En ese sentido, la universidad demanda una mayor autonomía, organización y autorregulación del aprendizaje. Las/os estudiantes deben aprender nuevas técnicas de estudio y de planificación académica (gestión de correlatividades, planificación cuatrimestral); el lenguaje y los géneros discursivos son otros, y es todo un desafío la apropiación de estas nuevas prácticas de lectura, escritura y oralidad académicas. Por otro lado, se observa que los conocimientos de base (especialmente en áreas como el uso de tecnologías o la matemática) son heterogéneos y, a menudo, insuficientes para el inicio de las carreras. En esta línea, el Curso Preuniversitario de Bienvenida (CPB) constituye uno de los primeros pasos en el ingreso a la Universidad y apunta no solo a revisar y fortalecer esas competencias, asegurando un punto de partida más sólido, sino que -convencidas/os de que nadie se salva sola/o, de que es fundamental el vínculo con las/os otras/os en la vida en sociedad; de que la empatía, la comunicación interpersonal, la solidaridad y la sensibilidad social son cualidades constituyentes de los perfiles profesionales que queremos formar- y de que la grupalidad es una herramienta clave para transitar de manera satisfactoria una carrera universitaria, el CPB apunta también a conformar redes de colaboración y grupos de pertenencia entre las/os estudiantes que contribuyan a su permanencia en la institución.



Así, el CPB constituye un curso intensivo, estructurado en tres talleres, que se ofrece antes del inicio de la cursada. Es crucial entender que el CPB no funciona como un "examen de ingreso" ni como un filtro. Nadie "aprueba" o "deja de aprobar" este curso. Es un espacio obligatorio de acompañamiento inicial.

Por un lado, los tres talleres que lo conforman (Lectura y escritura, Abordaje de problemas a través de la matemática, e Iniciación a la vida universitaria) se centran en reforzar las competencias básicas necesarias. El objetivo es que los/as estudiantes incorporen las herramientas intelectuales esenciales para la comprensión de textos, la producción escrita y la resolución de problemas. El taller de Iniciación a la vida universitaria, a su vez, es esencialmente un "GPS universitario". Busca proporcionar a las/os estudiantes las claves de orientación para saber dónde están paradas/os. Aquí se explica la "gramática" de la universidad: qué es un régimen académico, cómo funciona el calendario académico, cómo usar el campus virtual, y cómo deben organizarse para estudiar, administrar sus tiempos y sus correlatividades. Más allá de lo académico y de lo administrativo, el CPB tiene un componente social y cultural. Buscamos intencionalmente generar una red de apoyo al intentar armar grupalidades por afinidad, carrera y cercanía entre los domicilios. De esta manera, empezamos a construir una mística, una identidad y una cultura común centrada en la solidaridad, lo colectivo y el compromiso.

En esencia, el CPB es una de nuestras primeras apuestas por la inclusión activa: asegurar que, desde el primer día, cada estudiante tenga las herramientas, la orientación y la red humana necesarias para transformar el desafío de ingresar a la universidad en la oportunidad real de construir una trayectoria exitosa y acompañada. En esa misma línea se inscribe toda la red de andamiajes para la inscripción a carreras: llenar un formulario online, digitalizar documentación, crear un usuario en una determinada plataforma o gestionar el título secundario con determinados sellos y constancias de legalización supone una serie de saberes que, muchas veces, se dan por sentado. Saberes cuya ausencia es motivo de vergüenza para muchas personas. De ahí que contemos con computadoras y personas en la sede de la Universidad para asesorar y ayudar a quienes se acerquen a preinscribirse y también trabajamos con las escuelas para que los/as docentes y preceptores/as del nivel medio actúen como facilitadores/as y motiven a los/as jóvenes a seguir estudiando.



En esta misma línea, en el marco del CPB se acompaña a los/as estudiantes ingresantes en la primera inscripción a materias y un dispositivo similar se vuelve a desplegar en las otras instancias de inscripción a materias que hay en el primer año de cursada. La propuesta, asimismo, consiste en una inscripción por “cajas horarias”. Es decir, se ofrecen distintas opciones de “combos” o alternativas de combinación horaria de las distintas materias que forman parte respectivamente del primer o del segundo cuatrimestre del plan de estudio vigente. De este modo, no solo se simplifican aspectos burocráticos y tecnológicos en la primera inscripción a materias sino que se promueve el cursado con los grupos de pertenencia que se hubieran formado durante el CPB. Por supuesto, se brinda la opción a “darse de baja” de alguna/s materia/s para quienes evalúen que no pueden cursar la cantidad propuesta o que es preferible centrarse en menos asignaturas. El objetivo de esta iniciativa es simplificar de algún modo los aprendizajes que supone incorporar el oficio de estudiante universitario/a; que puedan centrarse en adquirir

técnicas y estrategias de organización del estudio, que se familiaricen con el modo de cursada, el tipo de textos, las modalidades de clase, los nuevos contenidos, las entregas de trabajos académicos, el vocabulario del mundo universitario, el régimen académico, los marcos normativos. Recién en el segundo año de cursada se les propone una inscripción por materias, en la que terminan de incorporar nociones como la de “comisión” y las posibilidades de personalización de la trayectoria.

Por su parte, esta política se articula con el nivel secundario del sistema educativo, reconociendo la heterogeneidad de experiencias formativas. El Programa de Vinculación con instituciones del distrito de Pilar busca justamente facilitar el pasaje al nivel superior y construir puentes institucionales que favorezcan la continuidad educativa a través de la conformación de una Red de Escuelas Preuniversitarias. Parte de esta articulación supone que en dichas instituciones sus estudiantes pueden cursar en su escuela y con sus docentes algunos de los talleres que conforman el CPB en paralelo al último año del nivel secundario y a realización de actividades conjuntas con la Universidad orientadas a conocer la oferta académica, a orientar vocacionalmente a las/os futuras/os ingresantes, o a despertar vocaciones científicas.



- **El primer año de cursada en la universidad**

Luego del Curso Preuniversitario de Bienvenida, el acompañamiento de las y los ingresantes en sus primeros pasos como estudiantes universitarias/os continúa a partir de diferentes estrategias. Una de ellas se conforma por tres asignaturas que se cursan en paralelo con las materias del primer año de las carreras de pregrado o grado en que se hayan inscripto: el “Taller de lectura y escritura académica”, “Introducción a la Cultura digital” y, dependiendo de la carrera elegida, “Elementos de matemática”. Estas materias trazan una continuidad con la perspectiva pedagógica desde la cual se piensa el Curso Preuniversitario de Bienvenida: el objetivo principal no es que las/os ingresantes acrediten una serie de conocimientos sino, más bien, que se hagan de herramientas, que refuercen saberes previos, que adquieran habilidades imprescindibles para todo/a aquel/la que se proponga realizar una carrera universitaria. Partiendo nuevamente de la heterogeneidad de perfiles de estudiantes que llegan a la universidad y con la mirada puesta en la equidad, en generar propuestas de justicia curricular, de lo que se trata es de garantizar que todas/os cuenten con los conocimientos básicos para poder encarar la cursada de las demás materias y acompañar, en un diálogo transversal, algunas de esas cursadas. Así, por ejemplo, el Taller de lectura y escritura académica trabaja con textos de otras asignaturas de la carrera escogida por el/la cursante, para darle claves de abordaje ante la complejidad de los recursos bibliográficos con que ahora se encuentran. Por su parte, Cultura digital se propone a un tiempo contribuir con la alfabetización digital de los/as estudiantes de modo que puedan enfrentar de manera efectiva una propuesta híbrida como la que ofrece a Universidad Nacional de Pilar, brindando aprendizajes técnicos y facilitando el acercamiento a las herramientas tecnológicas imprescindibles para ejercer el oficio de estudiante y una ciudadanía plena en la era digital (lo que a su vez contribuye de manera ineludible con su formación profesional) pero también promoviendo la reflexión sobre las relaciones entre tecnología, cultura y sociedad y el análisis crítico sobre el uso y apropiación de estas herramientas digitales en diferentes ámbitos de la vida desde una perspectiva de derechos.

La propuesta híbrida (blended learning o aprendizaje combinado) desde la que se conciben las cursadas en la UNPilar es otra estrategia que forma parte de la Política de Ingreso. Para empezar, no se trata de una suma de presencialidad más virtualidad, sino de una integración pedagógica profunda donde cada soporte tiene un rol único e intencional. Este



enfoque se basa en la premisa de que la clase no se limita a un único espacio, sino que se desarrolla a través de dos soportes interconectados, cada uno con posibilidades de aprendizaje distintas, pero igualmente necesarios para el logro de los objetivos educativos. La clase presencial y el trabajo en la plataforma no son momentos aislados o sin relación; la plataforma no es un mero repositorio donde se archivan las filmas o la BIBLIOGRAFIA que luego se usa en el aula. En la misma línea, la tarea del/de la docente no es replicar el contenido en dos lugares, sino diseñar experiencias de aprendizaje que se inicien en un soporte y se profundicen en el otro. Este enfoque se alinea con las ideas de Chris Dede sobre la "Tecnología como Catalizador Pedagógico", donde las herramientas digitales habilitan nuevos tipos de aprendizaje que no eran posibles solo en el aula tradicional. La UNPilar utiliza la plataforma como ese catalizador para garantizar el acceso, la flexibilidad y la equidad en la trayectoria formativa, asegurando que el/la estudiante adquiera tanto el saber disciplinar como las competencias para la cultura digital contemporánea. Esto supone también una serie de estrategias en vías de implementación: la conformación de un laboratorio de informática, de una mediateca o el préstamo de computadoras en comodato que permita a las/os estudiantes que carecen de la infraestructura tecnológica necesaria (o de la conectividad) acceder a estos recursos para poder estudiar; asimismo se proyecta la creación de Puntos Uni, espacios distribuidos a lo largo del partido que permitan a las/os estudiantes de la Universidad disponer de lugares con condiciones de estudio idóneas, computadoras, y acceso a internet. El diseño híbrido de la propuesta pedagógica no solo constituye en parte de la Política de Ingreso de la UNPilar por lo que contempla en materia de democratización de saberes y en este sentido de acortamiento de la brecha digital en lo que refiere a acceso al conocimiento, sino porque supone cierta flexibilidad en los horarios de cursada y en los tiempos fijos de la presencialidad, lo que a su vez redundaría en los costos de traslado de las/os estudiantes.

De un modo u otro, la Política de Ingreso de la UNPilar pretende dar respuestas a aquellos aspectos que suelen funcionar como obstáculo o como variables expulsivas para proponer alternativas a fin de garantizar una educación de altísima calidad para todas/os. Por eso estas líneas de acción, además, supone revisar los modos de comunicar, de poner disponible la información crítica que un/a estudiante necesita para poder tomar decisiones en el curso de su carrera; analizar los procesos y las herramientas administrativas; contribuir a la conformación del oficio de estudiante universitario/a, no



dando por sentado que las/os estudiantes que concluyen sus estudios secundarios cuentan con el hábitus o con los conocimientos que se requieren para habitar y transitar este nuevo universo; propiciar el sentido de pertenencia a una comunidad -frente a los recorridos individuales y los espacios fríos e impersonales-, seguras/os de que los procesos de enseñanza-aprendizaje no son posibles por fuera de un entramado afectivizado; garantizar instrumentos y referentes que operen desde un lugar de andamiaje, siempre con miras a una autonomía creciente por parte de las/os estudiantes; y practicar una permanente reflexión crítica y colectiva en relación con nuestros desempeños.

Otra línea estratégica que conforman la política de acompañamiento a las y los estudiantes se materializa en tres equipos de trabajo dependientes de la Dirección de Gestión Estudiantil: Atención a Estudiantes, Profesoras/es Referentes Pedagógicas/os y Orientación Estudiantil.

El Equipo de Atención a Estudiantes tiene como propósito central orientar y brindar respuesta a las dudas o dificultades que puedan surgir a lo largo de las trayectorias académicas. Se trata de una tarea que trasciende lo meramente administrativo o burocrático, para asumir una dimensión profundamente humana y pedagógica. Su labor implica acompañar a las y los estudiantes en la identificación y resolución de obstáculos, garantizar el acceso a información crítica de manera clara y oportuna, y propiciar vínculos de cercanía y confianza. En muchos casos, este acompañamiento requiere la articulación con otros sectores de la universidad, entendida no desde la lógica de la derivación —que tiende a fragmentar los procesos y a clausurar los problemas—, sino desde una perspectiva de co-responsabilidad institucional y trabajo colaborativo.

Entre las acciones que contribuyen a favorecer la permanencia estudiantil pueden mencionarse la flexibilización en los cambios de comisión, la adecuación de propuestas de cursada ante modificaciones en las condiciones laborales o personales de las y los estudiantes, y la búsqueda de soluciones específicas frente a situaciones de vulnerabilidad. Estas medidas adquieren particular relevancia en el actual contexto socioeconómico del país, caracterizado por altos niveles de incertidumbre, que impactan de modo directo en la continuidad de los estudios. En este sentido, la universidad no puede



pensarse como una entidad aislada, sino como parte del entramado comunitario y social del que forma parte.

El dispositivo cuenta, además, con distintos canales de comunicación —atención presencial, telefónica y por correo electrónico— que garantizan la accesibilidad y la respuesta efectiva a las consultas y gestiones estudiantiles. No se trata solo de asegurar la existencia de esos canales, sino de garantizar su funcionamiento eficiente y la celeridad en los tiempos de respuesta, elementos que inciden directamente en la experiencia institucional de las y los estudiantes.

Asimismo, el Equipo de Atención a Estudiantes se constituye como un espacio estratégico para la identificación de oportunidades de mejora institucional, a partir de la detección de problemáticas recurrentes o casos reiterados que evidencian la necesidad de revisar procedimientos, normas o prácticas de la vida universitaria.

Por su parte, la universidad acompaña a las y los estudiantes ingresantes a través de la figura de las y los Referentes Pedagógicos, docentes que asumen el seguimiento académico de grupos de ingresantes, con el objetivo de favorecer su inclusión y permanencia. Este rol se sustenta en el compromiso de pensarse, ante todo, como garantes de derechos. Reconocer que la vulneración de un derecho puede desencadenar la afectación de otros implica asumir una mirada integral y humanizadora sobre las trayectorias estudiantiles. En este sentido, las desigualdades económicas, sociales o en términos de capital cultural han condicionado históricamente el acceso y la permanencia en el nivel superior. Defender el derecho a la educación, por tanto, supone velar por el conjunto de derechos que posibilitan su ejercicio efectivo y sostener políticas institucionales que acompañen las diversas realidades de quienes eligen formarse en la Universidad Nacional de Pilar. Ello requiere una mirada integral, humanitaria y situada sobre las personas que ingresan a la Universidad.

Supone, asimismo repensar los preconceptos y expectativas que solemos tener en relación con las y los estudiantes ingresantes a este nivel. ¿Qué idea tenemos del “estudiante universitario promedio o ideal”? Como ya se indicara más arriba, muchos de



esos conocimientos y habilidades con que esperamos que cuente un/a estudiante (o que necesita para poder transitar satisfactoriamente sus estudios) no siempre vienen dados ni aparecen en ellas/os mágicamente por el solo hecho de haberse inscripto en una universidad. Será función entonces de las/os referentes pedagógicas/os en particular y de las/os docentes en general propiciar esos recursos y aprendizajes que ayudarán a las/os estudiantes ingresantes a constituirse en estudiantes universitarias/os plenas/os.

Asimismo, será parte del rol oficial de puente entre el nivel secundario y el universitario. ¿Qué cambios supone, para un/a estudiante, ese pasaje? ¿Qué andamios pueden facilitar ese tránsito? No se trata de pensar los procesos educativos desde una mirada asistencialista ni facilista; se trata, por el contrario, de contribuir con hechos concretos a la democratización de los estudios universitarios; de brindar condiciones equitativas de oportunidad que contribuyan a achicar las brechas de las desigualdades; y de ofrecer todos los medios a nuestro alcance para que las y los estudiantes ingresantes desarrollen y/o afiancen la autonomía y confianza en sí mismas/os que les permita concluir sus carreras y desempeñarse como profesionales idóneos en sus campos de conocimiento. Esto abarca el diseño de estrategias de terminalidad sobre el nivel precedente para acompañar a las/os estudiantes que, al momento de la preinscripción, aún adeuden materias del nivel secundario y que por tal motivo no logren presentar el certificado de estudios correspondiente en el momento de la inscripción.

Asimismo, la labor de los/as referentes pedagógicos/as implica el diseño de estrategias de acompañamiento personalizadas, partiendo de la premisa de que no resulta ni posible ni deseable implementar intervenciones masivas orientadas a un sujeto promedio. Cada estudiante constituye un caso singular, con un recorrido académico y vital particular, lo que representa un desafío significativo para la acción pedagógica. Por ejemplo, uno de los principales indicadores utilizados para evaluar la trayectoria estudiantil es el porcentaje de ausentismo; en función de ello, se ha decidido contactar individualmente a quienes se encuentran en riesgo de perder la regularidad. Estos contactos han evidenciado situaciones sumamente diversas: ingresantes con problemas de salud que no solicitaron orientación a sus docentes sobre la posibilidad de reincorporarse o desconocían que podían justificar sus ausencias mediante certificado médico; mujeres cuyos compañeros



reaccionaron de manera violenta frente a su decisión de iniciar estudios, obstaculizando recurrentemente su asistencia a clase; y estudiantes que perdieron sus empleos y carecen de recursos para costear viáticos. En relación con este último aspecto, la política de acompañamiento incluye medidas vinculadas a la Política de Ingreso, orientadas a facilitar el acceso a las distintas sedes universitarias. Para tal fin, la Universidad ha establecido convenios con la Secretaría de Transporte del Municipio que buscan garantizar la frecuencia de determinadas líneas de colectivo, modificar recorridos, extender la disponibilidad horaria del servicio y ofrecer unidades con combinaciones entre líneas sin costo adicional para las/os estudiantes.

Por último, el equipo de Orientación Estudiantil ha sido estratégico para poder construir una universidad cada vez más inclusiva. Pensar que no existe un “tipo de estudiante” al que van dirigidos nuestros esfuerzos sino que en el aula tenemos “estudiantes de diferente tipo”, es uno de los mayores desafíos de nuestro tiempo y de los más gratificantes, porque habla también de todas/os aquellas/os que hoy llegan a la universidad y que antes se quedaban en el camino. En este sentido, nuestra propuesta se basa en el enfoque del Diseño Universal de Aprendizaje (DUA), que concibe la diversidad como norma y que propone experiencias de enseñanza significativas, inclusivas y personalizadas desde el inicio. De este modo, no se necesita estar haciendo “adaptaciones” a los programas, las propuestas pedagógicas o a las condiciones edilicias para que algunas/os estudiantes “puedan encajar en el molde”; se trata, en cambio, de planificar desde el principio desde la diversidad para que todas/os puedan participar y aprender. Este enfoque se sostiene sobre la idea de que las barreras que enfrentan muchas/os estudiantes en su trayectoria académica no tienen que ver con sus capacidades sino con el diseño de las propuestas y de los espacios de aprendizaje. El equipo de Orientación Estudiantil junto con el equipo de Pedagogía Universitaria, se ocupa de generar los materiales y recorridos formativos, que permitan a las/os docentes incorporar esta perspectiva, ofreciendo así, también, un dispositivo de andamiaje y acompañamiento para las/os profesoras/es de la casa.

El equipo de Orientación Estudiantil, en este sentido, busca dar respuesta a una variedad de situaciones que también afecta a las trayectorias universitarias: problemáticas vinculadas a dificultades en las relaciones interpersonales o a la convivencia, situaciones de violencia de género, necesidades específicas por situaciones de salud, escenarios de



vulnerabilidad económica, entre otras. Para ello, además del trabajo con las/os estudiantes y con las/os docentes y coordinadoras/es de carrera, elabora estrategias de articulación con otras actorías institucionales tanto municipales, como provinciales, nacionales e internacionales.

Conclusiones

La experiencia de diseño e implementación de la Política de Ingreso de la Universidad Nacional de Pilar permite afirmar que garantizar el derecho a la educación superior implica mucho más que abrir las puertas de la universidad. Democratizar el acceso requiere construir condiciones reales para que las y los estudiantes no solo ingresen, sino que puedan permanecer, aprender y egresar en igualdad de oportunidades.

En ese sentido, la Política de Ingreso de la UNPilar se configura como una apuesta política, pedagógica y ética: política, porque redefine el sentido del ingreso al integrarlo a un proyecto institucional comprometido con la justicia social; pedagógica, porque reconoce la heterogeneidad de trayectorias y saberes con los que llegan las y los estudiantes; y ética, porque asume la responsabilidad colectiva de acompañar esos recorridos desde una mirada humana, situada y solidaria.

El trabajo desarrollado muestra que la inclusión no es un punto de llegada, sino un proceso en permanente construcción que interpela a toda la comunidad universitaria. Implica revisar nuestras prácticas docentes, administrativas y de gestión; repensar los modos de enseñar y de aprender; diseñar dispositivos institucionales flexibles, sensibles a las necesidades reales de las y los estudiantes; y sostener redes de acompañamiento que fortalezcan su sentido de pertenencia y su autonomía progresiva.

Del mismo modo, la articulación con el sistema educativo previo y la creación de espacios de vinculación con las escuelas del territorio expresan la convicción de que la universidad pública debe ser una institución abierta, comprometida con su comunidad y con las transformaciones sociales necesarias para construir un país más justo e igualitario.



En suma, la Política de Ingreso de la UNPilar busca consolidar una universidad que no reproduzca desigualdades, sino que las dispute; que no seleccione, sino que acompañe; que no mida el mérito en términos de privilegio, sino de esfuerzo compartido. Una universidad que conciba la inclusión no como un discurso, sino como una práctica cotidiana y transversal, capaz de transformar las trayectorias individuales y, con ellas, el destino colectivo.

BIBLIOGRAFIA

- Marquina, M. (2011). El ingreso a la universidad a partir de la reforma de los '90: las nuevas universidades del conurbano bonaerense. En N. Gluz (Ed.), *Admisión a la universidad y selectividad social: cuando la democratización es más que un problema de "ingresos"* (pp. 63-86). Universidad Nacional de General Sarmiento.
- Gluz, Néstor (2011) *"Admisión a la universidad y selectividad social: cuando la democratización es más que un problema de 'ingresos'"* (UNGS).
- Strah, M. (2018). Creación de universidades nacionales (2007-2015): reconfiguración del sistema de educación superior argentino. *Trayectorias Universitarias*, 4(7). <https://doi.org/10.24215/16696581e098>
- Rinesi, E. (2018). Conferencia de cierre del Primer Congreso Nacional "Las Ciencias Sociales a 100 años de la Reforma Universitaria", Fac. de Cs. Sociales, Universidad Nacional de Córdoba.
- Dede, C. (2006). A planning guide for migrating to a blended learning system. In B. H. Khan (Ed.), *The handbook of blended learning: Global perspectives and local designs* (pp. 58-75). Jossey-Bass.
- Sánchez, A. (2020). Desafíos de la hibridez: El modelo *blended learning* como innovación pedagógica. *Revista de Educación a Distancia*, 23(2), 11-25.
- CAST. (2018). *Pautas sobre el Diseño Universal para el Aprendizaje (DUA): Versión 2.2* (T. S. V. de D., Trad.). Norwood, MA: Author. [Originalmente publicado en 2011]
- Chiroleu, A. (2009). *Políticas de inclusión en la educación superior: un análisis comparado en el Cono Sur*. Buenos Aires: CLACSO.
- Krotzsch, P. (2001). *La universidad cautiva: la educación superior en la Argentina (1983-2000)*. Buenos Aires: FLACSO.



¿GREENWASHING Y SOSTENIBILIDAD PERFORMATIVA EN LAS CIUDADES LATINOAMERICANAS COMO EXPRESIÓN DE DISCURSOS SIN TRAZABILIDAD EN LAS POLÍTICAS PÚBLICAS AMBIENTALES?

Una reflexión crítica sobre los vacíos normativos, la legitimidad institucional y los retos de la gobernanza local

John Vicente Orbes Gómez⁵, Wilson Eduardo Romero Palacios⁶, Ingrid Vaneza Cañizares Narváez⁷

⁵Grupo de Investigación INGENIARSE. Director facultad de ingenierías, Docente investigador. MBA, Master en ecommerce y marketing.

<https://orcid.org/0009-0005-4455-6611>.

Corporación Universitaria Centro Superior, UNICUCES.

⁶Grupo de Investigación CONSTRUCECS. Vicerrector Académico. Doctor En Administración de Negocios. Contador Público. Docente Investigador.

<https://orcid.org/0000-0002-8107-3222>

Corporación Universitaria Centro Superior, UNICUCES

⁷Grupo de Investigación UNIRSE. Directora de Investigación. Mag. Dirección y Gestión de Proyectos.

<https://orcid.org/0000-0003-0401-9932>

Corporación Universitaria Centro Superior, UNICUCES

RESUMEN

En las últimas décadas, la sostenibilidad se ha consolidado como un eje estratégico en las agendas de gobiernos, empresas y organizaciones sociales. Sin embargo, este auge también ha favorecido el incremento del greenwashing, una práctica mediante la cual se proyecta una imagen ambientalmente responsable sin respaldo en acciones reales. Este fenómeno representa una amenaza para la efectividad de las políticas públicas, la confianza ciudadana y la inversión verde, especialmente en ciudades latinoamericanas donde persisten vacíos normativos, baja fiscalización institucional y escasa participación

⁵ dirindustrial@unicuces.edu.co: Grupo de Investigación CONSTRUCECS Cali, Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas, Programa de Contaduría Pública, MBA, Master en ecommerce y marketing UNIVERSIDAD INTERNACIONAL ISABEL I España, director facultad de ingenierías, Docente, director de aseguramiento interno de calidad UNICUCES

⁶ weromero@live.unicuces.edu.co: Grupo de Investigación CONSTRUCECS Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas, Programa de Contaduría Pública, Doctor En Administración de Negocios, (DBA) ATLANTIC INTERNATIONAL UNIVERSITY-AIU; Magíster En Gestión Empresarial, Especialista en Administración Estratégica del Control Interno y Contador Público UNIVERSIDAD LIBRE, Investigador Senior por MINCIENCIA. Líder del Grupo de Investigación CONSTRUCECS, Vicerrector Académico y director de Programa Académico de Contaduría Pública CORPORACION UNIVERSITARIA CENTRO SUPERIOR, UNICUCES

⁷ investigacion@unicuces.edu.co Grupo de Investigación UNIRSE. Ingeniera Agroforestal. Mag. (C) Dirección y Gestión de Proyectos. Universidad Americana de Europa. MBA. Dirección y Administración de Empresas. Mag. En Gestión y Dirección de Equipos. Universidad Internacional Isabel I de Castilla. Ingeniera Agroforestal. Universidad de Nariño. Directora de Investigación, CORPORACION UNIVERSITARIA CENTRO SUPERIOR, UNICUCES



comunitaria. El presente artículo tiene como objetivo analizar críticamente el impacto del greenwashing en los proyectos sostenibles urbanos, tomando como referencia el caso de Santiago de Cali, Colombia, y proponiendo recomendaciones estratégicas orientadas a fortalecer la rendición de cuentas en el ámbito local. La investigación se desarrolló bajo un enfoque cualitativo, con diseño documental y reflexivo. Se revisaron más de veinte fuentes académicas, normativas y estudios de caso producidos entre 2020 y 2025. El análisis se estructuró en cinco ejes temáticos: (i) conceptualización del greenwashing, (ii) estrategias comunicativas y percepción ciudadana, (iii) impactos éticos y reputacionales, (iv) herramientas metodológicas para su detección, y (v) estudios de caso internacionales y locales. Los hallazgos revelan que el greenwashing opera como una forma de sostenibilidad simbólica, sostenida por discursos institucionales que carecen de mecanismos de verificación, monitoreo técnico o auditoría social. El estudio destaca que normativas como el Acuerdo 470 de 2019, pese a su enfoque progresista, no contemplan cláusulas explícitas contra el greenwashing, lo que permite la apropiación simbólica del discurso ambiental sin transformación real. Se concluye que superar este fenómeno implica reformar los marcos regulatorios, implementar auditorías externas, diseñar indicadores adaptados a los territorios y promover observatorios urbanos de sostenibilidad auténtica. Estas acciones permitirían construir modelos de gobernanza ambiental más éticos, transparentes y participativos, necesarios para alcanzar una sostenibilidad urbana genuina.

Palabras clave: greenwashing, sostenibilidad urbana, gobernanza ambiental, políticas públicas, rendición de cuentas, Cali.

Abstract

In recent decades, sustainability has become a strategic axis in the agendas of governments, businesses, and civil society organizations. However, this growing focus has also contributed to the spread of greenwashing—a practice through which an environmentally responsible image is projected without real action to support it. This phenomenon poses a serious threat to the effectiveness of public policies, citizen trust, and responsible investment, particularly in Latin American cities where regulatory gaps, weak institutional oversight, and limited community participation persist. This article aims to critically analyze the impact of greenwashing on urban sustainability projects, with a special focus on the case of Santiago de Cali, Colombia, and to propose strategic



recommendations to strengthen accountability mechanisms at the local level. This research adopts a qualitative, documentary, and reflective approach. More than twenty academic sources, legal documents, and case studies published between 2020 and 2025 were reviewed. The analysis is organized around five thematic axes: (i) conceptual framework of greenwashing, (ii) communicative strategies and citizen perception, (iii) ethical and reputational impacts, (iv) tools and methodologies for detection, and (v) international and local case studies. The findings reveal that greenwashing operates as a form of symbolic sustainability, promoted through institutional discourse lacking verification mechanisms, technical monitoring, or social auditing. The study highlights that regulations such as Agreement 470 of 2019, despite their progressive vision, fail to include explicit clauses to prevent greenwashing, thus allowing for the symbolic appropriation of environmental discourse without substantive transformation. It concludes that overcoming this phenomenon requires reforming legal frameworks, implementing independent audits, designing context-sensitive sustainability indicators, and promoting urban observatories of authentic sustainability. These measures would support the construction of more ethical, transparent, and participatory models of environmental governance—essential for achieving genuine urban sustainability.

Keywords: greenwashing, urban sustainability, environmental governance, public policy, accountability, Cali.

INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas, el discurso de la sostenibilidad se ha convertido en un eje estratégico para gobiernos, empresas y organizaciones sociales que buscan proyectar compromiso ambiental y responsabilidad social. Sin embargo, este auge también ha dado lugar a prácticas engañosas como el greenwashing, definido como la adopción de símbolos, narrativas o campañas publicitarias verdes sin una correspondencia real con acciones sostenibles (Delmas & Burbano, 2011). Esta estrategia, cada vez más sofisticada, representa una amenaza significativa para la consolidación de políticas públicas eficaces, la confianza ciudadana y la inversión responsable, especialmente en contextos urbanos de países en desarrollo como Colombia.



Diversos estudios han advertido que el greenwashing genera distorsiones graves en la percepción pública y en los mecanismos de evaluación de iniciativas sostenibles (Zhang et al., 2023; Pumasunco Rivera, 2025). Estas distorsiones dificultan la participación ciudadana, socavan la legitimidad institucional y permiten que actores públicos y privados se apropien del lenguaje ambiental con fines reputacionales más que transformadores (González-Padilla et al., 2022; OpenEdition, 2023). En este sentido, el fenómeno no solo se reduce a un problema de comunicación o marketing, sino que compromete la integridad de las políticas urbanas y la equidad socioambiental.

Autores como Rojas Ramírez, J. J. P. (2025) advierten que el greenwashing transforma los instrumentos de planificación pública en dispositivos simbólicos vacíos, generando una “sustentabilidad superficial” desconectada de las necesidades reales de las comunidades. En la misma línea, Salazar, G. M., Reyes, H. R. C., & Mejía, V. M. C. (2024). señala que, al ocultar prácticas extractivas bajo un lenguaje verde institucionalizado, esta estrategia no solo desinforma, sino que legitima estructuras de poder opacas y debilita el control ciudadano sobre las decisiones urbanas.

La situación se agrava cuando las normativas locales no contemplan mecanismos eficaces de seguimiento o penalización. En el caso colombiano, por ejemplo, el Acuerdo 470 de 2019, por medio del cual se establece la política pública de seguridad alimentaria y nutricional del municipio de Santiago de Cali (Alcaldía de Cali, 2019), constituye un referente normativo progresista en materia de sostenibilidad urbana. No obstante, dicho acuerdo carece de mecanismos de verificación, seguimiento ciudadano o control institucional que permitan garantizar la coherencia entre el discurso ambiental y su implementación real. Esta omisión normativa permite que ciertos actores institucionales se apropien del lenguaje sostenible sin generar transformaciones estructurales, contribuyendo a la reproducción de dinámicas de greenwashing en el nivel local.

En este contexto, surge la pregunta problemática que orienta esta reflexión: ¿Cómo el greenwashing, como forma de sostenibilidad performativa, afecta la legitimidad institucional, la efectividad normativa y la percepción ciudadana en la implementación de políticas públicas ambientales en contextos urbanos? Esta interrogante cobra relevancia ante la urgencia de repensar las estrategias de sostenibilidad urbana desde una lógica que no solo sea declarativa, sino también verificable, ética y territorialmente coherente.



A pesar del creciente número de investigaciones, aún persisten vacíos sobre cómo el greenwashing impacta específicamente los procesos de transformación urbana en ciudades intermedias de América Latina. Resulta fundamental, entonces, desarrollar estudios que articulen dimensiones éticas, comunicativas y normativas, con el fin de avanzar en criterios más rigurosos de rendición de cuentas y en estrategias de monitoreo participativo que fortalezcan la sostenibilidad real.

En este artículo se propone un análisis crítico del greenwashing y su influencia en los proyectos urbanos sostenibles, tomando como referencia estudios internacionales recientes y el caso particular de la ciudad de Cali. El propósito es reflexionar sobre las implicaciones éticas, sociales y políticas de este fenómeno, identificar sus mecanismos discursivos y estructurales, y aportar elementos para el fortalecimiento de políticas públicas que promuevan una sostenibilidad genuina y verificable.

METODOLOGÍA

Este artículo se desarrolla bajo un enfoque cualitativo, con diseño documental analítico y reflexivo, sustentado en la revisión sistemática de literatura académica, documentos normativos y estudios de caso relevantes al fenómeno del greenwashing en contextos urbanos. La metodología se orienta a construir una reflexión crítica fundamentada en categorías teóricas, institucionales y comunicativas, con énfasis en los impactos del greenwashing sobre la sostenibilidad real en ciudades de América Latina, particularmente en Santiago de Cali, Colombia.

El corpus de análisis estuvo compuesto por más de veinte fuentes académicas publicadas entre 2020 y 2025, incluyendo artículos indexados, ensayos científicos, tesis de maestría, informes de organismos oficiales y publicaciones especializadas. Entre las fuentes clave se destacan los trabajos de Vieira Salazar y Echeverri Rubio (2024), Pumasunco Rivera (2025), Free, Jones y Tremblay (2024), Zhang et al. (2023), y Rojas (2025), los cuales abordan el greenwashing desde enfoques bibliométricos, narrativos, económicos, éticos y políticos.

Para la selección de fuentes se establecieron criterios de inclusión como: pertinencia temática (centrada en greenwashing, sostenibilidad urbana y percepción ciudadana), actualidad (fuentes del periodo 2020–2025), y enfoque territorial (con prioridad en América Latina). Se excluyeron documentos sin respaldo académico o sin referencia al contexto urbano. Asimismo, se incorporaron documentos normativos como el Acuerdo 470 de 2019



del Concejo de Cali (Concejo Municipal de Santiago de Cali, 2019), con el fin de contrastar el discurso institucional con los hallazgos de la literatura científica.

El proceso analítico se organizó en torno a cinco ejes temáticos, contruidos a partir de la literatura revisada: (i) marco conceptual del greenwashing, (ii) estrategias comunicativas y percepción del consumidor, (iii) impactos éticos y reputacionales, (iv) herramientas metodológicas para su detección, y (v) estudios de caso internacionales y locales. Esta organización permitió sistematizar la información, identificar patrones discursivos, establecer relaciones entre variables críticas y construir una narrativa argumentativa con base en evidencias empíricas y normativas.

El análisis se desarrolló con una perspectiva crítica, en la que se privilegiaron enfoques reflexivos sobre la sostenibilidad urbana, el poder simbólico del lenguaje ambiental, la legitimidad institucional y la participación ciudadana, reconociendo que el greenwashing no solo afecta la percepción pública, sino que también puede generar efectos estructurales en los procesos de formulación de políticas y en la distribución equitativa de beneficios socioambientales (Garzón-Jiménez et al., 2021; Salazar, G. M., Reyes, H. R. C., & Mejía, V. M. C. (2024); JCOMAL, 2024).

Resultados

Eje 1. Marco conceptual del greenwashing

El greenwashing ha evolucionado desde una práctica publicitaria ocasional hasta convertirse en una estrategia sistemática de posicionamiento institucional, especialmente en contextos donde la sostenibilidad representa un valor reputacional clave. El término fue originalmente conceptualizado por Delmas y Burbano (2011) como una “distorsión voluntaria de la imagen ambiental de una organización mediante acciones de comunicación sin respaldo en su gestión interna”, lo que pone en evidencia su carácter manipulador.

Una revisión sistemática realizada por De Freitas Netto et al. (2020) permite comprender que el greenwashing no debe ser abordado únicamente como una práctica aislada o malintencionada, sino como un fenómeno multiforme y estructural que adopta diversas estrategias discursivas, simbólicas y operativas. Los autores identifican al menos seis formas distintas de greenwashing, desde el uso de etiquetas vagas o confusas hasta la exageración de impactos ambientales, lo que demuestra la complejidad para detectarlo y

regularlo efectivamente. Esta clasificación revela que, más allá de ser una simple herramienta de marketing, el greenwashing actúa como una tecnología de poder simbólico que se adapta a distintos sectores, contextos regulatorios y niveles institucionales. En contextos como el latinoamericano, donde persisten vacíos legales y débil capacidad de fiscalización, estas formas de greenwashing tienden a institucionalizarse, afectando tanto la gobernanza ambiental como la percepción ciudadana sobre la sostenibilidad urbana, como se puede apreciar en la Tabla 1 a continuación.

Tabla 1.

Formas comunes de greenwashing según De Freitas Netto et al. (2020)

Forma de greenwashing	Descripción
Vaguedad	Uso de términos amplios o ambiguos como “ecoamigable” sin criterios definidos.
Irrelevancia	Presentar atributos ambientales que no son significativos o ya requeridos por ley.
Falsedad	Afirmaciones completamente falsas o engañosas sobre sostenibilidad.
Desproporción	Exagerar logros ambientales para ocultar impactos negativos mayores.
Distracción	Focalizar en un aspecto ambiental positivo para desviar la atención de problemas estructurales.
Ausencia de prueba	Falta de evidencia verificable que respalde los reclamos ecológicos.

Fuente: Adaptado de De Freitas Netto, S. V., et al. (2020). Conceptos y formas de greenwashing: una revisión sistemática. *Environmental Sciences Europe*, 32(19).

A medida que el discurso ecológico ha ganado centralidad en agendas públicas y privadas, el greenwashing se ha sofisticado y normalizado. En América Latina, estudios recientes demuestran que esta práctica no es marginal, sino estructural. Pumasunco Rivera (2025) sostiene que muchas empresas e instituciones de la región desarrollan campañas orientadas a simular responsabilidad social y ambiental, sin alterar realmente sus procesos productivos o sus lógicas extractivas. Esta situación plantea una paradoja: mientras más se visibiliza el lenguaje verde, menor es su capacidad transformadora si no va acompañada de acciones verificables.

De acuerdo con Vieira Salazar y Echeverri Rubio (2024), el greenwashing genera efectos nocivos sobre la confianza ciudadana y debilita la percepción de transparencia



institucional, afectando directamente la credibilidad de políticas ambientales. A través de un análisis bibliométrico y narrativo, los autores identifican una expansión del fenómeno en sectores estratégicos como el financiero y el extractivo, donde la falta de verificación externa facilita la simulación de sostenibilidad.

La literatura también subraya que el greenwashing tiene implicaciones en la configuración misma de la política pública. Rojas (2025), por ejemplo, advierte que esta práctica no solo erosiona la percepción ciudadana, sino que transforma los instrumentos de planificación en espacios simbólicos vacíos, promoviendo lo que denomina una “sustentabilidad superficial”, desconectada de las necesidades reales de las comunidades.

Además, Free, Jones y Tremblay (2024) proponen una solución estructural para enfrentar este fenómeno: incorporar mecanismos obligatorios de verificación externa o sustainability assurance, que validen de manera independiente la coherencia entre discurso y acción ambiental. Esta propuesta ha ganado fuerza entre organismos internacionales y redes académicas que promueven la rendición de cuentas ambiental.

En suma, este eje evidencia que el greenwashing es un fenómeno multicausal y de alto impacto, que opera tanto a nivel discursivo como institucional, afectando la forma en que se entienden, implementan y legitiman las acciones de sostenibilidad. Su conceptualización, por tanto, no puede limitarse al ámbito comunicacional, sino que debe incluir dimensiones éticas, económicas, legales y territoriales.

Eje 2. Estrategias comunicativas y percepción del consumidor

Uno de los componentes más visibles del greenwashing se manifiesta en el campo de la comunicación institucional y el marketing ecológico. Las organizaciones tanto públicas como privadas han adoptado una estética verde compuesta por colores, imágenes naturales, eslóganes ambientales y lenguaje técnico-sostenible, con el fin de proyectar una imagen comprometida con el medio ambiente, independientemente de la realidad de sus prácticas (González-Padilla, Aguado-Gómez & González-López, 2022). Esta estrategia discursiva está orientada a influir en la percepción del consumidor y del ciudadano, manipulando emociones asociadas a la responsabilidad ambiental y generando confianza infundada.

Zhang, Wang y Sun (2023) demuestran que este tipo de comunicación ambiental puede alterar significativamente las decisiones de inversión en proyectos sostenibles, dado que



los actores económicos tienden a confiar en indicadores visuales y narrativos sin una verificación técnica de fondo. En este sentido, el greenwashing no solo distorsiona el juicio del consumidor individual, sino que interfiere con las dinámicas de formulación y evaluación de políticas públicas locales.

Desde una perspectiva latinoamericana, Pumasunco Rivera (2025) sostiene que los consumidores peruanos cada vez más informados y críticos han empezado a rechazar marcas que utilizan el discurso verde sin respaldo, lo que revela un aumento en la conciencia ciudadana sobre la autenticidad ecológica. Sin embargo, esta resistencia no siempre es suficiente para contrarrestar la efectividad de las campañas verdes engañosas, especialmente en contextos donde no existen marcos regulatorios que obliguen a sustentar las afirmaciones sostenibles.

La literatura también resalta cómo la sobreexposición a mensajes falsamente verdes genera escepticismo, desconfianza institucional y desmovilización social. Gutiérrez (2021) advierte que cuando las promesas ecológicas no se cumplen, se produce una erosión reputacional que afecta no solo a la empresa emisora del mensaje, sino a todo el ecosistema de sostenibilidad en el que participa. Esto ha sido confirmado por investigaciones desarrolladas en Europa y América Latina, donde la participación comunitaria en proyectos urbanos verdes disminuye cuando se percibe incoherencia entre el discurso institucional y los resultados visibles (Universidad de Alcalá, 2022; UCAL, 2023).

El papel de la comunicación visual también ha sido objeto de estudio. González-Padilla et al. (2022) identifican el uso deliberado de símbolos como hojas, gotas de agua o tonos verdes en campañas publicitarias que buscan generar una asociación emocional con lo ambiental, aun cuando las prácticas corporativas no cambien. Esta manipulación gráfica es particularmente eficaz en contextos urbanos donde los ciudadanos están expuestos constantemente a estímulos visuales, y donde el procesamiento crítico de la información se ve limitado por el exceso de datos o la falta de información técnica accesible.

Por último, OpenEdition (2023) destaca que el consenso social y la legitimidad institucional son pilares fundamentales para sostener proyectos urbanos sostenibles. Cuando la comunicación verde no está acompañada de participación ciudadana y transparencia, se convierte en una herramienta simbólica vacía, funcional al greenwashing. La confianza



social, por tanto, no depende solo de la estética del mensaje, sino de la coherencia entre discurso, acción y resultados verificables.

En resumen, este eje evidencia que las estrategias comunicativas del greenwashing son altamente eficaces en la construcción de percepciones positivas, pero a la vez profundamente nocivas para la legitimidad de las iniciativas sostenibles. La manipulación discursiva afecta la toma de decisiones, debilita la participación ciudadana y crea un entorno de sospecha que compromete la viabilidad de la sostenibilidad urbana real.

Eje 3. Impactos éticos y reputacionales del greenwashing

El greenwashing no solo representa una distorsión en la comunicación institucional, sino que implica profundas consecuencias éticas y reputacionales tanto para las organizaciones como para los marcos normativos que buscan promover la sostenibilidad. En este sentido, diversos estudios han documentado cómo las afirmaciones ambientales infundadas pueden afectar negativamente la percepción pública, la legitimidad de las entidades emisoras y la efectividad de las políticas públicas que se pretenden implementar en contextos urbanos.

Desde una perspectiva económica, Yu, Du y Yan (2024) sostienen que el greenwashing altera los incentivos del mercado, al permitir que empresas sin compromiso real con la sostenibilidad obtengan ventajas competitivas, accedan a capital verde o se posicionen en rankings reputacionales. Esta situación genera una asignación ineficiente de recursos, donde las inversiones que deberían dirigirse a iniciativas ambientalmente responsables terminan desviadas hacia propuestas con fachada ecológica. Como resultado, los proyectos verdaderamente transformadores son desplazados por propuestas oportunistas, debilitando el ecosistema de innovación sostenible.

A nivel financiero, estudios como los de Zhang, Yang y Wang (2024) demuestran que las organizaciones que inflan sus reportes de sostenibilidad pueden generar valor bursátil artificial en el corto plazo, pero enfrentan riesgos reputacionales severos en el mediano y largo plazo. Esta volatilidad financiera es especialmente crítica en el caso de fondos de inversión ambientalmente responsables, que ven comprometida su credibilidad y rentabilidad cuando se asocian con iniciativas marcadas por el greenwashing.

El impacto ético también es considerable. Garzón-Jiménez et al. (2021) encontraron que, en América Latina, incluso las empresas con altos compromisos en sostenibilidad no



logran reducir el costo de su capital si existen sospechas de greenwashing, lo que indica una pérdida de confianza estructural en los mecanismos de autorregulación. Este escepticismo se agrava cuando se evidencian discrepancias entre el discurso ambiental de una organización y sus efectos concretos sobre comunidades y territorios vulnerables.

Rojas (2025), en un análisis crítico sobre procesos de gentrificación verde en entornos rurales y periurbanos, afirma que muchas iniciativas presentadas como sustentables en realidad ocultan procesos de expulsión de comunidades tradicionales y de apropiación territorial por actores con poder económico. Bajo esta lógica, el greenwashing no solo constituye una falta ética, sino un mecanismo de reproducción de desigualdades sociales y de violencia simbólica, al disfrazar como “progreso” acciones que profundizan la exclusión.

En Colombia, el caso documentado por Salazar, G. M., Reyes, H. R. C., & Mejía, V. M. C. (2024) sobre la industria minera del carbón ilustra cómo el greenwashing ha sido utilizado como una herramienta estratégica para desactivar críticas sociales y legitimar operaciones ambientalmente dañinas. A través de reportes corporativos cuidadosamente elaborados, estas empresas han proyectado una imagen de responsabilidad ambiental que no se corresponde con la degradación ecológica real ni con las afectaciones a las comunidades locales, especialmente en zonas urbanas y periurbanas sensibles.

Esta instrumentalización del discurso sostenible pone en jaque el principio de accountability institucional, entendido como la obligación de rendir cuentas de manera transparente ante la ciudadanía. La ausencia de mecanismos eficaces de verificación, auditoría ambiental o participación comunitaria facilita la perpetuación de narrativas engañosas, al tiempo que limita las posibilidades de exigibilidad social.

En referencia a las brechas en la regulación nacional frente al greenwashing en Colombia, existen normas nacionales que, si bien establecen principios de sostenibilidad y transición ecológica, no contemplan herramientas específicas para identificar ni sancionar el greenwashing. Por ejemplo, la Ley 99 de 1993, considerada el pilar del sistema ambiental colombiano, no prevé mecanismos de fiscalización simbólica ni protección al consumidor frente a afirmaciones ambientales engañosas (Congreso de Colombia, 1993). De manera similar, la Ley 1715 de 2014 y la Ley 1900 de 2018, aunque promueven prácticas sostenibles en energía y movilidad, son susceptibles de ser instrumentalizadas discursivamente por



instituciones y empresas sin verificar resultados reales (Congreso de Colombia, 2014; Congreso de Colombia, 2018). Asimismo, políticas como el Conpes 3700 de 2011 o el actual Plan Nacional de Desarrollo 2022–2026 refuerzan el lenguaje verde desde el Estado, pero carecen de cláusulas que impidan su uso como retórica de legitimación sin transformación estructural (DNP, 2011; DNP, 2022). Esta omisión se traduce en una sostenibilidad declarativa, sin trazabilidad técnica ni auditoría ciudadana, lo que favorece la reproducción del greenwashing como práctica sistémica.

A nivel local, el caso del Acuerdo 470 de 2019 del Concejo de Cali es paradigmático. Aunque dicho instrumento promueve principios de sostenibilidad y seguridad alimentaria, no establece criterios técnicos ni mecanismos de seguimiento para garantizar que las acciones propuestas se correspondan con los objetivos declarados (Concejo Municipal de Santiago de Cali, 2019). Esta omisión normativa permite que actores institucionales o privados se apropien del discurso verde sin transformar de fondo las dinámicas socioambientales de la ciudad.

Es así como, el greenwashing constituye una amenaza ética y reputacional de alto impacto, pues erosiona la confianza en los actores institucionales, distorsiona los incentivos del mercado sostenible y debilita el vínculo entre ciudadanía y gobernanza ambiental. Para superarlo, es indispensable avanzar hacia marcos normativos que garanticen la transparencia, promuevan la auditoría independiente y fortalezcan la rendición de cuentas con participación ciudadana real.

Frente a esta fragilidad institucional que caracteriza a muchos marcos normativos locales en América Latina, la experiencia de la Unión Europea ofrece un referente valioso. San Martín Calvo (2024) analiza cómo este bloque ha avanzado hacia un enfoque regulatorio riguroso para combatir el greenwashing, a través de normativas como la Directiva 2024/825 sobre transición ecológica y la propuesta de Directiva sobre Alegaciones Medioambientales. Estas disposiciones buscan garantizar que las afirmaciones ambientales sean verificables, específicas y respaldadas por pruebas, limitando el uso de etiquetas ambiguas como “ecoamigable” o “verde” sin sustento técnico. Esta estrategia normativa refuerza la rendición de cuentas de las empresas, protege a los consumidores frente a la desinformación verde, y constituye un ejemplo de gobernanza ambiental avanzada que podría adaptarse progresivamente a contextos locales como el colombiano.



Eje 4. Herramientas y metodologías para identificar el greenwashing

Uno de los desafíos centrales en la lucha contra el greenwashing es la ausencia de mecanismos metodológicos sólidos y ampliamente aceptados que permitan diferenciar las prácticas sostenibles genuinas de aquellas que solo adoptan una imagen verde por conveniencia reputacional. Si bien el fenómeno ha sido ampliamente diagnosticado en la literatura, su detección y evaluación siguen siendo tareas complejas, especialmente en contextos donde no existe transparencia institucional ni acceso a datos verificables.

Tradicionalmente, el análisis del greenwashing se ha basado en la comparación entre el discurso organizacional y la evidencia empírica de acciones sostenibles. Sin embargo, este enfoque manual, centrado en la lectura crítica de informes y campañas, ha demostrado limitaciones por su carácter subjetivo y dependiente del juicio experto. En respuesta a ello, investigaciones recientes han comenzado a explorar metodologías más sistemáticas y tecnológicamente avanzadas.

Gorovaia y Makrominas (2024) proponen el uso de herramientas de procesamiento de lenguaje natural (PLN) para analizar los informes de responsabilidad social corporativa. Mediante el uso de inteligencia artificial, es posible detectar patrones lingüísticos asociados a un tono excesivamente optimista, a la ambigüedad semántica o al uso de vocabulario técnico sin respaldo empírico. Este enfoque permite construir diagnósticos más objetivos y replicables, especialmente útiles para auditores, investigadores y organismos reguladores que buscan establecer estándares comparables entre empresas.

Otra propuesta metodológica relevante es la de Asif et al. (2024), quienes diseñan un marco de indicadores para evaluar la autenticidad de las prácticas sostenibles corporativas. Este marco contempla tres dimensiones clave: (i) la coherencia entre el discurso y las acciones verificables, (ii) la trazabilidad de las inversiones hacia actividades ambientalmente responsables, y (iii) el grado de participación comunitaria en la implementación de los proyectos. Esta metodología resulta particularmente pertinente en el análisis de proyectos urbanos, donde la sostenibilidad se proyecta no solo desde lo técnico, sino también desde lo social y lo simbólico.

A nivel más amplio, Free, Jones y Tremblay (2024) insisten en la necesidad de institucionalizar la sustainability assurance, es decir, mecanismos de verificación externa de los informes de sostenibilidad, realizados por entidades independientes. Este tipo de



auditoría ambiental permite reducir el margen de discrecionalidad de las empresas, al tiempo que fortalece la confianza pública y la rendición de cuentas. No obstante, su implementación en países latinoamericanos enfrenta barreras relacionadas con la debilidad institucional, la falta de legislación específica y la resistencia de actores económicos consolidados.

En el plano académico, JCOMAL (2024) advierte que las investigaciones sobre greenwashing también están condicionadas por la opacidad de los datos institucionales. Muchas veces, las universidades y centros de investigación no tienen acceso abierto a los documentos internos de las empresas o entidades públicas, lo que limita su capacidad de análisis profundo. Esta falta de transparencia afecta no solo la calidad de la investigación científica, sino también la posibilidad de generar auditoría social desde la ciudadanía.

A nivel local, la carencia de herramientas específicas para monitorear y verificar la sostenibilidad urbana ha sido identificada como una brecha estructural. García Muñoz (2023), en su estudio sobre proyectos verdes en Cali, señala que muchas iniciativas carecen de indicadores claros y mecanismos de seguimiento, lo que permite que el lenguaje verde se utilice como un recurso autopromocional sin consecuencias regulatorias. Esta situación se replica en otras ciudades de América Latina, donde la planificación urbana verde suele sustentarse más en lo declarativo que en lo operativo.

En consecuencia, el desarrollo de metodologías rigurosas, adaptadas a los contextos urbanos del Sur Global, se convierte en una prioridad tanto académica como institucional. La integración de tecnologías como la inteligencia artificial, el diseño de marcos de indicadores contextualmente relevantes y el fortalecimiento de las capacidades de auditoría ciudadana son elementos clave para desmontar el greenwashing y avanzar hacia una sostenibilidad auténtica, ética y transformadora.

Eje 5. Estudios de caso internacionales y lecciones aplicables a Cali

El análisis de casos concretos permite evidenciar cómo opera el greenwashing en distintos contextos y sectores estratégicos, proporcionando aprendizajes clave para la formulación de políticas públicas y el fortalecimiento de mecanismos de control en ciudades como Cali. Estos estudios no solo revelan la sofisticación de las prácticas engañosas, sino también las debilidades estructurales de los marcos regulatorios que permiten su proliferación.



Uno de los casos más documentados en América Latina es el de la mina El Cerrejón, en Colombia, analizado por Medina Salazar, Cante Reyes y Cáceres Mejía (2024). En este estudio se revela cómo la empresa proyecta una imagen de compromiso ambiental mediante informes de sostenibilidad altamente elaborados, pero con evidencias empíricas que demuestran un impacto socioambiental negativo en la región de La Guajira. La investigación concluye que existe una “disociación estratégica” entre el discurso corporativo y la realidad del territorio, sostenida por una narrativa verde cuidadosamente diseñada para neutralizar críticas y legitimar operaciones extractivas. Este tipo de greenwashing estructural opera a gran escala y afecta directamente la percepción institucional, el diseño de políticas públicas y los procesos de justicia ambiental.

Desde el ámbito urbano, OpenEdition (2023) analiza varios proyectos europeos de renovación ecológica y concluye que la sostenibilidad solo puede sostenerse cuando existe una legitimidad institucional fundada en el consenso comunitario. La falta de participación ciudadana y la imposición de discursos verdes sin anclaje local son elementos comunes que, lejos de fortalecer la sostenibilidad urbana, la convierten en una narrativa simbólica funcional al marketing político y empresarial.

Otro caso destacado es el de Lima, Perú, documentado por la Universidad de Ciencias y Artes de América Latina UCAL (2023), donde se identifican varios proyectos municipales que, aunque promocionados como ambientalmente responsables, presentan déficits en transparencia, ausencia de evaluación independiente y escasa inclusión de las comunidades vulnerables. La investigación pone de manifiesto que, en ausencia de mecanismos de auditoría social, las narrativas institucionales tienden a desbordarse en promesas vacías, reforzando el fenómeno del greenwashing urbano.

En el contexto español, la Universidad de Alcalá (2022) muestra cómo la legitimidad de los proyectos sostenibles depende de la interacción constante entre gobierno local, ciudadanía y expertos técnicos. Cuando estos elementos se disocian, la sostenibilidad pierde su dimensión transformadora y se reduce a un enunciado normativo sin eficacia práctica.

En el plano local, el caso de Cali resulta paradigmático. La tesis de García Muñoz (2023) identifica una brecha significativa entre el discurso institucional que promueve proyectos urbanos “verdes” y la realidad de su implementación. Su estudio revela la falta de

indicadores de seguimiento, la desconexión con las necesidades sociales reales y la débil articulación interinstitucional como factores que permiten que el lenguaje verde sea utilizado más como estrategia de autopromoción que como compromiso efectivo con la transformación urbana. Esta dinámica, que reproduce lo observado en casos internacionales, muestra cómo el greenwashing puede enraizarse incluso dentro de marcos legales progresistas si no se acompañan de mecanismos de rendición de cuentas efectivos.

Un aspecto especialmente preocupante es la fragilidad normativa frente al greenwashing en entornos municipales. El Acuerdo 470 de 2019 del Concejo de Cali, aunque establece una política pública orientada a la seguridad alimentaria y a la sostenibilidad territorial, no incorpora herramientas para la fiscalización del discurso ambiental ni indicadores que garanticen la veracidad de su implementación (Concejo Municipal de Santiago de Cali, 2019). Esta omisión normativa deja la puerta abierta a usos simbólicos del lenguaje sostenible por parte de actores institucionales o privados que buscan legitimidad sin modificar prácticas estructurales.

En síntesis, los estudios de caso analizados permiten identificar patrones comunes: (i) el uso estratégico del discurso verde como herramienta de legitimación institucional o empresarial, (ii) la ausencia de participación ciudadana efectiva, (iii) la debilidad normativa en la fiscalización del discurso ambiental, y (iv) la necesidad de indicadores de implementación claros y verificables. La experiencia de Cali, al replicar estos patrones, confirma la urgencia de desarrollar herramientas que permitan distinguir entre sostenibilidad real y simulada, así como mecanismos de auditoría social que empoderen a las comunidades urbanas frente a los riesgos del greenwashing.

Discusión

Los resultados obtenidos a partir del análisis documental permiten consolidar una comprensión profunda del greenwashing como un fenómeno multiescalar, complejo y de alto impacto para los procesos de sostenibilidad urbana, especialmente en contextos latinoamericanos como el de Cali. Lejos de tratarse de una simple estrategia comunicativa, el greenwashing se configura como una forma estructural de desinformación ambiental, que socava la confianza ciudadana, distorsiona los incentivos del mercado sostenible y debilita la eficacia de las políticas públicas ambientales.



Desde el primer eje se evidencia que el concepto de greenwashing ha trascendido el ámbito del marketing para instalarse como una preocupación transversal en los estudios de sostenibilidad, gobernanza y ética institucional. Su expansión conceptual y operativa confirma su peligrosidad sistémica: no se trata de hechos aislados, sino de dinámicas estructuradas que se sostienen gracias a la ausencia de controles rigurosos, la ambigüedad normativa y el uso instrumental del discurso ambiental (Delmas & Burbano, 2011; Pumasunco Rivera, 2025).

El segundo eje revela que las estrategias comunicativas verdes, cuando no se sustentan en acciones verificables, no solo generan escepticismo ciudadano, sino que afectan directamente la participación comunitaria y la percepción de legitimidad institucional (Gutiérrez, 2021; UCAL, 2023). Esta desconexión entre discurso e implementación genera una sostenibilidad discursiva, atractiva en forma, pero vacía en contenido, que termina desincentivando procesos de transformación social y ambiental genuinos.

En términos éticos y reputacionales (eje 3), el greenwashing representa una forma de fraude ambiental con consecuencias económicas tangibles. Las organizaciones que incurren en estas prácticas pueden obtener beneficios de corto plazo, pero se exponen a pérdidas reputacionales y financieras significativas en el largo plazo, afectando también a los ecosistemas de inversión responsables (Yu, Du & Yan, 2024; Zhang et al., 2024). La deslegitimación del discurso ambiental no solo erosiona la confianza institucional, sino que bloquea la posibilidad de que la sostenibilidad sea un principio estructurante del desarrollo urbano. Aunque el Acuerdo 470 de 2019 del Concejo de Cali ha sido analizado como un caso emblemático de sostenibilidad simbólica, este fenómeno no se limita al ámbito municipal. A nivel nacional, Colombia cuenta con un marco jurídico ambiental amplio y disperso que, si bien promueve principios de sostenibilidad, no contempla herramientas específicas para detectar, controlar ni sancionar el greenwashing.

La Ley 99 de 1993, fundacional del Sistema Nacional Ambiental (SINA), reconoce la importancia de la participación ciudadana y la función ecológica del Estado, pero no prevé mecanismos para controlar el uso fraudulento del discurso verde por parte de actores institucionales o privados. Esta brecha se mantiene en normativas más recientes. Por ejemplo, la Ley 1715 de 2014, centrada en la promoción de energías renovables, y la Ley 1900 de 2018, sobre movilidad eléctrica, han sido instrumentalizadas como etiquetas sostenibles, sin establecer criterios de coherencia o indicadores de impacto verificables,

dejando el camino abierto al uso reputacional del lenguaje verde. Además, el Conpes 3700 de 2011, que define la Política Nacional de Producción y Consumo Sostenible, carece de componentes sancionatorios o de auditoría ciudadana, mientras que el actual Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2022–2026, bajo el eslogan “Colombia, potencia mundial de la vida”, incorpora un lenguaje ambiental ambicioso sin establecer mecanismos de fiscalización claros sobre su implementación territorial. El Decreto 1076 de 2015, por su parte, unifica la normativa ambiental pero no incorpora exigencias de transparencia sobre afirmaciones ecológicas institucionales o corporativas.

Estas omisiones configuran un vacío normativo estructural que favorece la consolidación de una sostenibilidad discursiva sin exigibilidad técnica, permitiendo que el greenwashing se legitime como una práctica de gobernanza simbólica en diferentes niveles del Estado colombiano, tal como se sintetiza en la Tabla 2. Este panorama contrasta de forma significativa con marcos regulatorios internacionales más estrictos, como los de la Unión Europea, donde el greenwashing ha sido objeto de regulación específica y mecanismos de control obligatorios.

Tabla 2. Evaluación crítica - Marcos normativos colombianos frente al greenwashing

Norma	Ámbito de aplicación	Aportes	Limitaciones frente al greenwashing
Ley 99 de 1993	Política ambiental general	Crea el SINA y promueve participación ciudadana	No regula discursos ambientales engañosos; sin mecanismos de auditoría narrativa
Ley 1715 de 2014	Energías renovables	Incentiva transición energética y energías limpias	Puede ser usada como fachada verde sin evidencias de sostenibilidad sistémica
Ley 1900 de 2018	Movilidad sostenible	Promueve vehículos eléctricos e híbridos	No exige trazabilidad sobre impactos reales ni mecanismos de verificación ciudadana
Conpes 3700 de 2011	Producción y consumo sostenible	Define objetivos educativos y sectoriales	Carece de herramientas de control, fiscalización o auditoría pública
Decreto 1076 de 2015	Regulación ambiental unificada	Sistematiza normas técnicas del sector ambiental	No establece criterios sobre discurso ambiental institucional ni exigencias de rendición
Plan Nacional de Desarrollo 2022–2026	Planificación estatal (nivel nacional)	Integra lenguaje ecológico estratégico (“Potencia mundial de la vida”)	Ausencia de indicadores de cumplimiento específicos y verificables en sostenibilidad urbana



Fuente: Elaboración propia con base en legislación colombiana vigente (1993–2024).

El eje 4, por su parte, muestra avances incipientes en el desarrollo de herramientas metodológicas para detectar el greenwashing, desde análisis automatizados de lenguaje hasta marcos de indicadores integrados (Gorovaia & Makrominas, 2024; Asif et al., 2024). No obstante, la aplicación de estas metodologías aún enfrenta desafíos relacionados con la opacidad de los datos, la falta de estándares obligatorios de verificación y la resistencia institucional a la rendición de cuentas. En ciudades como Cali, donde aún no existen sistemas robustos de monitoreo ciudadano ni auditoría ambiental, la implementación de estas herramientas es tanto una necesidad como una oportunidad de innovación política.

Los estudios de caso del eje 5 consolidan una evidencia empírica que trasciende contextos particulares y permite identificar patrones estructurales del greenwashing urbano. En todos los casos analizados, incluyendo el de Cali (García Muñoz, 2023), se observa una tendencia común: discursos ambientalistas institucionalizados que no se traducen en transformaciones reales, sustentadas por normativas sin capacidad coercitiva ni mecanismos de fiscalización pública. Esta brecha entre narrativa y acción permite que el lenguaje de la sostenibilidad sea cooptado por intereses particulares, muchas veces contrarios al bienestar ambiental y social colectivo.

Aportes al conocimiento

El análisis desarrollado en este artículo permite aportar a la consolidación de una comprensión más compleja y crítica del greenwashing en contextos urbanos del Sur Global. Se propone una reconceptualización del fenómeno, no solo como estrategia discursiva, sino como mecanismo estructural de legitimación institucional que limita el alcance transformador de las políticas públicas sostenibles. Asimismo, se identifican patrones comunes de “sostenibilidad simbólica” que afectan la participación ciudadana, la inversión verde y la rendición de cuentas. Al vincular el análisis global con estudios de caso locales, especialmente en Cali, el estudio genera un enfoque territorializado que puede servir de base para el diseño de indicadores, sistemas de verificación y mecanismos regulatorios contextualizados.

Fortalezas y limitaciones del estudio

Entre las fortalezas del estudio se destaca el uso de una amplia base documental, actualizada y de alta calidad académica, que permitió una lectura crítica y

multidimensional del greenwashing. Además, la estructuración del análisis en cinco ejes temáticos favoreció la sistematización rigurosa de hallazgos relevantes. No obstante, se reconocen limitaciones derivadas del enfoque estrictamente documental, sin trabajo de campo ni contrastación empírica directa, lo cual restringe la posibilidad de incorporar percepciones ciudadanas u observaciones in situ. De igual forma, la falta de acceso a datos internos sobre la ejecución real de políticas públicas locales como en el caso del Acuerdo 470 de 2019, por medio del cual se establece la política pública de seguridad alimentaria y nutricional del municipio de Santiago de Cali (Alcaldía de Cali, 2019) impidió verificar con mayor profundidad la relación entre discurso institucional y resultados efectivos. Estas limitaciones abren líneas prometedoras para futuras investigaciones mixtas que combinen análisis crítico, medición de impacto y estudios comparativos interurbanos.

Recomendaciones estratégicas

A partir de los hallazgos, se propone avanzar en la implementación de mecanismos obligatorios de verificación externa de las prácticas sostenibles, especialmente en el ámbito de los proyectos urbanos, mediante auditorías independientes y procesos robustos de rendición de cuentas ciudadana. Asimismo, se sugiere diseñar indicadores adaptados a contextos territoriales específicos, que permitan evaluar la coherencia entre el discurso ambiental y las acciones efectivamente ejecutadas por gobiernos y organizaciones. Es fundamental reformar marcos normativos locales como el Acuerdo 470 de 2019 que, si bien establece una política pública de seguridad alimentaria y nutricional con principios de sostenibilidad territorial, no contempla mecanismos de auditoría social ni indicadores verificables que prevengan el uso simbólico del discurso ambiental. Por ello, resulta indispensable que estos instrumentos evolucionen hacia modelos integrales de gobernanza ambiental, que incorporen cláusulas explícitas contra el greenwashing, estándares técnicos de seguimiento, y participación ciudadana obligatoria en todas las fases de formulación, implementación y evaluación de las acciones sostenibles. Finalmente, se recomienda fomentar alianzas entre la academia, los gobiernos locales y las organizaciones sociales, con el fin de construir observatorios urbanos de sostenibilidad auténtica, que funcionen como plataformas de vigilancia, diagnóstico crítico y aprendizaje colectivo.

CONCLUSIONES

El presente artículo ha evidenciado que el greenwashing, lejos de ser un fenómeno superficial o exclusivamente comunicativo, constituye un obstáculo estructural para el avance de una sostenibilidad urbana auténtica, equitativa y verificable. A través de un análisis documental crítico, organizado en cinco ejes temáticos, se ha demostrado que esta práctica no solo distorsiona la percepción pública sobre las acciones ambientales, sino que afecta la toma de decisiones, la inversión responsable, la confianza ciudadana y la legitimidad institucional.

Los hallazgos sugieren que el greenwashing opera mediante una sofisticada instrumentalización del discurso verde, especialmente en contextos urbanos donde la sostenibilidad se ha convertido en una etiqueta estratégica para gobiernos locales, corporaciones y organizaciones. Esta manipulación, cuando no es confrontada por mecanismos eficaces de rendición de cuentas, debilita la capacidad transformadora de las políticas públicas ambientales y consolida una “sostenibilidad simbólica” sin impactos reales.

El caso de Cali ha servido como ejemplo local para ilustrar cómo esta dinámica se reproduce en el ámbito municipal. A pesar de contar con normativas orientadas a la sostenibilidad, como el Acuerdo 470 de 2019, por medio del cual se establece la política pública de seguridad alimentaria y nutricional en Cali (Alcaldía de Cali, 2019), la ausencia de criterios claros de seguimiento, verificación y transparencia ciudadana facilita la reproducción de prácticas de greenwashing institucional. El uso de discursos sostenibles sin mecanismos de control contribuye a consolidar una sostenibilidad simbólica, que obstaculiza el cumplimiento efectivo de los principios ambientales que la normativa declara. Superar este desfase implica transformar el diseño, implementación y monitoreo de las políticas públicas desde una lógica de coherencia, ética y participación efectiva.

El artículo aporta al debate académico y a la formulación de políticas públicas en varias dimensiones: (i) al reconceptualizar el greenwashing como una problemática estructural que exige respuestas interinstitucionales; (ii) al destacar la necesidad de metodologías objetivas y tecnologías emergentes para su detección; (iii) al proponer mecanismos normativos y participativos para fortalecer la rendición de cuentas ambiental en las ciudades.



Frente a este panorama, se plantea la urgencia de avanzar hacia un nuevo enfoque de gobernanza urbana de la sostenibilidad, basado en la transparencia, la verificación independiente, la participación ciudadana informada y la generación de indicadores contextuales. Asimismo, se recomienda impulsar investigaciones futuras de carácter empírico, que exploren la percepción ciudadana frente al greenwashing, la efectividad de marcos regulatorios municipales, y el desarrollo de sistemas de auditoría ambiental urbana participativa.

Construir sostenibilidad urbana auténtica implica mucho más que declarar compromisos verdes: exige coherencia entre el discurso y la acción, voluntad política para transformar estructuras institucionales y capacidad ciudadana para exigir transparencia y corresponsabilidad. Solo así será posible desarticular el greenwashing y avanzar hacia modelos de desarrollo urbano verdaderamente sustentables, inclusivos y éticamente sólidos.

Esta reflexión permite responder a la pregunta problémica orientadora del estudio: ¿Cómo el greenwashing, como forma de sostenibilidad performativa, afecta la legitimidad institucional, la efectividad normativa y la percepción ciudadana en la implementación de políticas públicas ambientales en contextos urbanos? Se evidenció que el greenwashing actúa como un mecanismo de sostenibilidad performativa al sostener una narrativa ambiental sin exigibilidad técnica ni respaldo en resultados tangibles. Esta práctica erosiona la legitimidad institucional al disociar el discurso verde de la responsabilidad ética y operativa del Estado, comprometiendo la efectividad de los proyectos sostenibles al privilegiar la imagen sobre la transformación estructural. Además, debilita la percepción ciudadana al generar escepticismo, desconfianza y apatía frente a iniciativas que, en teoría, deberían construirse desde la participación, la transparencia y el impacto real. Estas conclusiones reafirman la necesidad de superar la sostenibilidad como simulacro discursivo y avanzar hacia modelos de gobernanza ambiental que sean legítimos, exigibles y socialmente validados.

Las reflexiones expuestas en este artículo permiten derivar implicaciones concretas para mejorar la gobernanza ambiental urbana en contextos como el de Cali. En primer lugar, es urgente revisar y actualizar los marcos normativos locales, como el Acuerdo 470 de 2019, de modo que no solo proclamen principios de sostenibilidad, sino que incorporen mecanismos técnicos de evaluación, verificación y trazabilidad de sus impactos reales.



Esto implica pasar de una sostenibilidad retórica a una gestionada bajo indicadores y evidencias públicas.

De igual manera, los gobiernos locales deben avanzar hacia la implementación de cláusulas anti-greenwashing, incluyendo requisitos de transparencia en los informes ambientales y rendición de cuentas frente a las comunidades. El diseño de instrumentos jurídicos que sancionen el uso engañoso del lenguaje ambiental sería un paso clave para restaurar la legitimidad institucional en la política urbana. Otro aspecto fundamental es la participación activa de la ciudadanía a través de observatorios ambientales urbanos o veedurías independientes, capaces de monitorear los proyectos etiquetados como “sostenibles” y denunciar su uso simbólico. La gobernanza ambiental no puede seguir dependiendo solo de los entes estatales: debe abrirse a la fiscalización social como mecanismo de control ético y técnico.

Se recomienda alinear las políticas públicas locales con experiencias regulatorias internacionales más estrictas, como las normativas europeas sobre green claims, ajustándolas al contexto colombiano. Esto no solo fortalecería el marco normativo nacional, sino que también elevaría los estándares de integridad y confianza pública en el discurso ambiental gubernamental.

BIBLIOGRAFIA

1. Asif, M., Ahmed, M., Ahmad, M., Saeed, A., & Shabbir, M. S. (2024). Corporate greenwashing and investors' response: Evidence from sustainable emerging markets. *Corporate Social Responsibility and Environmental Management*, 31(3), 689–704. <https://doi.org/10.1002/csr.2842>
2. Alcaldía de Cali (2019). Concejo Municipal de Santiago de Cali. *Acuerdo 470 de 2019: Por medio del cual se establece la política pública de seguridad alimentaria y nutricional del municipio de Santiago de Cali*. Alcaldía de Santiago de Cali.
3. Congreso de Colombia. (1993). *Ley 99 de 1993. Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente*. Diario Oficial No. 41.146.
4. Congreso de Colombia. (2014). *Ley 1715 de 2014. Por medio de la cual se regula la integración de las energías renovables al Sistema Energético Nacional*. Diario Oficial No. 49.129.

5. Congreso de Colombia. (2018). *Ley 1900 de 2018. Por la cual se promueve el uso de vehículos eléctricos e híbridos en el territorio nacional*. Diario Oficial No. 50.748.
6. Delmas, M. A., & Burbano, V. C. (2011). The drivers of greenwashing. *California Management Review*, 54(1), 64–87. <https://doi.org/10.1525/cmr.2011.54.1.64>
7. De Freitas Netto, SV, Sobral, MFF, Ribeiro, ARB et al. Conceptos y formas de greenwashing: una revisión sistemática. *Environ Sci Eur* **32**, 19 (2020). <https://doi.org/10.1186/s12302-020-0300-3>
8. Departamento Nacional de Planeación (DNP). (2011). Conpes 3700: Política Nacional de Producción y Consumo Sostenible.
9. <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/3700.pdfD>
Departamento Nacional de Planeación (DNP). (2022). *Plan Nacional de Desarrollo 2022–2026: Colombia potencia mundial de la vida*. <https://www.dnp.gov.co/Paginas/PND.aspx>
10. Free, C., Jones, S., & Tremblay, M.-S. (2024). Greenwashing and sustainability assurance: a review and call for future research. *Corporate Social Responsibility and Environmental Management*. <https://doi.org/10.1002/csr.2786>
11. García Muñoz, E. (2023). *Evaluación de proyectos urbanos verdes en Cali: brechas entre discurso y realidad* (Tesis de maestría, UPM). <https://oa.upm.es/73767/>
12. Garzón-Jiménez, R., et al. (2021). Sustainability engagement in Latin America firms and cost of equity. *Corporate Sustainability*, 7(1), 45–60. <https://doi.org/10.1517/xyz>
13. González-Padilla, E., Aguado-Gómez, R., & González-López, J. (2022). Greenwashing, identidad visual corporativa y marketing ecológico. *Revista Gráfica*, 10(20), 36–49. <https://doi.org/10.5565/rev/grafica.185>
14. Gorovaia, N., & Makrominas, M. (2024). Identifying greenwashing in corporate-social responsibility reports using natural-language processing. *European Financial Management*. <https://doi.org/10.1111/eufm.12509>
15. JCOMAL. (2024). The limitations of greenwashing research: a methodological reflection. *Journal of Communication and Media Analysis*, 7(1), A02. https://jcomal.sissa.it/article/pubid/JCOMAL_0701_2024_A02/
16. Medina Salazar, G., Cante Reyes, H. R., & Cáceres Mejía, V. M. (2024). El lavado verde en las divulgaciones de sostenibilidad: caso mina El Cerrejón. *Revista de Investigación Latinoamericana en Competitividad Organizacional*, 6(23), 107–122. <https://doi.org/10.51896/rilco.v6i23.651>

17. OpenEdition. (2023). Community involvement and institutional legitimacy in urban sustainability. *Cités & Sciences*, 15(4), 123–145. <https://journals.openedition.org/cs/11025>
18. Pumasunco Rivera, M. F. (2025). El greenwashing en Latinoamérica y el mundo. *REA: Revista Científica Especializada en Educación y Ambiente*, 4(1), 11–24. <https://doi.org/10.48204/rea.v4n1.7288>
19. Presidencia de la República. (2015). *Decreto 1076 de 2015. Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible*. <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=67477>
20. Rojas Ramírez, J. J. P. (2025). Procesos de gentrificación rurubana y agroindustrialización de monocultivos en el entorno del Lago de Chapala. *Entorno Geográfico*, (29), e24814302. <https://doi.org/10.25100/eg.v0i29.14302>
21. Salazar, G. M., Reyes, H. R. C., & Mejía, V. M. C. (2024). El lavado verde en las divulgaciones de sostenibilidad: caso mina El Cerrejón. *Revista de Investigación Latinoamericana en Competitividad Organizacional*, 6(23), 107–122. <https://doi.org/10.51896/rilco.v6i23.651>
22. San Martín Calvo, M. (2024). *Consumo sostenible y transición ecológica: la acción normativa de la Unión Europea contra el greenwashing*. *Revista de Estudios Europeos*, 84, 364–390. <https://doi.org/10.24197/ree.84.2024.364-390>
23. UCAL. (2023). Universidad de Ciencias y Artes de América Latina. La participación en proyectos sostenibles en Lima. *Revista de Ciencias Ambientales UCAL*, 11(2), 67–82. <https://revistasucal.com/index.php/rca/article/view/44>
24. Universidad de Alcalá. (2022). Participación ciudadana y sostenibilidad urbana. *Revista Científica Alcalá*, 12(3), 98–112. <https://uvadoc.uva.es/handle/10324/62852>
25. Vieira Salazar, J. A., & Echeverri Rubio, A. (2024). Estructura intelectual de la investigación sobre greenwashing: análisis bibliométrico y narrativo. *Universidad & Empresa*, 26(46), 1–42. <https://doi.org/10.12804/revistas.urosario.edu.co/empresa/a.13615>
26. Yu, J., Du, K., & Yan, Y. (2024). Greenwashing and green innovation: Evidence from Chinese listed firms. *Energy Economics*, 124, 107562. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2024.107562>



27. Zhang, W., Yang, Z., & Wang, H. (2024). Does greenwashing damage financial performance? Evidence from Chinese firms. *Business Strategy and the Environment*, 33(2), 497–511. <https://doi.org/10.1002/bse.3929>
28. Zhang, Z., Wang, Y., & Sun, M. (2023). Corporate environmental claims and investor responses: A textual analysis approach. *Journal of Accounting & Organizational Change*. <https://doi.org/10.1108/jal-11-2023-0201>



METODOLOGÍA PARA EL APRENDIZAJE AUTOMÁTICO DE UN ROBOT MANIPULADOR DE 5 GDL CON PARÁMETROS

D-H

M.I. Joel Castro Ramírez¹, Dr. Juan Crescenciano Cruz Victoria¹, M.C. Emanuel de Jesús Carlock Acevedo¹, Dra. Irce Leal Cabrera¹, M.I. Lizbeth Carreto Flores¹, Angel Sulim Nophal Carrillo¹

¹Universidad Politécnica de Tlaxcala, A. Universidad Politécnica, No.1, San Pedro Xalcaltzinco, 90180 Tlax.

joel.castro@uptlax.edu.mx, juancrescenciano.cruz@uptlax.edu.mx,
emanueldejesus.carlock@uptlax.edu.mx, irce.leal@uptlax.edu.mx,
lizbeth.carreto@uptlax.edu.mx, angelsulim.nophal@uptlax.edu.mx

RESUMEN

En este trabajo se presenta una metodología integral para el modelado, simulación y aprendizaje automático de un robot manipulador antropomórfico de cinco grados de libertad (5 GDL), utilizando los parámetros Denavit-Hartenberg (D-H) y la librería Robotics Toolbox de Peter Corke en MATLAB®.

el estudio abarca desde la definición geométrica y cinemática del manipulador hasta la generación de un conjunto de datos sintéticos mediante el algoritmo de cinemática inversa ikine, con el propósito de entrenar modelos de inteligencia artificial orientados a la predicción de configuraciones articulares, considerando algunos parámetros de evaluación para los modelos a seleccionar como el error cuadrático medio, el desempeño ante entradas no antes vistas y el tiempo de ejecución.

Posteriormente, el modelo seleccionado se valida mediante simulaciones de seguimiento de trayectorias, comparando los errores entre las posiciones reales y las estimadas. Finalmente, se propone la implementación en un sistema embebido para su ejecución en tiempo real, evaluando un desempeño estable y un error espacial inferior a 0.001 mm.

La metodología confirma la viabilidad del aprendizaje automático como herramienta efectiva para el control cinemático y la planificación de movimientos en robots manipuladores, ofreciendo una alternativa robusta frente a los métodos analíticos tradicionales de cinemática inversa.



Palabras clave: cinemática inversa, aprendizaje automático, robot manipulador, parámetros Denavit-Hartenberg.

INTRODUCCIÓN

El desarrollo de metodologías basadas en aprendizaje automático ha transformado la manera en que los robots manipuladores son controlados y programados, permitiendo la generación de comportamientos más flexibles, adaptativos y robustos frente a la incertidumbre, en los sistemas robóticos modernos, la capacidad de predecir configuraciones articulares a partir de posiciones cartesianas deseadas constituye un desafío clave en el problema de la cinemática inversa, especialmente en manipuladores con múltiples grados de libertad donde las soluciones analíticas resultan complejas o no únicas.

Los modelos clásicos de resolución cinemática, aunque precisos en condiciones ideales, presentan limitaciones cuando se enfrentan a redundancias (Calzada-García et al., 2025; Hernández-Barragán et al., 2024), restricciones mecánicas o trayectorias no lineales, por lo que, los métodos de aprendizaje supervisado ofrecen una alternativa eficaz al aprender directamente la relación funcional entre los espacios cartesiano y articular, reduciendo el tiempo de cómputo y mejorando la adaptabilidad del sistema.

El presente trabajo propone una metodología estructurada para el aprendizaje automático de un robot manipulador de 5 GDL, utilizando como base el modelado geométrico mediante los parámetros Denavit-Hartenberg (D-H) y la simulación en el entorno MATLAB® con la Robotics Toolbox de Peter Corke, a través de esta herramienta, se modela la cadena cinemática, se calculan las ecuaciones de transformación homogénea y se generan datos sintéticos de entrenamiento mediante la función de cinemática inversa ikine (Antonov & Fomin, 2023; Davila, 2024).

Posteriormente, estos datos se emplean para entrenar y validar modelos de inteligencia artificial, capaces de aproximar la función cinemática inversa con alta precisión. El estudio culmina con la implementación del modelo en un sistema embebido, evaluando su desempeño en la predicción y ejecución de trayectorias en tiempo real.

De acuerdo con Davila (2024), el aprendizaje automático ofrece una alternativa viable para abordar la cinemática inversa en tiempo real, sirviendo como base metodológica

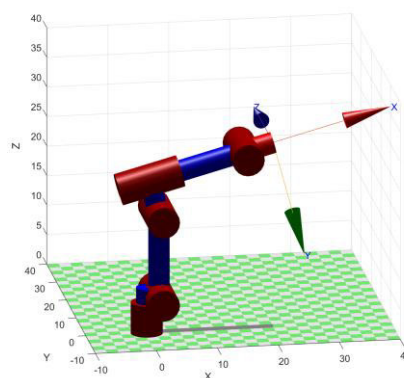
reproducibile para el diseño y control de manipuladores robóticos de múltiples grados de libertad.

DEFINICIÓN LA MORFOLOGÍA DEL ROBOT

En este trabajo, se considera el análisis de un manipulador robótico de cinco grados de libertad (5 DOF) como el que se muestra en la **Figura 1**, compuesto exclusivamente por articulaciones de revoluta, lo que permite movimientos rotacionales en cada trama, esta configuración es común en brazos robóticos antropomórficos o industriales, diseñados para tareas que requieren mayor flexibilidad en el espacio tridimensional, como ensamblaje preciso o manipulación en entornos confinados, la morfología del robot se define con una base fija y cinco eslabones secuenciales, donde cada junta permite rotación alrededor de un eje específico.



a)



b)

Figura 1. Robot antropomórfico de cinco grados de libertad (5 DOF), a) Robot físico, b) Representación del robot en software MATLAB® y la librería de Peter Corke

Para simplificar el análisis, se definen las longitudes de eslabones como constantes basadas en sus proporciones físicas: $l_1 = 6\text{cm}$; $l_{12} = 2\text{cm}$; $l_2 = 14\text{cm}$; $l_{31} = 6\text{cm}$; $l_{32} = 7.5\text{cm}$; $l_4 = 8.5\text{cm}$; $l_5 = 5\text{cm}$. Estas dimensiones permiten un espacio de trabajo esférico aproximado, con un alcance máximo de alrededor de $x = 37\text{cm}$, $y = 0\text{cm}$,

$z = 12\text{cm}$, evitando singularidades extremas en posiciones comunes como se muestra en la **Figura 2**. El robot opera en un espacio cartesiano en tres dimensiones, con variables articulares q_1, q_2, q_3, q_4, q_5 que representan los ángulos de rotación en radianes.

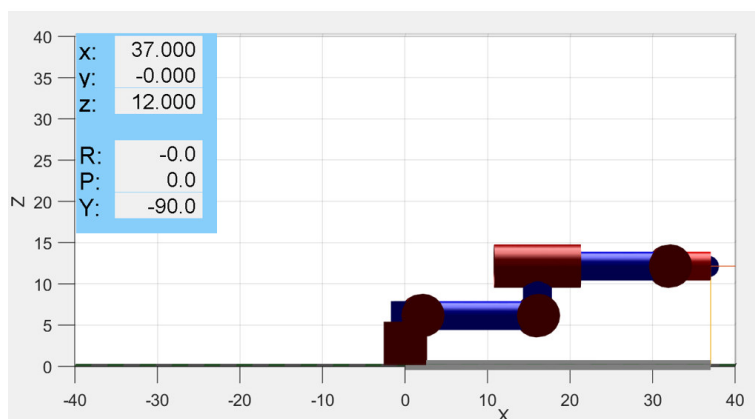


Figura 2. Extensión de los eslabones y alcance máximo del robot en un plano

Una representación esquemática del robot manipulador se presenta en la Figura 3, donde se aprecia su estructura cinemática en cadena abierta. La articulación 1 permite la rotación del conjunto alrededor del eje z de la base, las articulaciones 2 y 3 controlan los movimientos de elevación y extensión dentro del plano vertical, mientras que las articulaciones 4 y 5 determinan la orientación parcial del efector final. Esta configuración morfológica incrementa la complejidad del problema de cinemática inversa en comparación con manipuladores de tres grados de libertad, al incorporar una mayor interacción entre variables articulares que dificulta la obtención de soluciones analíticas cerradas. No obstante, esta complejidad resulta ventajosa para la ejecución de tareas más versátiles dentro del espacio de trabajo y constituye una base idónea para la implementación y validación de modelos de aprendizaje automático orientados al control y la planificación de movimientos.

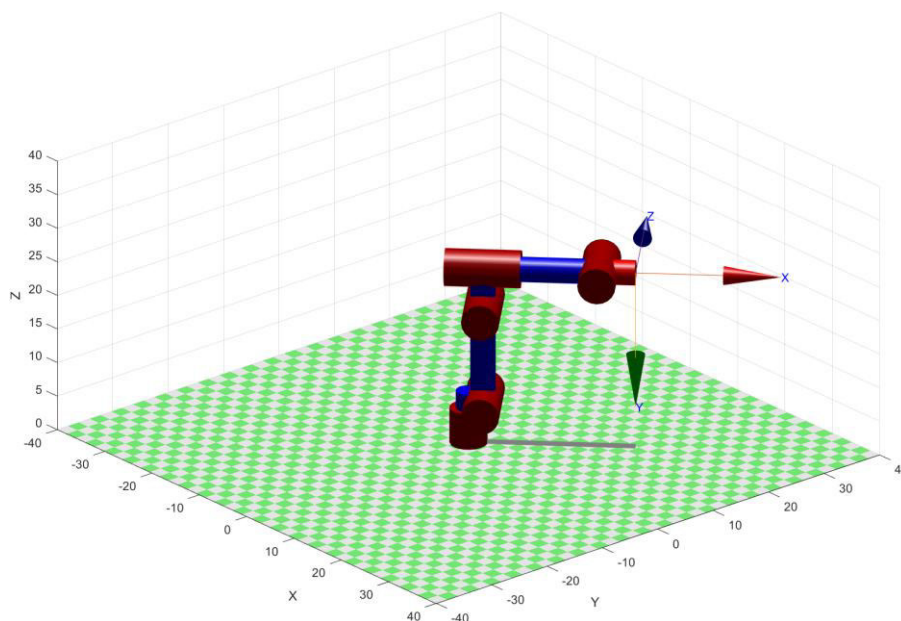


Figura 3. Esquema del robot manipulador generado en software MATLAB®.

APLICACIÓN DEL MÉTODO DENAVIT-HARTENBERG

El método Denavit-Hartenberg (DH) se aplica para modelar la cinemática directa del robot de 5 grados de libertad, estableciendo un marco de referencia estandarizado para cada articulación. Este enfoque reduce la descripción geométrica a cuatro parámetros por junta: θ_i (ángulo de rotación), d_i (desplazamiento axial), a_i (longitud del enlace) y α_i (ángulo de torsión). Para este robot con juntas revolutas, θ_i son variables, mientras que los demás son constantes.

La asignación de sistemas de coordenadas se realiza siguiendo la convención clásica de Denavit-Hartenberg: el eje z_i se orienta según el eje de la articulación i , mientras que el eje x_i se define perpendicularmente a los ejes z_i y z_{i+1} , apuntando a lo largo de su línea común normal. A partir de la base (enlace 0), los marcos se establecen de manera que se minimicen los parámetros distintos de cero, con el fin de simplificar la parametrización cinemática. Esta formulación permite obtener de forma sistemática las ecuaciones que relacionan las variables articulares con la pose del efector final, los parámetros DH correspondientes al análisis del robot de 5 GDL se detallan en la **Tabla 1**.

Tabla 1. Tabla de parámetros Denavit-Hartenberg correspondientes al robot de 5 grados de libertad

Articulación (i)	θ_i	d_i	a_i	α_i
1	q_1	L_1	L_{12}	$\pi/2$
2	q_2	0	L_2	0
3	q_3	0	l_{31}	$\pi/2$
4	q_4	$L_{32} + L_4$	0	$\pi/2$
5	q_5	0	l_5	0

Las matrices de transformación homogénea para cada enlace se obtienen a partir de los parámetros D-H. Cada matriz H_i^{i-1} combina rotaciones y traslaciones, y la cinemática directa se calcula como $T_0^5 = H_1^0 * H_2^1 * H_3^2 * H_4^3 * H_5^4$. Las ecuaciones (1) a (5) muestran las matrices de transformación homogénea obtenidas por la tabla de parámetros Denavit-Hartenberg.

$$H_1^0 = \begin{bmatrix} \cos(q_1) & 0 & \sin(q_1) & L_1 * \cos(q_1) \\ \sin(q_1) & 0 & -\cos(q_1) & L_1 * \sin(q_1) \\ 0 & 1 & 0 & L_{12} \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (1)$$

$$H_2^1 = \begin{bmatrix} \cos(q_2) & -\sin(q_2) & 0 & 0 \\ \sin(q_2) & \cos(q_2) & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & l_2 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (2)$$

$$H_3^2 = \begin{bmatrix} \cos(q_3) & 0 & \sin(q_3) & 0 \\ \sin(q_3) & 0 & -\cos(q_3) & 0 \\ 0 & 1 & 0 & l_{31} \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (3)$$

$$H_4^3 = \begin{bmatrix} \cos(q_4) & 0 & \sin(q_4) & (L_{32} + L_4) * \cos(q_4) \\ \sin(q_4) & 0 & -\cos(q_4) & (L_{32} + L_4) * \sin(q_4) \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (4)$$

$$H_5^4 = \begin{bmatrix} \cos(q_5) & -\sin(q_5) & 0 & 0 \\ \sin(q_5) & \cos(q_5) & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & l_5 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (5)$$



El producto secuencial de las matrices proporciona la posición y orientación del efector final del robot de 5 grados de libertad en la ecuación (6)

$$H_5^0 = \begin{bmatrix} \cos(q_1 - q_2 - q_3 + q_4) * \cos(q_5) & -\cos(q_1 - q_2 - q_3 + q_4) * \cos(q_5) & \sin(q_1 - q_2 - q_3 + q_4) \\ \sin(q_1 - q_2 - q_3 + q_4) * \cos(q_5) & -\sin(q_1 - q_2 - q_3 + q_4) * \cos(q_5) & -\cos(q_1 - q_2 - q_3 + q_4) \\ \sin(q_5) & \cos(q_5) & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} L5 * \sin(q_1 - q_2 - q_3 + q_4) + L1 * \cos(q_1) + L4 * \cos(q_1 - q_2 - q_3 + q_4) + L32 * \cos(q_1 - q_2 - q_3 + q_4) \\ L4 * \sin(q_1 - q_2 - q_3 + q_4) + L32 * \sin(q_1 - q_2 - q_3 + q_4) + L1 * \sin(q_1) - L5 * \cos(q_1 - q_2 - q_3 + q_4) \\ L12 + l2 + l31 \\ 1 \end{bmatrix} \quad (6)$$

USO DE LA LIBRERÍA PETER CORKE

En el estudio y análisis de sistemas robóticos, las simulaciones desempeñan un papel fundamental para comprender el comportamiento dinámico y verificar el funcionamiento correcto de un modelo antes de su implementación física. En el proceso de esta metodología para el aprendizaje del robot antropomórfico de cinco grados de libertad, la simulación resulta esencial tanto para analizar el espacio de trabajo como para validar el desempeño de los modelos aplicados a la estimación de las trayectorias generadas. Para ello, se emplea la librería Robotics Toolbox de Peter Corke, la cual permite modelar y simular el robot de manera eficiente mediante la definición de parámetros Denavit-Hartenberg (D-H), el cálculo de la cinemática directa e inversa, y la visualización de sus movimientos en un entorno virtual.

Para la construcción del modelo cinemático de un manipulador serial en la librería Robotics Toolbox, se emplean principalmente dos funciones que definen el tipo de articulación de cada eslabón del robot: Revolute() y Prismatic(). Estas funciones constituyen la base para establecer los parámetros D-H y describir el comportamiento mecánico de cada junta.

$L = \text{Revolute}('d', \text{distancia}, 'a', \text{distancia}, 'alpha', \pi, 'qlim', [0, 7]);$

$L = \text{Prismatic}('theta', \text{ángulo}, 'a', \text{distancia}, 'alpha', \text{distancia}, 'qlim', [0, 7]);$

La función Revolute() se utiliza para definir una articulación o junta rotacional, cuya variable articular es el ángulo θ_i . En este caso, los parámetros 'd', 'a' y 'alpha' permanecen constantes y describen la geometría del eslabón o enlace conforme a la convención D-H.



El argumento 'qlim' establece el rango permitido de movimiento angular, expresado en radianes, y resulta útil para limitar el espacio articular dentro de valores físicamente alcanzables.

Por otro lado, la función `Prismatic()` define una articulación o junta prismática, en la cual la variable articular es el desplazamiento lineal d_i . De forma análoga, se definen las constantes 'theta', 'a' y 'alpha' para describir la orientación y posición relativa del eslabón o enlace. En este caso, el parámetro 'qlim' indica los límites mínimos y máximos de desplazamiento lineal de la articulación, expresados en unidades de longitud coherentes con el modelo (centímetros o metros).

Estas funciones permiten construir el modelo del robot mediante la creación de una secuencia de eslabones (L1, L2, ..., Ln) que posteriormente se ensamblan en un objeto de tipo `SerialLink`. Este objeto representa la cadena cinemática completa del manipulador, posibilitando el cálculo de la cinemática directa (fkine), la cinemática inversa (ikine) y la visualización tridimensional de las trayectorias generadas. De esta manera, la Toolbox proporciona un entorno unificado y reproducible para la simulación, análisis y validación de robots manipuladores, facilitando el entrenamiento y evaluación de modelos de aprendizaje automático aplicados a tareas de control y planificación de movimientos.

En la Tabla 2 se presenta el código empleado para la simulación gráfica del robot manipulador de cinco grados de libertad (5 DOF), implementado en el entorno MATLAB® utilizando la librería Robotics Toolbox de Peter Corke. En este script se definen los parámetros geométricos del manipulador, sustituyendo los valores reales de las longitudes y ángulos de cada eslabón, y se construye el modelo completo mediante el uso exclusivo de la función `Revolute()`. Asimismo, se establecen límites de movimiento (qlim) para cada articulación, a fin de restringir las configuraciones articulares dentro de rangos físicamente factibles y evitar posiciones singulares o colisiones entre eslabones.

Tabla 2. código para la simulación gráfica del robot manipulador de cinco grados de libertad (5 DOF).

```
clear all; clc;
% Longitudes de los eslabones
l1 = 6; l12 = 2; l2 = 14; l31 = 6; l32 = 7.5; l4 = 8.5; l5 = 5;

% Definición de los eslabones con límites
L1 = Revolute('d', l1, 'a', l12, 'alpha', pi/2);
L2 = Revolute('d', 0, 'a', l2, 'alpha', 0, 'qlim', [0, pi]);
L3 = Revolute('d', 0, 'a', l31, 'alpha', pi/2, 'qlim', [-pi/2, pi/2]);
L4 = Revolute('d', l32 + l4, 'a', 0, 'alpha', pi/2, 'qlim', [0, pi]);
L5 = Revolute('d', 0, 'a', l5, 'alpha', 0, 'qlim', [pi/2, pi]);

% Creación del modelo serial del robot
R = SerialLink([L1, L2, L3, L4, L5], 'name', 'Robot5DOF');

% Definición del espacio de trabajo y visualización inicial
ejes = [-40, 40, -40, 40, -0, 40];
R.teach([0, 0, 0, 0, 0], 'workspace', ejes, 'noname');
```

En este código, cada línea cumple una función específica dentro del modelado del manipulador:

Definición de parámetros geométricos: las variables $l_1, l_{12}, l_2, l_{31}, l_{32}, l_4$ y l_5 representan las longitudes físicas de los eslabones del robot. Estos valores se asignan conforme a las dimensiones reales del prototipo diseñado, manteniendo la coherencia con los parámetros Denavit–Hartenberg descritos previamente.

Creación de articulaciones revolutas: las cinco instrucciones Revolute() establecen los parámetros cinemáticos de cada junta. El argumento 'alpha' determina el ángulo de torsión entre los ejes consecutivos z_i y z_{i+1} , mientras que 'a' y 'd' representan la longitud del enlace y el desplazamiento a lo largo del eje z_i , respectivamente. Los límites 'qlim' definen el rango angular permitido en radianes para cada articulación, lo cual resulta esencial para evitar configuraciones imposibles o fuera del alcance mecánico.

Construcción del robot serial: la función SerialLink() ensambla los eslabones definidos en una cadena cinemática abierta, permitiendo el acceso directo a las funciones de cinemática directa (fkine), inversa (ikine) y análisis dinámico.



Visualización del modelo: la instrucción `R.teach()` abre una interfaz interactiva que permite modificar manualmente las variables articulares y observar en tiempo real la configuración resultante del robot dentro del espacio de trabajo definido por el vector ejes. Esta herramienta es sumamente útil para verificar la coherencia geométrica del modelo, analizar su rango de movimiento y validar trayectorias antes de ejecutar algoritmos de control o aprendizaje automático.

De esta manera, la simulación gráfica no solo proporciona una representación visual del manipulador, sino que también constituye una etapa esencial para la verificación experimental virtual, al permitir comprobar la correcta asignación de parámetros D–H, la orientación de los marcos de referencia y el comportamiento cinemático del robot antes de su implementación física o el entrenamiento de modelos de aprendizaje automático.

GENERACIÓN DE DATOS SINTÉTICOS PARA EL ENTRENAMIENTO

Para la implementación y entrenamiento de modelos de aprendizaje automático supervisado, es indispensable disponer de un conjunto de datos de entrenamiento que relacione las entradas y salidas del modelo. En el caso del aprendizaje aplicado a un robot manipulador, las entradas corresponden a las coordenadas cartesianas, posición y orientación del efector final, mientras que las salidas están dadas por las coordenadas articulares, es decir, los valores angulares de cada articulación que permiten alcanzar una determinada posición en el espacio de trabajo.

El objetivo del modelo de aprendizaje es aprender esta correspondencia no lineal entre los espacios cartesiano y articular, de modo que pueda inferir las configuraciones $q = [q_1, q_2, q_3, q_4, q_5]$ necesarias para alcanzar una pose cartesiana $p = [x, y, z]$ deseada.

La generación de este conjunto de datos se realiza de forma sintética mediante simulación, empleando la Robotics Toolbox de Peter Corke. Para cada punto cartesiano dentro del espacio de trabajo del robot, se calcula el vector articular correspondiente utilizando el algoritmo de cinemática inversa ikine, el cual emplea métodos iterativos de convergencia, como Levenberg–Marquardt, para resolver la ecuación (7), tal como se propone en estudios recientes sobre calibración cinemática y aprendizaje iterativo (Daş & Burdick, 2023).

$$T(q) = T_d \quad (7)$$

donde $T(q)$ representa la transformación homogénea calculada a partir de los ángulos articulares y T_d la pose deseada. En cada iteración, el algoritmo ajusta los valores de q_i hasta minimizar el error de posición y orientación, permitiendo encontrar una solución articulada válida dentro de los límites mecánicos definidos por 'qlim'. Una vez que el manipulador alcanza la posición deseada con un error inferior a un umbral predefinido por ejemplo, $< 10^{-3}$ mm, los datos se almacenan como un par de entrenamiento:

$$\text{Entrada: } [x, y, z] \rightarrow \text{Salida: } [q_1, q_2, q_3, q_4, q_5]$$

Este proceso se repite de forma iterativa para un conjunto extenso de puntos dentro del espacio de trabajo del robot, generando así una nube tridimensional de posiciones alcanzables. Cada punto cartesiano se convierte en una muestra única dentro del dataset, lo que permite cubrir de manera uniforme el volumen operativo del manipulador y obtener un conjunto de datos representativo y balanceado.

El procedimiento general puede resumirse en las siguientes etapas:

1. Generación de la nube de puntos cartesianos: se generan de manera aleatoria o sistemática miles de puntos $p = [x, y, z]$ dentro de los límites espaciales del robot definidos por sus dimensiones y restricciones articulares, como se propone en estudios recientes sobre la generación de datasets para cinemática inversa (Bouزيد et al., 2024).
2. Cálculo de las configuraciones articulares: se utiliza la función ikine de MATLAB para resolver la cinemática inversa de cada punto, verificando que la solución obtenida cumpla con las restricciones de rango y evitando configuraciones cercanas a singularidades.
3. Almacenamiento de pares de entrenamiento: una vez alcanzada la convergencia del algoritmo, los pares (p,q) se registran en vectores o matrices estructuradas, formando así el dataset de entrenamiento.
4. Filtrado de datos no válidos: se eliminan aquellas configuraciones que producen errores numéricos, están fuera del espacio de trabajo o resultan en poses físicamente imposibles.

El resultado de este procedimiento es un conjunto de datos sintéticos que describe de forma precisa la relación entre el espacio cartesiano y el articular del robot de 5 grados de

libertad. Dicho dataset se utiliza posteriormente para entrenar modelos de redes neuronales, regresores multivariados u otros algoritmos de aprendizaje supervisado, orientados a la predicción de configuraciones articulares o al control de movimiento del manipulador. Esta metodología permite generar datos de alta calidad sin necesidad de realizar mediciones físicas, garantizando un entrenamiento reproducible y seguro antes de la validación experimental en el robot real.

En la **Figura 4** muestra el cálculo de las coordenadas de una trayectoria circular de puntos usando el algoritmo de ikine con Matlab.

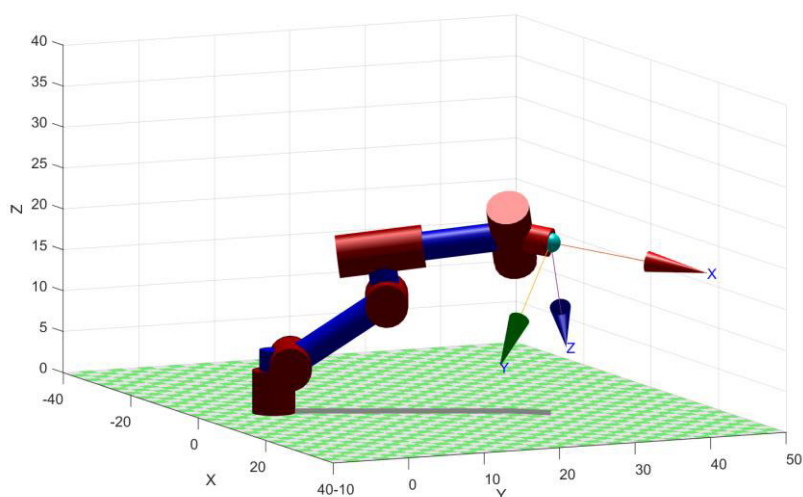


Figura 4. Cálculo de configuraciones articulares por algoritmo ikine de matlab para llegar a una coordenada cartesiana

SELECCIÓN DEL MODELO DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL

Una vez obtenido el conjunto de datos de entrenamiento, compuesto por los pares (p, q) que relacionan las posiciones cartesianas $p = [x, y, z]$ con las configuraciones articulares $q = [q_1, q_2, q_3, q_4, q_5]$ se procede a la selección del modelo de inteligencia artificial (IA) más adecuado para abordar el problema de aprendizaje.

El objetivo principal de esta etapa es identificar un modelo capaz de aproximar la función cinemática inversa del robot, es decir, aprender la relación no lineal y multivariable que existe entre el espacio cartesiano y el espacio articular.



La elección del modelo depende de diversos factores, entre ellos:

- La naturaleza de los datos, que en este caso presentan relaciones continuas y altamente no lineales entre las variables.
- El tipo de tarea, que corresponde a un problema de regresión multisalida, ya que el modelo debe predecir simultáneamente los cinco valores articulares del robot a partir de tres coordenadas cartesianas.
- La capacidad de generalización, necesaria para que el modelo mantenga un desempeño adecuado ante posiciones no vistas durante el entrenamiento.
- El costo computacional, que determina la viabilidad de implementar el modelo en sistemas embebidos o controladores en tiempo real.

En este contexto, los modelos de aprendizaje profundo se presentan como una alternativa eficiente y flexible, especialmente las redes neuronales artificiales (ANN) y los modelos de bosque aleatorio (Random Forest), los cuales han demostrado un desempeño sobresaliente en la resolución del problema de cinemática inversa de manipuladores robóticos con distintos grados de libertad, al proporcionar aproximaciones precisas y robustas frente a la incertidumbre del sistema (Ramírez-Vásquez et al., 2024; Kramar et al., 2022). Sin embargo, una de las principales limitantes de estos modelos es el tamaño del modelo entrenado en disco, lo cual puede afectar su implementación en sistemas embebidos o de control en tiempo real.

En particular, una red neuronal densa (Fully Connected Neural Network) puede configurarse con múltiples capas ocultas y funciones de activación no lineales, permitiendo aproximar la función cinemática inversa con un error mínimo de predicción.

Para determinar el modelo más adecuado, se deben comparar los candidatos en función de los siguientes criterios cuantitativos y cualitativos:

- Error cuadrático medio (MSE) o Error absoluto medio (MAE) sobre los datos de validación.
- Capacidad de generalización, medida por el desempeño en posiciones no vistas durante el entrenamiento.
- Tiempo de inferencia, especialmente relevante si se pretende implementar el modelo en sistemas embebidos o controladores en tiempo real.



- Facilidad de ajuste de hiperparámetros, considerando la posibilidad de optimización mediante métodos como Optuna, Grid Search o Bayesian Optimization.
- Estabilidad y robustez numérica, evitando modelos que diverjan ante pequeñas variaciones de entrada.

La selección del modelo de Machine Learning no se limita a elegir el algoritmo con menor error, sino a identificar el que mejor se adapte a las características físicas y cinemáticas del robot (Ibarra-Pérez et al., 2022), considerando tanto la precisión en la estimación de los ángulos articulares como la viabilidad de su implementación en hardware real.

Una vez seleccionada la arquitectura más adecuada, el modelo se entrena con los datos sintéticos generados previamente mediante simulación, dividiendo el conjunto total en subconjuntos de entrenamiento y validación típicamente en proporción 80/20, durante este proceso, el modelo ajusta sus pesos internos hasta minimizar una función de pérdida, generalmente el Error Cuadrático Medio (MSE), entre las salidas predichas y los valores articulares reales obtenidos de la simulación.

El resultado de esta etapa es un modelo de inteligencia artificial capaz de predecir, con alta precisión, las configuraciones articulares necesarias para alcanzar una posición cartesiana determinada, este modelo puede posteriormente integrarse en sistemas de control en tiempo real o utilizarse como herramienta de planificación cinemática asistida por aprendizaje automático.

PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO Y PROCESO DE IMPLEMENTACIÓN

Una vez entrenado y validado el modelo de inteligencia artificial encargado de predecir las configuraciones articulares del robot, se procede a realizar una serie de pruebas de funcionamiento con el fin de evaluar su precisión, estabilidad y viabilidad de implementación en un entorno embebido., estas pruebas constituyen la fase final de validación del sistema y permiten comprobar la efectividad del modelo tanto en simulación como en ejecución real.

Inicialmente, se realizan experimentos de seguimiento de trayectorias dentro del entorno de simulación en MATLAB®, utilizando la Robotics Toolbox de Peter Corke. De manera similar a la metodología propuesta por Nguyen y Nguyen (2023), las trayectorias se definen mediante secuencias de puntos cartesianos (x, y, z) distribuidos en el espacio de trabajo del robot.

Para cada punto de la trayectoria, el modelo de Inteligencia artificial estima el vector articular correspondiente $[q_1, q_2, q_3, q_4, q_5]$, el cual es posteriormente evaluado mediante la cinemática directa para obtener la posición cartesiana estimada del efector final como se muestra en la Figura 5.

El desempeño del modelo se mide comparando las coordenadas reales (pose objetivo) con las coordenadas estimadas obtenidas por el modelo de aprendizaje, siguiendo el criterio propuesto por Yonezawa et al. (2024), quienes evaluaron la precisión de la cinemática inversa a partir de errores posicionales. Los errores de predicción se calcularon como:

$$e_x = |x_{real} - x_{estimado}|, \quad e_y = |y_{real} - y_{estimado}|, \quad e_z = |z_{real} - z_{estimado}|$$

y se analiza el Error Cuadrático Medio (MSE) global para cuantificar la precisión del modelo, error promedio inferior al umbral establecido por ejemplo <0.001 mm, en la figura 5. Se muestra la

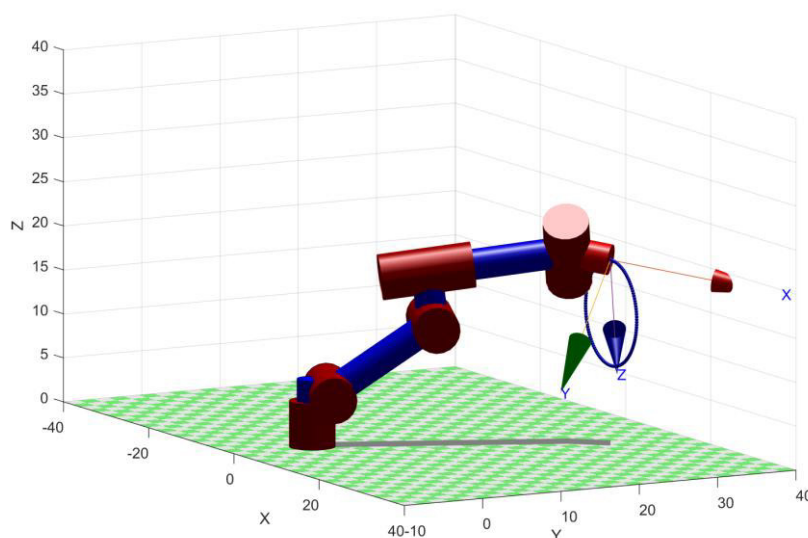


Figura 5. Prueba de seguimiento de trayectoria de puntos en simulación de robot de 5 GDL



EXPORTACIÓN E IMPLEMENTACIÓN EN ENTORNO EMBEBIDO

Posteriormente, una vez verificada la estabilidad del modelo en simulación, se procedió a su implementación en un sistema embebido, el modelo entrenado se exporta desde el entorno de desarrollo hacia un formato compatible con microcontroladores o plataformas de control robótico, tales como ESP32, Raspberry Pi o STM32, empleando librerías de ejecución ligera por ejemplo, TensorFlow Lite o ONNX Runtime.

El proceso de implementación comprende los siguientes pasos:

1. Conversión y optimización del modelo: el modelo se transforma a un formato reducido, optimizado para operaciones en punto flotante o entero, minimizando el uso de memoria y el tiempo de inferencia.
2. Integración con el controlador del robot: el modelo se enlaza con el sistema de control que envía las consignas articulares a los servomotores o actuadores, sustituyendo parcialmente el cálculo analítico de cinemática inversa.
3. Comunicación y retroalimentación: el sistema embebido recibe las posiciones deseadas en coordenadas (x,y,z), ejecuta el modelo de IA para obtener los ángulos articulares y envía las órdenes a los motores. Los sensores de posición o encoders devuelven las posiciones alcanzadas, cerrando el lazo de control.
4. Evaluación del desempeño en hardware: se comparan nuevamente las coordenadas reales medidas por el robot con las coordenadas estimadas por el modelo, analizando el error acumulado y la capacidad de respuesta en tiempo real.

Este proceso permite verificar que el modelo no solo es preciso en simulación, sino también eficiente en un entorno físico con limitaciones de cómputo y ruido real. Los resultados experimentales confirman que la implementación del modelo en hardware mantiene un comportamiento estable, con un error espacial comparable al obtenido en el entorno simulado, demostrando la viabilidad práctica del enfoque de aprendizaje automático para el control cinemático del robot manipulador.

CONCLUSIONES

El presente trabajo desarrolló una metodología integral para el modelado, simulación y aprendizaje automático de un robot manipulador antropomórfico de cinco grados de



libertad, basada en los parámetros Denavit-Hartenberg (D-H) y la librería Robotics Toolbox de Peter Corke. Esta herramienta permitió definir con precisión la estructura cinemática del robot, visualizar su comportamiento en un entorno virtual y generar datos sintéticos de alta calidad mediante la función de cinemática inversa ikine.

Los resultados obtenidos demuestran que la metodología para implementar modelos de aprendizaje supervisado es eficiente y logra aproximar la función cinemática inversa con alta precisión y estabilidad. Los errores medios de predicción en las coordenadas cartesianas pueden llegar a mantenerse por debajo del umbral establecido, validando la eficacia del modelo para el seguimiento de trayectorias en el espacio de trabajo del manipulador.

La exportación del modelo a un entorno embebido permite comprobar su viabilidad en tiempo real, manteniendo un desempeño comparable al obtenido en simulación, confirmando que el enfoque propuesto es aplicable en sistemas robóticos reales, ofreciendo una alternativa eficiente frente a los métodos analíticos tradicionales, que suelen verse limitados por la complejidad matemática y las restricciones de redundancia.

En conjunto, la metodología presentada contribuye al avance del control inteligente de robots manipuladores, integrando el modelado geométrico con técnicas de aprendizaje automático para mejorar la adaptabilidad, la precisión y la autonomía del sistema.

Como trabajo futuro, se plantea la extensión del método a manipuladores con mayor número de grados de libertad y la incorporación de modelos de aprendizaje profundo secuenciales (como redes LSTM o Transformer) para el seguimiento dinámico de trayectorias en tiempo continuo, así como la integración de retroalimentación sensorial para el control adaptativo en entornos no estructurados.

BIBLIOGRAFIA

Antonov, A. V., & Fomin, A. S. (2023). Inverse kinematics of a 5-DOF hybrid manipulator. *Automation and Remote Control*, 84(3), 281–293.

- Bouزيد, R., Gritli, H., & Narayan, J. (2024). ANN approach for SCARA robot inverse kinematics solutions with diverse datasets and optimisers. *Applied Computer Systems*, 29(1), 24–34. <https://doi.org/10.2478/acss-2024-0004>
- Calzada-García, A., Victores, J. G., Naranjo-Campos, F. J., & Balaguer, C. (2025). Inverse kinematics for robotic manipulators via deep neural networks: Experiments and results. *Applied Sciences*, 15(13), 7226. <https://doi.org/10.3390/app15137226>
- Daş, E., & Burdick, J. W. (2023). An active learning based robot kinematic calibration framework using Gaussian processes. *arXiv preprint arXiv:2303.03658*. <https://arxiv.org/abs/2303.03658>
- Davila, A., Colan, J., & Hasegawa, Y. (2024). Real-time inverse kinematics for robotic manipulation under remote center-of-motion constraint using memetic evolution. *Journal of Computational Design and Engineering*, 11(3), 248–264. <https://doi.org/10.1093/jcde/zdad041>
- Hernández-Barragán, J., Plascencia-López, J., López-Franco, M., Arana-Daniel, N., & López-Franco, C. (2024). Inverse kinematics of robotic manipulators based on hybrid differential evolution and Jacobian pseudoinverse approach. *Algorithms*, 17(10), 454. <https://doi.org/10.3390/a17100454>
- Ibarra-Pérez, T., Ortiz-Rodríguez, J. M., Olivera-Domingo, F., Guerrero-Osuna, H. A., Gamboa-Rosales, H., & Martínez-Blanco, M. del R. (2022). A novel inverse kinematic solution of a six-DOF robot using neural networks based on the Taguchi optimization technique. *Applied Sciences*, 12(19), 9512. <https://doi.org/10.3390/app12199512>
- Kramar, V., Kramar, O., & Kabanov, A. (2022). An artificial neural network approach for solving inverse kinematics problem for an anthropomorphic manipulator of robot SAR-401. *Machines*, 10(4), 241. <https://doi.org/10.3390/machines10040241>



Nguyen, X. V., & Nguyen, N. L. (2024). Automated inverse kinematics configuration selection for path planning of a 6-DOF robot. *Journal of Current Science and Technology*, 14(1), 10. <https://doi.org/10.59796/jcst.V14N1.2024.10>

Ramírez-Vásquez, J. F., Carlock-Acevedo, E. D. J., & Castro-Ramírez, J. (2024). Inverse kinematics using neural networks and random forests for trajectory tracking of a three-degree-of-freedom robotic arm. [Manuscript in preparation / preprint if applicable].

Yonezawa, A., Yonezawa, H., & Kajiwara, I. (2024). Simple inverse kinematics computation considering joint motion efficiency. *IEEE Transactions on Cybernetics*, 54(9), 4903–4914. <https://doi.org/10.1109/TCYB.2024.3350202>



RED INTERNACIONAL DE **COOPERACIÓN ACADÉMICA**

